

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

THEORY MEETS PRACTICE IN GIS



Szerkesztette:

Dr. Balázs Boglárka

Technikai szerkesztők:

Varga Orsolya Gyöngyi,

Barkóczy Norbert Gábor,

Kovács Zoltán

ISBN 978-963-318-638-1

A kötet a 2017. május 25-26 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 Magyar Földrajzi Társaság,
a HUNAGI és az eKÖZIG Zrt.



Debrecen Egyetemi Kiadó
Debrecen University Press

Készült
Kapitális Nyomdaipari Kft.
Felelős vezető: ifj. Kapusi József
Debrecen
2017

Tartalomjegyzék

A konferencia résztvevőinek név- és címjegyzéke	7
Program	12
Előadások	
Balla Dániel – Makai Krisztina – Karancsi Gergő – Mester Tamás – Botos Ágnes – Zichar Marianna – Novák Tibor József : Talajszelvények modellezése és WRB szerinti értékelése egy alföldi mintaterületen	21
Balogh Dániel – Gede Mátyás: 3D tematikus vizualizációk lehetőségei QGIS-sel és Cesiummal	29
Barkóczy Norbert Gábor – Bertalan László – Szabó Gergely: Eltérő kamera-típusok képeiből generált felszínmodellek összehasonlítása mikrotopográfiai vizsgálatokban	35
Bekő László – Hunyadi Gergely – Burai Péter – Sporcic Deán – Enyedi Péter – Kiss Alida – Lénárt Csaba – Tomor Tamás: Fafaj szintű erdő osztályozás nagyfelbontású távérzékelte adatok felhasználásával	43
Berke József – Báldoghi Tamás – Major Krisztina – Kozma-Bognár Veronika: Képkalkulációs algoritmusok NDVI indexre gyakorolt hatása	51
Bertalan László – Szabó Gergely – Szabó Szilárd: Hidrológiai tényezők lehetséges hatásai a Sajó magyarországi szakaszának mederfejlődésére	57
Bozó Ádám – Hegyi Balázs – Molják Sándor – Lakatos László – Nagy Richárd: Agroökológiai szempontú termőhely-minősítés az Egri borvidéken	65
Czibalmos Róbert: Helyspecifikus gazdálkodás alkalmazásának tapasztalatai a forgatás nélküli művelésben Karcagon	73
Deák Attila: A lakossági energiafelhasználás geoinformatikai vizsgálata	81
Deák Márton – Zagorác Márk – Kari Szabolcs – Sik András – Riedel Miklós Márton: Pontfelhők az építésügyben – problémák és megoldások	89
Dudás Gábor – Boror Lajos – Kovalcsik Tamás – Kovalcsik Balázs: Az Airbnb térbeliségének vizsgálata raszteres adatábrázolási technika alkalmazásával	97
Zoltán Fazekas– Balázs Németh– András Mihály – Péter Gáspár: Terrain and speed-limit optimized cruise control for heavy road vehicles	105
Fülöp Júlia: Központi víziközmű nyilvántartások hazai helyzete	113
Gálya Bernadett – Riczu Péter –Blaskó Lajos – Tamás János: Aszály kialakulásának vizsgálata térinformatikai eszközökkel a Szolnok–Túri-sík és a Nyírség területén	121
Halmai Ákos – Kiss Kinga – Hervai András – Máté Kornél – Czigány Szabolcs – Pirkhoffer Ervin: Tektomorfológiai vizsgálatok fizikai kisminta modelleken	127

Muhannad Hammad– Boudewijn Van Leeuwen – László Mucsi: Generation of DEMs of the Syrian coastal mountains from Sentinel-1 data	133
Harsányi Melinda – Kovács Iván: A Nemzeti Térinformatikai Alaptérkép koncepciója	139
Hegedűs László Dávid: A térinformatika szerepe a hazai nagyvárosok közösségi közlekedésének vizsgálatában	143
Henits László – Liska Csilla Mariann – Mucsi László: A mezőgazdasági táblaméret változása 1986-tól napjainkig idősoros távérzékelt adatok alapján	151
Homoki Erika – Sütő László – Kohán Balázs: Térinformatika megjelenítés alkalmazásának lehetősége a szövegelemzésekben	153
Irás Krisztina: Térképész-geoinformatikus képzés az ELTE-n	161
József Attila Jankó – György Szabó: Geocoding as Accumulating Intangible Spatial Asset	169
Mohamed Amine Korteby – Zoltán Gál: Adaptive Location Based Emergency Message Service: ALBEMS using Wireless Sensor Network	177
Kovács Zoltán – Katona Zsolt – Takács László: Teljes jelalakos LiDAR adatok feldolgozása erdőterületeken	185
Krausz Nikol – Barsi Árpád: Elektronikus forgalmi engedélyre épülő térinformatikai elemzések az okos városban	191
Kurtyák Ádám – Gönczy Sándor – Tar Edina: Karsztjelenségek vizsgálata légi fotogrammetriai módszerrel az aknaszlatinai sókarszt területén (Ukrajna, Kárpátalja)	199
Látos Tamás – Telbisz Tamás: LIDAR-alapú automatikus felszínforma- osztályozás szlovéniai mintaterületeken	205
Liska Csilla Mariann – Mucsi László– Henits László: A felszínborítás térképezése Sentinel-2 idősor alapján Csongrád megye területére	213
Béla Márkus: Case-based education in geoinformatics	215
Mátyás Szabolcs: A térinformatika a hazai rendvédelmi szervek gyakorlatában	217
Mészáros János – Pánya István –Petkes Zsolt – Szücsi Frigyes: Térinformatika és fotogrammetria alkalmazási lehetőségei a régészetben	223
Mihály Szabolcs – Palya Tamás – Remetey-Fülöpp Gábor: Az ENSZ Fenntartható Fejlődési Célok program indikátorai és monitoringja — a hazai térinformatikai lehetőségekről	231
Morva Tamás – Gyenizse Péter: Újabb eredmények Pécs lakóterületének geoinformatikai minősítésében	237
Nagy Bálint: Az árvízi védekezés támogatása hidrológiai modellezéssel egy kisvízfolyás példáján	245
Nagy Gábor: Egy terület lejtésvizszoynainak ábrázolása	253

Hajnalka Neuberger – Attila Juhász – Christian Kruse: Automatic detection of World War II objects based on airborne LiDAR data	259
Ónodi Zsolt – Lellei László: Térképes vezetői információs rendszer készítése „pelyhelyű” kódolóknak	267
Gábor Pálóczi – János Pénzes – Ernő Molnár: Application of GIS methods in the delineation of labour market areas	275
Pásztor László – Laborczy Annamária – Szatmári Gábor – Takács Katalin – Illés Gábor – Szabó József: Mi várható a megújult hazai talaj téradat infrastruktúráról?	277
Patkó Gergely András: A Topográfia térinformatikai támogatása	287
Tomáš Pohanka: Distributed spatial database systems for sensor data	293
Potó Vivien – Barsi Árpád: Önvezető járművek helymeghatározása 3D városmodell segítségével	301
Schlosser Aletta Dóra: Objektumok detektálása térinformatikai adatok felhasználásával	309
Simon Bertalan: Klaszter és hot-spot analízis módszerének felhasználása emlékezetpolitikai kutatásokban	317
Szabó Loránd – Szabó Szilárd: Osztályozási pontosság hiperspektrális légifelvételek és multispektrális űrfelvételek alapján	325
Szabó Renáta: A tengerhajózás térképei régen és ma	331
Szikszai Csaba: Magyarország II. világháborús bombázottsági adatbázisának létrehozása	337
Szücs Kálmán – Cseh-Szombathy Péter – Torma Viktor – Szlovák Gergely – Déri Ferenc: Térinformatikai adatáramlás egy erdészeti szakrendszerben	343
Szutor Péter: Ipari pontfelhők tömörítése	349
Takács Bence – Siki Zoltán: Centiméter pontosságú ETRS89-EOV/Balti átszámítás nyílt forráskódú környezetben	355
Takács Krisztián: Fentrol.hu - Üzemeltetési tapasztalatok	363
Telbisz Tamás – Karátson Dávid – Látos Tamás: Vulkánok térfogatszámításával kapcsolatos módszertani kérdések	367
Tóth Csaba Albert – Nagy Péter – Pethe Mihály – Tildy Péter – Braun Mihály – Prónay Zsolt: Geofizikai módszerek alkalmazása a kunhalom-kutatásban	375
Ungvári Zsuzsanna: Térinformatika gyakorlatok oktatása informatika mesterszakos hallgatóknak	385
Utasi Zoltán: Az egységes szemlélet felé: az alaptérképek integrálásának elvi és gyakorlati problémái	393
Varga Ágnes: Térinformatika a vidékfejlesztésben: online térségmarketing a GPS Visualizer segítségével	401
Vass Róbert – Czomba Péter – Liba Nándor – Szabó Gergely: Szedimentológiai és geoinformatikai vizsgálatok a Felső-Tisza hullámtéri típusterületein	409

Vida György – Dudás Gábor: A regionális megvalósult versenyképesség módosítható területi egység problémájának vizsgálata térinformatikai szoftverekkel	415
Wirth Ervin – Szabó György: Evakuációs modellek térszervezési alternatívái	423
Ervin Wirth – György Szabó: Consequences of Map Projections	431
Marianna Zichar: Added values of additive manufacturing to geoinformatics	437
Posztterek	
Agárdi Norbert – Koczó Fanni – Mezei Gáspár – Nemerkenyi Zsombor – Szabó Renáta : Magyarország Nemzeti Atlaszának vízrajzi adatbázisa	445
László Bertalan – Kory M. Konsoer: Testing different field survey methods for lateral erosion monitoring at the tributaries of the Lower Mississippi River	446
Kiss Barbara – Pénzes János – Túri Zoltán Krisztián – Pálóczi Gábor: Elérhetőségi vizsgálatok Miskolc közúti közlekedésére	447
David Honek: The Water Erosion in the Myjava Upland, Slovakia	448
Négyesi Gábor – Lóki József: Mezővédő fásítások felmérésének eredményei a Nyírségben	449
Novák Zsolt – Boudewijn van Leeuwen – Szatmári József – Tobak Zalán – Kovács Ferenc: Sentinel 1 radarfelvételek előfeldolgozása és felhasználási lehetőségei	450
Mellékletek	453
CAD+Inform Kft. tevékenységének bemutatása	453
Szponzorok és kiállítók	462

A konferencia résztvevőinek név- és címjegyzéke

Árvai Mátyás	MTA ATK TAKI	arvai.matyas@rissac.hu
Báder Richárd	Budapest Közút Zrt.	Richard.Bader@budapestkozut.hu
Balázs Boglárka	Debreceni Egyetem	balazs.boglarka@science.unideb.hu
Balla Dániel	Debreceni Egyetem	balla.daniel@science.unideb.hu
Balogh Dániel	ELTE	b.donny91@gmail.com
Balogh Szabolcs	EKE Innorégió Tudásközpont	baloghszabolcs007@gmail.com
Balog-Szima Dóra	Pocket Games Kft.	balog.szima.dora@gmail.com
Barkóczi Norbert	Debreceni Egyetem	norbert.barkoczi@gmail.com
Barsi Árpád	BME FMT	barasi.arpad@epito.bme.hu
Bay-Széplaki Ágnes	eKÖZIG Zrt.	agnes.szeplaki@ekozig.hu
Bekő László	EKE	ifj.beko.laszlo@gmail.com
Belényesi Márta	BFK FTFF	belenyesi.marta@bfkh.gov.hu
Berke József	SFD Informatika Kft.	berke64@gmail.com
Bertalan László	Debreceni Egyetem	bertalan@science.unideb.hu
Bihari Norbert	BFK FTFF	bihari.norbert@bfkh.gov.hu
Bíró János	GIS PARK Bt.	gisparkbt@gmail.com
Bíró Péter	HBMKH DJH AFŐ FFO	geo.biroperter@gmail.com
Bognár Beáta	Nemzeti Kataszteri Program Nonprofit Kft.	bognar.beata@nkp-kft.hu
Boros Lajos	SZTE	borosl@geo.u-szeged.hu
Bozó Ádám	EKE Innorégió Tudásközpont	bozo.adam@outlook.hu
Bugyi Dávid Márk	ELTE	davidbugyi@gmail.com
Burai Péter	EKE	pburai@gmail.com
Czimbalmos Róbert	DE AKIT Karcagi Kutatóintézet	rczimb@agr.unideb.hu
Czomba Péter	NyE	czpeter199@gmail.com
Cseh-Szombathy Péter	Naviscon Zrt.	peter.cseh-szombathy@naviscon.hu
Cseri József	Nemzeti Kataszteri Program Nonprofit Kft.	info@nkp-kft.hu
Csige Sándor	CADInform	sandor.csige@cadi.hu
Csörgits Péter	Geodézia Zrt.	csorgits.peter@geodezia.hu
David Honek	Masaryk University	ston.david@windowslive.com
Deák Attila	Debreceni Egyetem	deakatesz@freemail.hu
Deák Márton	Lechner Tudásközpont	marton.deak@lechnerkozpont.hu
Doroszalai Tamás	BFK FTFF	doroszalai.tamas@bfkh.gov.hu

Drávucz Marianna	BFK FTFF	dravucz.marianna@bfkh.gov.hu
Dudás Gábor	MTA KRTK	dudasgabor5@gmail.com
Dunka Lilla	Parcella Bt.	parcella.bt@gmail.com
Enyedi Péter	Envirosense Hungary Ltd.	enyedipeti@gmail.com
Érsek Ákos	GPSCOM Kft.	aersek@gpscom.hu
Fazekas Zoltán	MTA SZTAKI	fazekas.zoltan@sztaki.mta.hu
Fülöp Júlia	BME VKT	fulopjulia@gmail.com
Gál Zoltán	Debreceni Egyetem	zgal@unideb.hu
Gálya Bernadett	Debreceni Egyetem	bernadett.galya@gmail.com
Gáspár Péter	Egyéni vállalkozó	gaspar@geod.hu
Gáspárné Tóth Márta	Magyar Nemzeti Vagyonkezelő Zrt.	TothMarta@mnv.hu
Gyenizse Péter	PTE TTK	gyenizse@gamma.ttk.pte.hu
Hajzer Károly	Belügyminisztérium	ugyfelszolgalat@bm.gov.hu
Halmai Ákos	PTE TTK	halmaia@gamma.ttk.pte.hu
Harsányi Melinda	BFK FTFF	harsanyi.melinda@bfkh.gov.hu
Hegedűs László Dávid	Debreceni Egyetem	laccyrac16@gmail.com
Hegyí Balázs	EKE Innorégió Tudásközpont	hegyi.balazs@uni-eszterhazy.hu
Henits László	SZTE	henits@geo.u-szeged.hu
Hunyadi Gergely	Envirosense Hungary Kft.	ghunyadi@gmail.com
Írás Krisztina	ELTE	iras@map.elte.hu
Jankó József Attila	BME FMT	janko.jozsef@epito.bme.hu
Jánosi Viktória	ELTE	janosiviktoria2@gmail.com
Juhász Attila	BME FMT	juhasz.attila@epito.bme.hu
Kákonyi Gábor	GeoIQ kft.	kakonyi@geoiq.hu
Kisréti Ákos	Budapest Közút Zrt.	akos.kisreti@budapestkozut.hu
Kiss Alida	EKE	kiss.alida@gmail.com
Kiss Barbara	Debreceni Egyetem	kiss930415@gmail.com
Kiss Gyöngyvér	Debreceni Egyetem	kiss.gyongyver94@gmail.com
Kolesár András	BFK FTFF	kolesar.andras@bfkh.gov.hu
Kollár Péter	Budapest Közút Zrt.	Peter.Kollar@budapestkozut.hu
Koma Zsófia	ELTE	komazsofi@gmail.com
Konczos Tibor	Naviscon Zrt.	tibor.konczos@naviscon.hu
Kovács Adrienn	Debreceni Egyetem	adrienntoo@gmail.com
Kovács Péter	Budapest Közút Zrt.	Peter.Kovacs@budapestkozut.hu
Kovács Zoltán	Pannónia Kft.	kovacszoli88.geo@gmail.com
Kozári Ágnes	BFK FTFF	kozari.agnes@bfkh.gov.hu

Kozics Anikó	Debreceni Egyetem	kozics.aniko@gmail.com
Kozma Gábor	Debreceni Egyetem	kozma.gabor@science.unideb.hu
Krausz Nikol	BME FMT	krausz.nikol@epito.bme.hu
Kriska Olivér	SZTE	kriska.oliver93@gmail.com
Kristóf Dániel	BFK FTFF	kristof.daniel@bfkh.gov.hu
Kurtyák Ádám	II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola	adamch4@kmf.uz.ua
Laborczi Annamária	MTA ATK TAKI	laborczi@rissac.hu
Látos Tamás	ELTE	latostamas@gmail.com
Lázár Lajos	Budapest Közút Zrt.	Lajos.Lazar@budapestkozut.hu
Lellei László	Lechner Tudásközpont	laszlo.ellei@lechnerkozpont.hu
Liska Csilla Mariann	SZTE	csliska@geo.u-szeged.hu
Lóki József	Debreceni Egyetem	loki.jozsef@science.unideb.hu
Lucas-Harbula Éva	BFK FTFF	harbula.eva@bfkh.gov.hu
Márkus Béla	Soproni Egyetem	markusbela@gmail.com
Mátyás Szabolcs	NKE	mszabolcs1975@gmail.com
Meixner Zsolt	Elios Innovatív Energetikai Zrt	meixner.zsolt@elios.hu
Mészáros György	BFK FTFF	meszaros.gyorgy@bfkh.gov.hu
Mészáros János	ELTE	messer.janos@gmail.com
Mihalik Mihály	HM Zrínyi Nonprofit kft.	mihalik.mihaly@hmzrinyi.hu
Mikesy Gábor	BFK FTFF	mikesy.gabor@bfkh.gov.hu
Mikus Gábor	BFK FTFF	mikus.gabor@bfkh.gov.hu
Mohamed Amine Korteby	Debreceni Egyetem	m.a.korteby@gmail.com
Molják Sándor	EKE Innorégió Tudásközpont	moljak.sandor@uni-eszterhazy.hu
Molnár Mónika	BFK FTFF	molnar.monika@bfkh.gov.hu
Morva Tamás	PTE TTK	morvatamas@gmail.com
Muhannad Hammad	Debreceni Egyetem	muhannad@geo.u-szeged.hu
Nagy Attila	HERE Maps	attila.10.nagy@here.com
Nagy Bálint	Debreceni Egyetem	nb.geo.1994@gmail.com
Nagy Gábor	Óbudai Egyetem AMK GEO	nagy.gabor@amk.uni-obuda.hu
Nagy Gyula	SZTE	geo.nagy.gyula@gmail.com
Nagy Richárd	EKE Innorégió Tudásközpont	nagy.richard@uni-eszterhazy.hu
Négyesi Gábor	Debreceni Egyetem	gnegyesi80@gmail.com
Némethné Meier Éva	BFK FTFF	meier.eva@bfkh.gov.hu
Neuberger Hajnalka	BME FMT	neuberger.hajnalka@epito.bme.hu
Novák Zsolt	SZTE	novakzs@gmail.com

Ockenfusz Péter	Parcella Bt.	ockenfusz@hotmail.com
Oláh Krisztina	Országos Széchényi Könyvtár	kolah@oszk.hu
Olasz Angéla	BFK FTFF	olasz.angela@bfkh.gov.hu
Ónodi Zsolt	Lechner Tudásközpont	zsolt.onodi@lechnerkozpont.hu
Osgyán Dániel	Cívis Drone	info@civisdrones.hu
Osgyán Dávid	Cívis Drone	osgyand@me.com
Osgyán Olivér	Cívis Drone	osgyano@me.com
Pajna Sándor	eKÖZIG Zrt.	ekozig@ekozig.hu
Páll Csaba	Geodézia Zrt.	geo.terralogic@gmail.com
Pallos Péter	Leica Geosystems Hungary	peter.pallos@leica-geosystems.com
Palya Tamás	BFK FTFF	palya.tamas@bfkh.gov.hu
Pászti László	Országos Széchényi Könyvtár	paszti@oszk.hu
Pásztor László	MTA ATK TAKI	pasztor@rissac.hu
Patkó Gergely András	HM Zrínyi Nonprofit kft.	patko.gergely@hmzrinyi.hu
Pázmányi Sándor	eKÖZIG Zrt.	sandor.pazmanyi@ekozig.hu
Pénzes János	Debreceni Egyetem	penzes.janos@science.unideb.hu
Petrányi Bernadett	BFK FTFF	petranyi.bernadett@bfkh.gov.hu
Pfaff András	Magyar Posta Zrt.	pfaff.andras@posta.hu
Pirkhoffer Ervin	PTE TTK	pirkhoff@gamma.ttk.pte.hu
Potó Vivien	BME FMT	poto.vivien@epito.bme.hu
Pődör Andrea	Óbudai Egyetem AMK GEO	podor.andrea@amk.uni-obuda.hu
Prajczér Tamás	GeoX Térinformatikai Kft.	prajczer@geox.hu
Pretz Dániel	Budapest Közút Zrt.	Daniel.Pretz@budapestkozut.hu
Rehorovics Gyula	BFK FTFF	rehorovics.gyula@bfkh.gov.hu
Schlosser Aletta Dóra	Debreceni Egyetem	sch.aletta@gmail.com
Shwan Othman Hussein	SZTE	shwan.huseen1@su.edu.krd
Sieglerné Matus Judit	MTA ATK TAKI	judit@rissac.hu
Sik András	Lechner Tudásközpont	andras.sik@lechnerkozpont.hu
Siki Zoltán	BME ÁFT	siki.zoltan@epito.bme.hu
Simon Bertalan	PTE TTK	asimonbertalan@gmail.com
Stenzel Sándor	Geodézia Zrt.	stenzel.sandor@geodezia.hu
Sütő László	EKE	sutogeo@gmail.com
Szabó Gergely	Debreceni Egyetem	szabo.gergely@science.unideb.hu

Szabó György	Magyar Térinformatikai Társaság (HUNAGI), BME	szabo.gyorgy@hunagi.hu
Szabó József	Debreceni Egyetem	szabo.jozsef@science.unideb.hu
Szabó Loránd	Debreceni Egyetem	slori567@gmail.com
Szabó Renáta	MTA CSFK	szabo.renata@csfk.mta.hu
Szabó Szilárd	Debreceni Egyetem	szabo.szilard@science.unideb.hu
Szabó Zsuzsanna	Debreceni Egyetem	zs.szabozsuzsa@gmail.com
Szalai Nikolett	GDi Magyarország Kft.	nikolett.szalai@gdihu.hu
Szatmári Gábor	MTA ATK TAKI	szatmari@rissac.hu
Szentesi Andrea	Debreceni Egyetem	szentesi.andrea@science.unideb.hu
Szentpáli Áron Zsolt	Magyar Posta Zrt	Szentpali.AronZsolt@posta.hu
Szikszai Csaba	PHAETON Mérnöki Iroda Bt.	szikszai.phaeton@gmail.hu
Szmuriga Orsolya	ELTE	szmurigaorsi@gmail.com
Szutor Péter	MVMI Zrt	szutorp@mvm-informatika.hu
Szücs Kálmán	Naviscon Zrt.	kalman.szucs@naviscon.hu
Takács Bence	BME ÁFT	takacs.bence@epito.bme.hu
Takács Katalin	MTA ATK TAKI	takacs.katalin@rissac.hu
Takács Krisztián	BFK FTFF	takacs.krisztian@bfkh.gov.hu
Telbisz Tamás	ELTE	telbisztom@caesar.elte.hu
Tomáš Pohanka	Palacky University	tomas.pohanka@upol.cz
Tóth Csaba Albert	Debreceni Egyetem	toth.csaba@science.unideb.hu
Turcsánné Tóth Zsuzsanna	BFK FTFF	turcsan.zsuzsanna@bfkh.gov.hu
Túri Zoltán	Debreceni Egyetem	turi.zoltan@science.unideb.hu
Ungvári Zsuzsanna	ELTE	ungvarizs@map.elte.hu
Utasi Zoltán	EKE	utazo74@gmail.com
Váczy Attila	Nemzeti Kataszteri Program Nonprofit Kft.	vaczy@nkp.hu
Varga Ágnes	Budapesti Corvinus Egyetem	varga.agi14@gmail.com
Varga Orsolya Gyöngyi	Debreceni Egyetem	varga.orsolya.gyongyi@gmail.com
Vass Róbert	NyE	vass.robert@nye.hu
Veszprémi László	Jósa András Múzeum	veszpremi.laszlo@gmail.com
Vida György	SZTE	vidagy@geo.u-szeged.hu
Vízhányó József	GDi Magyarország Kft.	nikolett.szalai@gdihu.hu
Wirth Ervin	BME FMT	wirth.ervin@epito.bme.hu
Zichar Marianna	Debreceni Egyetem	zichar.marianna@inf.unideb.hu

Program

2017. május 25.

REGISZTRÁCIÓ

8:00-TÓL DEBRECENI EGYETEM FŐÉPÜLET

10:15 – 10:30 MEGNYITÓ

AULA (FŐÉPÜLET II. EMELET)

10:30 – 11:30 PLENÁRIS ELŐADÁSOK

**12:00 – 12:45 SZAKKIÁLLÍTÁS MEGNYITÓJA, KIÁLLÍTÓK BEMUTATKOZÁSA
(DÍSZUDVAR - FŐÉPÜLET FÖLDSZINT)**

12:45 – 13:30 EBÉDSZÜNET (FŐÉPÜLET III. EMELETI KERENGŐ)

SZEKCIÓÜLÉSEK

1. szekció: Városi térinformatika

FŐÉPÜLET földszint I. terem

Moderátor: Pajna Sándor

13:45–14:05 **Deák Attila:** A lakossági energiafelhasználás geoinformatikai vizsgálata

14:05–14:25 **Fülöp Júlia:** Központi víziközmű nyilvántartások hazai helyzete

14:25–14:45 **Hegedűs László Dávid:** A térinformatika szerepe a hazai nagyvárosok közösségi közlekedésének vizsgálatában

14:45–15:05 **Kriska Olivér – Nagy Gyula:** A határérzetek vizsgálata térinformatikai módszerek segítségével

15:05–15:25 **Morva Tamás – Gyenizse Péter:** Újabb eredmények Pécs lakóterületének geoinformatikai minősítésében

15:25–15:45 **Ónodi Zsolt – Lellei László:** (Térképes) Vezetői információs rendszer receptje pehelysúlyú kódolóknak

15:45–16:05 **Pálóczi Gábor – Péntes János:** Térinformatikai módszerek alkalmazása a munkapiaci körzetek lehatárolása során

2. szekció: Fotogrammetria

FŐÉPÜLET földszint II. terem

Moderátor:

Dr. Szabó Gergely

13:45–14:05 **Mészáros János – Fellegi Máté:** Drón távérzékelte légifelvételek külső tájékozásának pontossági vizsgálata

14:05–14:25 **Mészáros János – Pánya István – Petkes Zsolt – Szücsi Frigyes:** Sztereofotogrammetria alkalmazási lehetőségei a régészetben

- 14:25–14:45 **Árvai Mátyás – Koós Sándor – Mészáros János – Deák Márton – Takács Katalin – Pásztor László:** Hiperspektrális adattal rendelkező nagy felbontású domborzatmodell elemzési lehetőségei
- 14:45–15:05 **Barkóczy Norbert – Bertalan László – Szabó Gergely:** Eltérő kamera-típusok képeiből generált felszínmodellek összehasonlítása mikrotopográfiai vizsgálatokban
- 15:05–15:25 **Kurtyák Ádám – Gönczy Sándor – Tar Edina:** Karsztjelenségek vizsgálata légi fotogrammetriai módszerrel az aknaszlatinai sókarszt területén (Kárpátalja, Ukrajna)
- 15:25–15:45 **Balla Csilla – Mészáros György – Petrányi Bernadett:** Fotogrammetria a Kormányhivatalban

3. szekció: I. Angol nyelvű szekció

FŐÉPÜLET földszint III. terem

Moderátor:

Prof. Dr. Szabó Szilárd

- 13:45–14:05 **László Mucsi – Boudewijn Van Leeuwen – Muhannad Hammad:** Producing High precision digital elevation model (DEM) using Sentinel-1 data (SLC - Interferometric Wide Swath Mode) for the Syrian coastal area
- 14:05–14:25 **Zoltán Fazekas – Balázs Németh – Péter Gáspár:** Terrain and speed-limit optimized cruise control for heavy road vehicles
- 14:25–14:45 **Hajnalka Neuberger – Attila Juhász – Christian Kruse:** Automatic detection of World War II. objects based on airborne LiDAR data
- 14:45–15:05 **József Attila Jankó – György Szabó:** Geocoding as Accumulating Intangible Spatial Asset
- 15:05–15:25 **Marianna Zichar:** Added values of additive manufacturing to geoinformatics

4. szekció: Tér & adat

FŐÉPÜLET földszint 5. (multifunkciós) terem

Moderátor:

Dr. Mikus Gábor

- 13:45–14:05 **Szikszai Csaba:** Magyarország II. világháborús bombázottsági adatbázisának létrehozása
- 14:05–14:25 **Utasi Zoltán:** Az egységes szemlélet felé: az alaptérképek integrálásának elvi és gyakorlati problémái
- 14:25–14:45 **Harsányi Melinda – Kovács Iván:** A Nemzeti Térinformatikai Alaptérkép koncepciója
- 14:45–15:05 **Mikus Gábor:** Földmegfigyelési eredmények és jövőkép az átalakuló FÖMI-ben
- 15:05–15:25 **Pásztor László – Laborcz Annamária – Szatmári Gábor – Takács Katalin – Illés Gábor:** Mi várható a megújult hazai talaj téradat infrastruktúrától?

15:25–15:45 **Szűcs Kálmán - Cseh-Szombathy Péter - Torma Viktor - Déri Ferenc:**
Térinformatikai adatáramlás egy erdészeti szakrendszerben

16:10 – 16:30 BÜFE (DÍSZUDVAR - FŐÉPÜLET FÖLDSZINT)

16:30 – 17:10 I. Poszterszekció
(Díszudvar – FŐÉPÜLET földszint)

Moderátor:

Dr. Tóth Csaba Albert

- 1. Barkóczy Norbert:** Virtuális valóság alkalmazási lehetőségei az oktatásban
- 2. László Bertalan – Kory M. Konsoer:** Testing different field survey methods for lateral erosion monitoring at the tributaries of the Lower Mississippi River
- 3. László Mucsí – Boudewijn Van Leeuwen – Muhannad Hammad:** Producing High precision digital elevation model (DEM) using Sentinel-1 data (SLC - Interferometric Wide Swath Mode) for the Syrian coastal area.
- 4. Szabó Loránd:** A távérzékelés alkalmazási lehetőségei
- 5. Agárdi Norbert – Koczó Fanni – Mezei Gáspár – Nemerkenyi Zsombor – Szabó Renáta:** Magyarország Nemzeti Atlaszának vízrajzi adatbázisa
- 6. Shwan Othman Hussein:** Spatio-temporal variations of the vegetation dynamics from a series of available multi-dates satellite images

5. szekció: Városi térinformatika
FŐÉPÜLET földszint I. terem

Moderátor:

Dr. Kozma Gábor

- 17:10–17:30 **Vida György – Dudás Gábor:** A regionális versenyképesség módosítható területi egység problémájának vizsgálata térinformatikai szoftverekkel
- 17:30–17:50 **Barsi Árpád:** Önvezető járművek helymeghatározása 3D városmodell segítségével
- 17:50–18:10 **Csörgits Péter:** Városmodellezés, épületmodellezés különböző adatforrások együttes felhasználásával
- 18:10–18:30 **Kisréti Ákos:** KARESZ a KAPU-ban
- 18:30–18:50 **Wirth Ervin – Szabó György:** Evakuációs modellek térszervezési alternatívái
- 18:50–19:10 **Mátyás Szabolcs:** A térinformatika a hazai rendvédelmi szervek gyakorlatában
- 19:10–19:30 **Pődör Andrea:** Hallgatói zajmérési projektek tapasztalatai

6. szekció: Pontfelhő
FŐÉPÜLET földszint II. terem
Moderátor:
Dr. Sik András

- 17:10–17:30 **Deák Márton – Lellei László – Ónodi Zsolt – Sik András – Riedel Miklós**
Márton: Pontfelhők az építésügyben - problémák és megoldások
- 17:30–17:50 **Kovács Zoltán – Katona Zsolt – Takács László:** Teljes jelalakos LiDAR adatok feldolgozása erdőterületeken
- 17:50–18:10 **Kiss Gyöngyvér:** Point Cloub – Pontfelhő kiértékelés nemzetközi piacra
- 18:10–18:30 **Kozics Anikó – Burai Péter:** Nagyfelbontású domborzatmodellek összehasonlítása alföldi mintaterületen
- 18:30–18:50 **Látos Tamás – Telbisz Tamás:** LIDAR-alapú automatikus felszíninformosztályozás szlovéniai mintaterületeken
- 18:50–19:10 **Szabó Zsuzsanna – Tomor Tamás – Szabó Szilárd:** Fluviális formakincs detektálás
- 19:10–19:30 **Szutor Péter:** Ipari pontfelhők tömörítése

7. szekció: Hidrológia
FŐÉPÜLET földszint III. terem
Moderátor:
Prof. Dr. Szabó József (DE)

- 17:10–17:30 **Bertalan László – Szabó Gergely – Szabó Szilárd:** Hidrológiai és klimatikus tényezők lehetséges hatásai a Sajó magyarországi szakaszának mederfejlődésére
- 17:30–17:50 **Gálya Bernadett – Riczu Péter – Blaskó Lajos – Tamás János:** Aszály kialakulásának vizsgálata térinformatikai eszközökkel a Szolnok-Túri Sík és a Nyírség területén
- 17:50–18:10 **Laborczy Annamária – Pásztor László – Szatmári Gábor – Takács Katalin – Illés Gábor:** Kategória típusú talajjellemzők térbeli kiterjesztésének lehetőségei
- 18:10–18:30 **Nagy Bálint:** Az árvízi védekezés támogatása hidrológiai modellezéssel egy kisvízfolyás példáján
- 18:30–18:50 **Takács Katalin – Laborczy Annamária – Szatmári Gábor – Bakacsi Zsófia – Pásztor László:** Hidrológiai térképezés digitális talajtérképezési módszerek alkalmazásával
- 18:50–19:10 **Vass Róbert – Molnár Gábor – Scholtz Andor:** Szedimentológiai és geoinformatikai vizsgálatok a Felső-Tisza hullámtéri típusú területein

8. szekció: Tér& adat
FŐÉPÜLET földszint 5. (multifunkciós) terem
Moderátor:
Dr. Pázmányi Sándor

- 17:10–17:30 **Takács Krisztián:** Fentrol.hu üzemeltetése és fejlesztési eredményei
- 17:30–17:50 **Mihalik Mihály:** Magyar részvétel a Többnemzeti Térinformatikai Együttműködési Programban
- 17:50–18:10 **Mikešy Gábor:** Magyar földrajzi nevek webes térképi alkalmazásokban
- 18:10–18:30 **Mihály Szabolcs – Palya Tamás – Remetey-Fülöpp Gábor:** Az ENSZ Fenntartható Fejlődési Célok program indikátorai és monitoringja - a hazai térinformatikai lehetőségekről
- 18:30–18:50 **Patkó Gergely András:** A Topográfia térinformatikai támogatása
- 18:50–19:10 **Ungvári Zsuzsanna:** A Térinformatika gyakorlat oktatása az ELTE programtervező informatikus mesterszakán: hasonlóságok és különbségek

19:30 – 21:30 ÁLLÓFOGADÁS (FŐÉPÜLET III. EMELETI KERENGŐ)

2017. május 26.

8:00 – 9:00 BÜFÉ (DÍSZUDVAR - FŐÉPÜLET FÖLDSZINT)

9. szekció: TECH
FŐÉPÜLET földszint I. terem
Moderátor:
Kákonyi Gábor

- 9:00–9:20 **Érsek Ákos – Pap Krisztián:** Tisztán, pontosan és gyorsan Spectra Precision és South Navigation GNSS és optikai mérőműszerek
- 9:20–9:40 **Kákonyi Gábor:** A képfeldolgozás jelene/jövője: hatalmas adatsilók, képelemzés a "felhőben"
- 9:40–10:00 **Kristóf Dániel:** Térinformatika a FÖMI után: folyt. köv.
- 10:00–10:20 **Mándi Nagy Péter – Prajczér Tamás – Nyőgéri Gábor:** Egy navigációs alkalmazás építőkockákból
- 10:20–10:40 **Pallos Péter:** Zsebemben a szkennерem – Leica BLK 360
- 10:40–11:00 **Vízhányó József:** Alkalmazott térinformatika
- 11:00–11:20 **Stenzel Sándor:** Állószkennerek változatos felhasználása a Geodézia Zrt-nél

10. szekció: Távérzékelés
FŐÉPÜLET földszint II. terem

Moderátor:
Dr. Burai Péter

- 9:00–9:20 **Bekő László – Hunyadi Gergely – Burai Péter – Sporcic Deán – Enyedi Péter – Kiss Alida – Lénárt Csaba – Tomor Tamás:** Fafaj szintű erdő osztályozás nagyfelbontású távérzékelte adatok felhasználásával
- 9:20–9:40 **Bugyi Dávid Márk – Mészáros János:** Balatoni nádasok területfelmérésének pontosságvizsgálata
- 9:40–10:00 **Henits László – Liska Csilla Mariann – Mucsi László:** A mezőgazdasági parcellaméret változása 1986-tól napjainkig idősoros távérzékelte adatok alapján
- 10:00–10:20 **Liska Csilla Mariann – Mucsi László – Henits László:** A felszínborítás térképezése Sentinel-2 idősor alapján Csongrád megye területére
- 10:20–10:40 **Szabó Loránd – Szabó Szilárd:** Osztályozási pontosság nagy felbontású hiperspektrális légifelvételek alapján
- 10:40–11:00 **Berke József – Báldoghi Tamás – Major Krisztina – Kozma-Bognár Veronika:** Képfalkotó algoritmusok NDVI indexre gyakorolt hatása

11. szekció: II. Angol nyelvű szekció
FŐÉPÜLET földszint III. terem

Moderátor:
Dr. Balázs Boglárka

- 9:00–9:20 **Orsolya Gyöngyi Varga – Szilárd Szabó:** Application of new indicators in land change analysis
- 9:20–9:40 **Béla Márkus:** Case-based education in geoinformatics
- 9:40–10:00 **Mohamed Amine Korteby – Zoltán Gál:** New location based routing mechanism for emergency communication
- 10:00–10:20 **Tomáš Pohanka:** Distributed spatial database systems for sensor data
- 10:20–10:40 **Boglárka Balázs – Szilárd Szabó:** Drought tendencies as reflected in MODIS images

12. szekció: Kutatásmódszertan
FŐÉPÜLET földszint 5. (multifunkciós) terem
Moderátor:
Dr. Pásztor László

- 9:00–9:20 **Schlosser Aletta Dóra – Szeghalmy Szilvia:** Objektumok lehatárolása térinformatikai adatok felhasználásával
- 9:20–9:40 **Szatmári Gábor – Laborci Annamária – Takács Katalin – Pásztor László:** Országos léptékű szerves széntartalom térképezés a GSOC17 specifikációi alapján adatbányászati és geostatistikai módszerekkel
- 9:40–10:00 **Telbisz Tamás – Karátson Dávid – Látos Tamás:** Vulkánok térfogatszámításával kapcsolatos módszertani kérdések
- 10:00–10:20 **Bozó Ádám – Molják Sándor – Hegyi Balázs – Lakatos László – Nagy Richárd:** Agroökológiai szempontú termőhely-minősítés az Egri borvidéken
- 10:20–10:40 **Dudás Gábor – Boros Lajos – Kovalcsik Tamás – Kovalcsik Balázs:** Az Airbnb térbeliségének vizsgálata raszteres adatábrázolási technika alkalmazásával
- 10:40–11:00 **Halmai Ákos – Czigány Szabolcs – Kiss Kinga – Hervai András – Máté Kornél – Pirkhoffer Ervin:** Tektomorfológiai vizsgálatok kisminta modellterben
- 11:00–11:20 **Tóth Csaba Albert – Prónay Zsolt – Markó László – Tildy Péter – Pethe Mihály:** Geofizikai módszerek alkalmazása a kunhalom kutatásban

13. szekció: Kartográfia és geovizualizáció
FŐÉPÜLET II. em. X. terem
Moderátor:
Dr. Siki Zoltán

- 9:00–9:20 **Simon Bertalan:** Klaszter- és hot-spot analízis módszereinek felhasználása emlékezetpolitikai kutatásokban
- 9:20–9:40 **Takács Bence – Siki Zoltán:** Centiméter pontosságú ETRS89-EOV/Balti átszámítás nyílt forráskódú környezetben
- 9:40–10:00 **Balogh Dániel – Gede Mátyás:** 3D tematikus vizualizációk lehetőségei QGIS-sel és Cesiummal
- 10:00–10:20 **Balogh Szabolcs – Sütő László – Molják Sándor – Hegyi Balázs – Nagy Richárd:** Történeti térképek felszínborítási kategóriáinak egységes jelkulcsrendszerének módszertana
- 10:20–10:40 **Nagy Gábor:** Egy terület lejtésviszonyainak ábrázolása
- 10:40–11:00 **Szabó Renáta:** A tengerhajózás térképei régen és ma
- 11:00–11:20 **Homoki Erika – Sütő László – Kohán Balázs:** Szövegelemzési eredmények megjelenítése geoinformatikai szoftverek alkalmazásával

11:30 – 12:10 II. Poszterszekció

(Díszudvar – Főépület földszint)

Moderátor:

Dr. Tóth Csaba Albert

- 1. David Honek – Martin Caletka – Michaela Danacova:** The water erosion in Myjava Upland
- 2. Czibalmos Róbert:** Helyspecifikus gazdálkodás alkalmazásának tapasztalatai a forgatás nélküli művelésben
- 3. Kiss Barbara – Péntes János – Túri Zoltán – Pálóczi Gábor:** Elérhetőségi vizsgálatok Miskolc közúti közlekedésére
- 4. Novák Zsolt:** Sentinel 1 radarfelvételek előfeldolgozása és felhasználási lehetőségei
- 5. Siki Zoltán:** Kiterjesztett valóság alkalmazása az oktatásban avagy térinformatikai homokozó nem csak kicsiknek
- 6. Négyesi Gábor – Lóki József:** Mezővédő fásítások felmérésének eredményei a Nyírségben

12:10 – 12:40 SZAKMAI TANÁCSKOZÁS A KIÁLLÍTÓKKAL

(DÍSZUDVAR - FŐÉPÜLET FÖLDSZINT)

12:40 – 13:40 EBÉDSZÜNET (FŐÉPÜLET III. EMELETI KERENGŐ)

13:45 – 15:00 FÓRUM - A TÉRINFORMATIKAI KONFERENCIA ZÁRÓÉRTÉKELÉSE

(FŐÉPÜLET FÖLDSZINT III. TEREM)

Talajszelvények modellezése és WRB szerinti értékelése egy alföldi mintaterületen

Balla Dániel¹ – Makai Krisztina² – Karancsi Gergő³ – Mester Tamás⁴ – Botos Ágnes⁵ – Zichar Marianna⁶ – Novák Tibor József⁷

¹ PhD hallgató, Debreceni Egyetem Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék,
balla.daniel@science.unideb.hu

² geográfus, Debreceni Egyetem Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, makaikriszti@gmail.com

³ geográfus, Debreceni Egyetem Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, karancsigeri@gmail.com

⁴ PhD hallgató, Debreceni Egyetem Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék,
mester.tamas@science.unideb.hu

⁵ PhD hallgató, Debreceni Egyetem Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék,
botos.agnes@science.unideb.hu

⁶ egyetemi docens, Debreceni Egyetem Informatikai Kar Komputergrafika és Képfeldolgozás Tanszék,
zichar.marianna@inf.unideb.hu

⁷ egyetemi adjunktus, Debreceni Egyetem Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék,
novak.tibor@science.unideb.hu

Abstract: Due to the development of GIS-technology, enhanced solutions are available to process and illustrate soil data collected from field surveys. With the application of GIS tools it is possible to map the fields and hence get an accurate image of the degree of the spatial heterogeneity of soils. The aim of this study is to redound modelling spatially the soil profile's structure with their genetic horizons that were unfolded at a plain clod parcel. Since we applied the guidelines of FAO and WRB to assess soil features, we also classified the profiles according to the WRB based on the results of the field survey and laboratory analyses.

Bevezetés

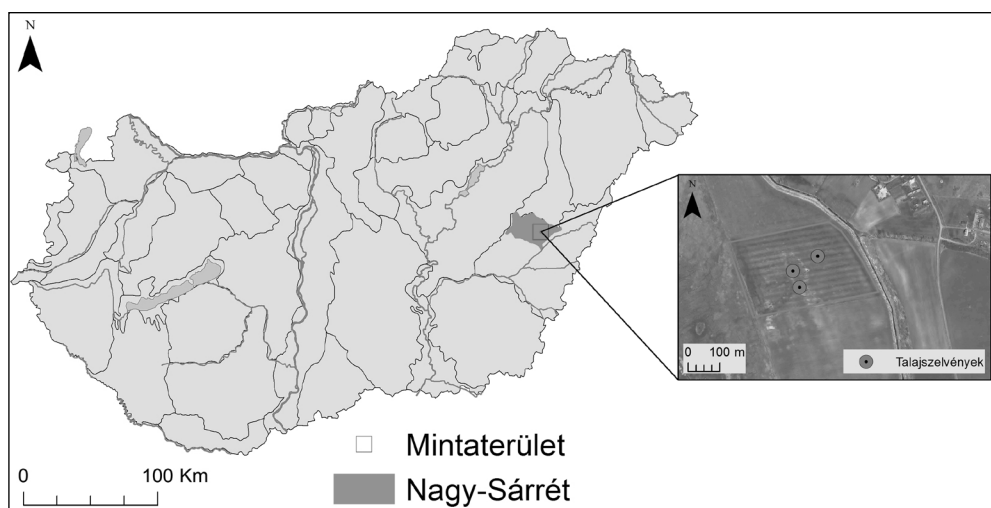
A térinformatika fejlődésének köszönhetően ma már lehetőségünk van a terepen gyűjtött talajadatok digitális feldolgozására és ábrázolására. Magyarországon a talajtérképezés és felvételezés közel 100 éves múltra tekint vissza, így a különböző talajtani mintavételezésből származó térbeli adatok feldolgozása kulcsfontosságú a minél pontosabb talajtérképek kialakításához (PÁSZTOR ET AL. 2010; BALLA ET AL. 2014). A térinformatikai eszközök (legyen az hardveres vagy szoftveres) felhasználásával lehetőségünk nyílik arra, hogy a földterületeket feltérképezzük és ennek köszönhetően pontos képet kapjunk a talaj térbeli heterogenitásának mértékéről is. Jelen tanulmány célja egy alföldi szántóföldi parcellán feltárt talajszelvények térbeli modellezése a hozzá tartozó genetikai szintekkel együtt. Mivel a talajtulajdonságok értékeléséhez a FAO és WRB irányelveit használtuk fel, ezért az ásott szelvényeket a terepi és laboratóriumi eredmények alapján WRB referencia csoportokba is besoroltuk.

Talajok helye a WRB rendszerezésben

A Világ Talaj Referencia Bázis (WRB) létrehozásának elsődleges célja a FAO rendszerének továbbfejlesztéséhez történő nemzetközi hozzájárulás volt. A WRB első vázlatát 1994-ben mutatták be a 15. Acapulco-i Talajtani Világkongresszuson. Itt hangsúlyozásra került, hogy a WRB létrehozásával nem új talajosztályozási rendszer megalkotása a cél, hanem a különböző nemzeti rendszerek közötti korreláció megteremtése. A rendszer a talajosztályozás diagnosztikai szemléletű megközelítésén alapszik, határozott definíciókkal és mennyiségileg kifejezhető feltételekkel (Novák T. 2013). A WRB osztályozás első szintjén megadott kulcs által meghatározott 32 referencia csoportot kell meghatározni (Reference Soil Group, RSG). Az osztályozás alsóbb szintjein minősítők (qualifiers) kerülnek definiálásra. A felhasználható minősítők minden egyes referencia csoporthoz külön, prioritási sorrendben kerültek felsorolásra (IUSS WG 2014).

Mintavétel

A kiválasztott mintaterület a Nagy-Sárrét mikrorégió keleti felén fekvő Nagyrábé községhez tartozó közel 10ha nagyságú szántó terület (*1. ábra*). A referencia szelvények kijelölése a térbeli - domborzati, illetve a Google Earth felvételein látható különbségek alapján történt. A három darab ásott talajszelvény, a terepre jellemző domborzati elemek legmagasabb, legmélyebb és köztes magasságú térszínein lettek elhelyezve. Ezekben a típusokban egy-egy, 1 méter mélységű szelvénygödör kiásását követően elvégeztük a talajszelvények leírását, vizuális jellemzését. A vizsgálatra kiválasztott 3 talajszelvény talajszintjeiből bolygatatlan és bolygatott talajmintákat vettünk laboratóriumi vizsgálatok céljára minden elkülöníthető genetikai szintből.



1. ábra A mintaterület elhelyezkedése

Talajadatok szoftveres feldolgozása RockWorks környezetben

A RockWorks egy földtani-mérnöki feladatok megoldására alkalmas többdimenziós térinformatikai szoftver. A program nagy előnye, hogy 3D pixelt, vagy ahogyan azt a szoftverben nevezik, voxelt használ. Ennek köszönhetően valódi 3D modellalkotásra képes, szemben a grid-alapú kontúrozó programokkal, mint például a Surfer. Az alkalmazásban minden x , y koordinátapárhoz már nem csak egy z értéket rendel hozzá, hanem g értéket is, ami egyszerre több is lehet. Ilyen g értékek lehetnek sztratifikai, litológiai, különböző mennyiségi- és intervallum adatok, valamint törési-, hidrológiai és vízádóra vonatkozó adatok.

A voxel-ek szabályos térhálós modellek „építőkövei”: az angolszász volume és pixel szavak összevonásával keletkezett és térfogatpontként fordítható le. Ezen modellek előállításánál a modelltérben általában a skalártér van megjelenítve. A skalártér a tér minden egyes pontjához egy-egy skalármennyiséget rendel, melyek a koordinátarendszer elforgatásával nem változnak a skalártérben. Így a voxel modellek folytonos, a tér minden pontján értelmezett mennyiségek modellezésére alkalmasak. A voxelekkel történő hézagmentes felbontás ötféleképpen kivitelezhető. Minden esetben szabályos testet (tetraéder, hexaéder, oktaéder, dodekaéder és ikozaéder) használunk, melyek rekurzívan, a hézagmentesség fenntartásával továbboszthatóak. A legtöbb esetben voxelként a hexaédert (kockát) alkalmazzák egyszerűsége és gráf-tömöríthetősége miatt (ALBERT G. 2009).

A szoftver felszín alatti adatok kiértékelésére, rendszerezésére illetve ábrázolására igen sokrétűen alkalmazható. A széleskörű felhasználási területek között szerepel a földtani kutatás, a szilárd ásványi anyag, illetve a fluid-bányászat, valamint a környezetvédelmi iparág is. Ezeken felül talajmechanikai és hidrogeológiai feladatok ábrázolására is alkalmas. A program segítségével készíthetünk térképeket, naplókát, metszeteket, kerítés diagramokat, szilárd modelleket egyaránt. Ezen felül használatának egyik legnagyobb előnye, hogy térfogatszámításokat tudunk végezni vele egyszerűen.

Működését tekintve a szoftver, több lépésben képes modellalkotásra és térfelület készítésre. Legelső lépésként egy bemeneti állományt kell létrehozni, amely lehet ASCII szövegállomány vagy épp táblázatkezelő állomány, mint például MS Excel vagy MS Access. A bemeneti állományt sablonszerűen kell megalkotnunk, hogy automatizálni tudjuk segítségével a betöltést. Ehhez több munkalapon kell rögzíteni a bevinni kívánt adatokat, mely lehetővé teszi, hogy egy ponthoz tartozó (x ; y) koordinátapárhoz, egyszerre több értéket is fel tudjunk tüntetni. A szoftver egyaránt tudja kezelni a pontadatokat és az intervallumadatokat is.

Kezdeti lépésként megalkottuk egy MS Excel típusú bemeneti állományt. Az .xls kiterjesztésű fájl munkalapjai a program beolvasásához lettek készítve, így sablonszerűek, ami megkönnyíti a betöltést. A különböző munkalapokon rögzítettük a mintavételi pontokhoz tartozó (x ; y) koordinátapárokat, valamint a z és g adatokat.

A bemeneti állomány betöltése során, a program automatikusan felajánlja a

koordináta-rendszert, amelyet az Excel fájlban tárolt pontok (x, y, z) koordinátaiból alkot meg. A Display Project Dimensions menüpontban a koordináta-rendszert utólag is lehet módosítani. A vizsgálati terület beállításai, azaz a voxel oldalai 2,0 m x 2,0 m x 0,1 m, így térfogata 0,4 m³.

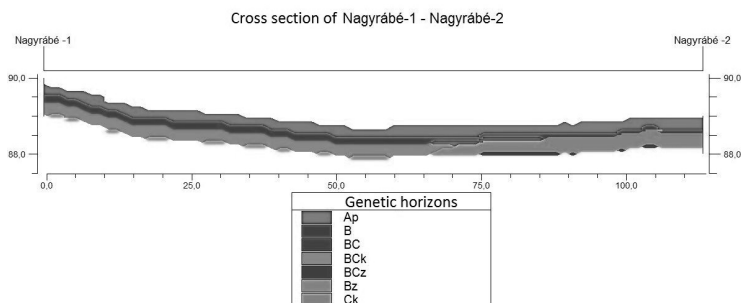
A Borhole Manager alkalmazásrészben megjeleníthető a bemeneti állomány, amely tartalmazza a mintavételi pontok alapparamétereit, törzsadatait, valamint egyéb, mélység függvényében változó tulajdonságait. A program ezen részében állítható elő a számunkra fontos talajtani solid model, amely voxelekből épül fel. Itt tudunk továbbá 2D kerítésszelvényeket és 3D kerítésmodellt készíteni.

Az Utilities a RockWorks másik segédprogramja, egy táblázatkezelő alkalmazás, amelynek segítségével grideket tudunk előállítani, amelyek különböző szűrési feltételekként használhatók fel.

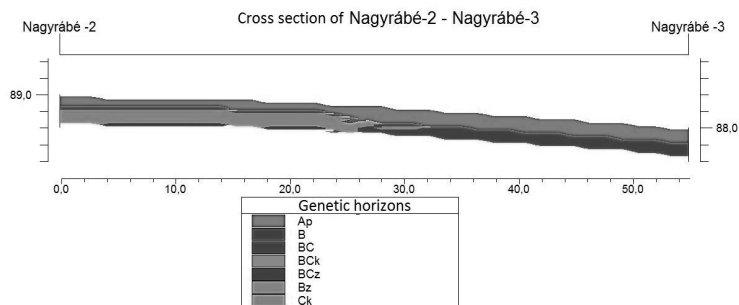
A program kimeneteli állományai között megtaláljuk a kétdimenziós megjelenítést, amely a RockPlot2D. Ilyenek lehetnek a fúrásnaplók, kereszt-szelvények, térképek, szintvonalas térképek. Ezeken kívül van háromdimenziós kimeneti fájl is, mint például solid modell, 3D térképek és szelvények. Számos további formátumú kimeneti export file is létrehozható, mint pl. TIF, PNG, JPEG (ROCKWORKS 2008).

Eredmények

A szoftveres feldolgozásnak köszönhetően mind kétdimenziósan, mind pedig háromdimenziósan is sikerült rekonstruálni a vizsgálati terület talajtani-környezeti viszonyait. Először a bemeneti adatbázisban rögzítettük a vizsgálati pontjaink „litológiáját” intervallum adatként - amelyek a következők: Ap, B, BC, BCk, BCz, Bz, Ck. A betöltést követően az Utilities segédprogram részben a Map→Grid-Based Map parancsával megalkottuk a vizsgálati pontok abszolút magasságából a terület felszín grid-jét, valamint a pontok aljának abszolút mélységéből a vizsgálati terület alsó kiterjedésének grid-jét, melyekhez algoritmusként háromszögelési módszert alkalmaztunk. A kapott grid-eket a továbbiakban szűrőként használtuk fel. Ezt követően a Borhole Managerben a Lithology→Section paranccsal megalkottuk a mintavételi pontjaink közötti interpolált kereszt-szelvényeket, ahol felső szűrőként



2. ábra A Nagyrábé 1 és 2 közötti kereszt-szelvény



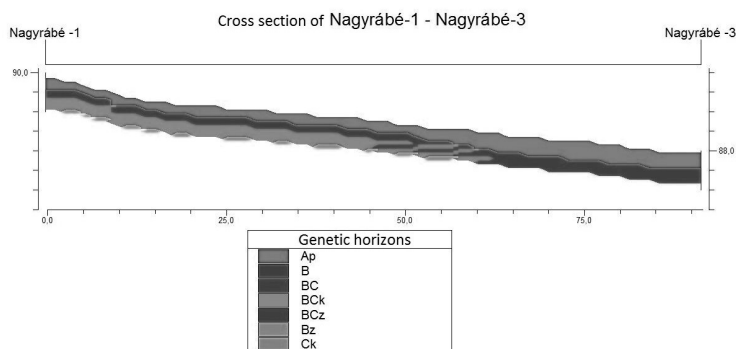
3. ábra A Nagyrábé 2 és 3 közötti keresztmetszvény

a pontok magasságából készített grid, míg alsó szűrőként a pontok mélységéből készített grid lett alkalmazva. Továbbá beállításra került, hogy a rétegek lefutása a felszíni grid lefutását, hajlását kövessék.

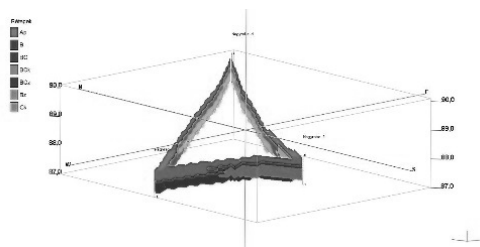
A 2. ábrán látható keresztmetszvény Nagyrábé 1-es és Nagyrábé 2-es talajszelvény közötti részt ábrázolja. Jól látszik, hogy az Ap feltalaj szint végig egyenletesen helyezkedik el. A B szint a Nagyrábé 2 felé haladva fokozatosan vékonyodik. Az átmeneti BC szint itt nem található meg. A BCk kicsivel több, mint a feléig tart, tehát ez a Nagyrábé 1 talajszelvényre lesz jellemző. A Ck szint kis foltokban helyezkedik el a keresztmetszvény feléig. A Nagyrábé 2 talajszelvényre lesz jellemző a Bz szint valamint egy vékony részen a BCz szint is.

A 3. ábra a Nagyrábé 2-es és Nagyrábé 3-as talajszelvény közötti keresztmetszvényt ábrázolja. Az Ap a szántott feltalaj szint a Nagyrábé 3 talajszelvény felé haladva kivastagszik, míg a B szint nagyon vékonyan van jelen a Nagyrábé 2 talajszelvényénél. A B szint a Nagyrábé 3 szelvényénél fog kivastagodni, aminek az alsó 0,5 m-ét szinte csak ez alkotja.

A 4. ábrán a Nagyrábé 1-es és Nagyrábé 3-as talajszelvény keresztmetszeti viszonya van szemléltetve. Itt is látszik, hogy a feltalaj Ap szintje fokozatosan vastagodik a Nagyrábé 3-as pont irányába. A B talajszint egyenletesen található meg a Nagyrábé 1 talajszelvénytől távolodva majd a keresztmetszvény 2/3-ától megvastagodik. A BCk átmeneti szint illetve a Ck szint csak a Nagyrábé 1 szelvényénél



4. ábra A Nagyrábé 1 és 3 közötti keresztmetszvény



5. ábra A keresztmetszvények 3D ábrázolása

figyelhető meg.

A 2D-s ábrázolás után, a Lithology→Fence paranccsal megalkottuk a terület három keresztmetszvényből álló háromdimenziós elhelyezkedését, melyet az 5. ábra szemléltet. Az alapbeállítások ugyanazok maradtak, mint a 2D keresztmetszvények esetében. Az ábrán megfigyelhető a szelvények vertikális kiterjedése és egymáshoz való viszonyuk, valamint az interpolált rétegek lefutása és elhelyezkedése.

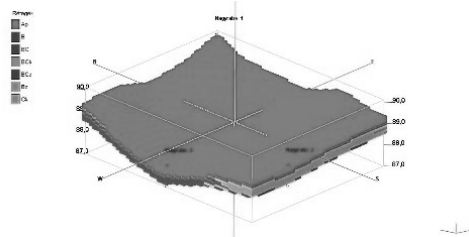
A keresztmetszvények 3D ábrázolása utána Lithology→Model paranccsal megalkottuk a mérési pontjaink közötti interpolált solid model-t, melyet a 6. ábra mutat be. A modell tízszeres túlmagasításban tükrözi a vizsgálati terület felszíni lefutását és genetikai szintjeit.

Szelvényleírás és WRB (IUSS WRB 2014) besorolás eredményei

A mintaterületen három darab 100 cm mély ásott talajszelvényt alakítottunk ki. A szelvényleírás időpontjában napos derült idő volt, korábban egy hete csapadékmentes volt a terület. Talajklímája mesic típusú. Domborzata csekély lejtésű (<5%) sík terület. Földhasználat tekintetében egyéves kultúra alkalmazása jellemzi a mintaterületet. A szelvények vízgazdálkodási típusa ustic típusba tartozik.

A Nagyrábé 1-es szelvény esetében a mélyen humuszos, bázistelített, szerkezetes mollic szintje, és az az alatt megtalálható kalcium-karbonát felhalmozódásos calcic szint együttes előfordulása alapján a Chernozem referencia csoportba soroltuk. Ezen felül vertic tulajdonságú rétegre vonatkozó követelmény teljesülése miatt, a referencia csoport szintű meghatározást követően vertic minősítőt rendeltük hozzá.

A Nagyrábé 2 szelvény esetén a Solonetz referencia csoport lehetőségének vizsgálata alapján natric szintre vonatkozó követelmények teljesültek. A mély



6. ábra A terület 3D talajtani modellje

humuszos réteg, illetve a vezetőképességből számított jelentős sótartalom alapján a mollic és az endosalic minősítőket rendeltük a szelvényhez.

A Nagyrábé 3-as szelvény esetében a mollic szint alatt nem volt megtalálható calcic szint, sőt, az egész szelvény inkább mészhiányos volt, amely alapján a talajt a Phaeozem referencia csoportba soroltuk. Ugyanakkor a feltalajban is jelentkező vasszeplők, rozsdafoltok kapilláris úton emelkedő vízhatásról és időszakos levegőtleniségről árulkodtak, amely alapján előminősítőként a gleyic minősítőt rendeltünk a szelvényhez.

Mindhárom szelvény szövete alapvetően iszapos vályog, domináns iszapfrakcióval, ezért mindegyik esetben alkalmaztuk utóminősítőként a siltic minősítőt. Ugyancsak mindhárom esetben alkalmazható volt az anthric minősítő, amely a feltalaj szántott, folyamatosan bolygatott jellegére utal (1. táblázat).

1. táblázat: Talajszelvények horizontszekvenciái és WRB besorolásuk

ID	Horizont szekvencia	WRB RSG és minősítők
N1	Ap-B-BC-Ck	Vertic, Calcic Chernozem (Anthric, Siltic)
N2	Ap-B-Bz-BCz	Endosalic-Mollic Solonetz (Anthric, Siltic)
N3	Ap-B-BC	Gleyic Phaeozem (Anthric, Pachic, Siltic)

A terepi feltárást és a szoftveres feldolgozást követően megállapíthatjuk, hogy a típusszelvények segítségével egy kis kiterjedésű szántóföldi területen belül jelentős talajheterogenitást sikerült kimutatni, amelyet két illetve háromdimenziós eljárásokkal modelleztük. A parcellán belül szelvényeket pedig a WRB irányelvei alapján három különböző referencia csoportba (Chernozem, Solonetz, Phaeozem) soroltuk.

Az eredmények alapján kijelenthetjük, hogy a térinformatikai feldolgozással végzett elemző munka ma már nagymértékben segíti a talajadatok térbeli reprezentációját, valamint lehetséges támpontokat ad a későbbi talajtípus meghatározáshoz. Ugyanakkor megjegyeznénk, hogy többdimenziós modellezésnél és megjelenítésnél kulcsfontosságú, hogy a mintavételi pontok lefedjék a vizsgálandó mintaterületet, mert a helytelenül elhelyezett mintavételből származó adatok nagymértékben torzíthatják modellünket és pontatlan képet adhatnak a vizsgált terület aktuális talajviszonyairól.

Felhasznált irodalom

- ALBERT, G. (2009): Háromdimenziós földtani modellek fejlesztésének és megjelenítésének módszerei térinformatikai szemlélettel. Doktori (PhD) értekezés. Magyar Állami Földtani Intézet, pp. 74–75.
- BALLA, D. – ZICHAR, M. – NOVÁK, T. – MAKAI, K. (2014): Talajszelvények bemutatása Google API-k felhasználásával. In: Balázs B. (szerk.): Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában V.: Térinformatikai konferencia és szakkiallítás - Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, pp. 27–34.

- IUSS WORKING GROUP WRB (2014): World Reference Base For Soil Resources 2014. International Soil Classification System For Naming Soils And Creating Legends For Soil Maps (3RD ED.). Rome: FAO.
- PÁSZTOR, L. – SZABÓ, J. – BAKACSI, Zs. (2010): Application of the Digital Kreybig Soil Information System for the delineation of naturally handicapped areas in Hungary. *Agrokémia és Talajtan*. 2010, Vol. 59, Issue 1, pp. 47–56.
- NOVÁK, T. (2013): Talajtani praktikum (Talajok terepi vizsgálata, leírása és osztályozása), Meridián Alapítvány, Debrecen, 188. p.
- ROCKWORKS (2008): User's Manual, pp. 12–348.

3D tematikus vizualizációk lehetőségei QGIS-sel és Cesiummal

Balogh Dániel¹ – Gede Mátyás²

¹ MSc hallgató, ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék, b.donny91@gmail.com

² egyetemi adjunktus, ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék, saman@map.elte.hu

Abstract: Cesium is a open source JavaScript virtual globe library for embedding spectacular 3D visualisations to web pages. This platform and browser independent library is a great tool for visualising various spatial datasets. It also supports spatio-temporal data, providing simple a solution for creating short animations.

This paper discusses the possible uses of a plugin, which was developed for the open source GIS software QGIS. The plugin (CZML Generator) supports four different thematic visualisation method: 3D prism maps, 3D prism maps with temporal animation, scaled 3D models and raised connector lines.

Bevezetés

A Cesium (Cozzi, 2013) egy nyílt forráskódú JavaScript könyvtár, melynek segítségével egyszerűen jeleníthetünk meg az interneten látványos, két- vagy háromdimenziós vizualizációkat. A platform- és böngészőfüggetlen könyvtár remekül alkalmazható különböző térbeli adatok megjelenítésére, továbbá lehetőséget nyújt idősoros adatok feldolgozására is, ami ideális rövid és letisztult animációk bemutatására.

Ebben a cikkben a szintén ingyenesen elérhető közösségi GIS szoftverhez, a QGIS-hez készült Cesium modul által nyújtott lehetőségeket fogom bemutatni. A CZML Generator (https://github.com/samanbey/czml_generator) nevű kiegészítőt dr. Gede Mátyás az ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszékének oktatója alkotta meg 2016-ban (GEDE, 2016). A modul négy alapvető tematikus ábrázolásra ad lehetőséget: egyszerű 3D kartogramok (Prism map), idősoros adatot bemutató dinamikusan változó 3D kartogramok (Prismed map with time), 3D szimbólumok (Scaled models with time), valamint ívek (Raised connector lines).

A modul előnyei, használata

A modul számos előnnyel bír. Mint a bevezetőben említettem a Cesium ingyenes, nyílt forráskódú, számos felhasználóval rendelkező virtuálglobusz-könyvtár. Népszerűsége annak köszönhető, hogy weboldalakba integrálható, változatos módon megjeleníthető és számos háttértérkép hozzáadását lehetővé tevő térbeli adatmegjelenítési eszköz. Raszteres képek és vektoros elemek ábrázolására egyaránt alkalmas. A plugint könnyedén beszerezhetjük a fent említett linkről letöltve.

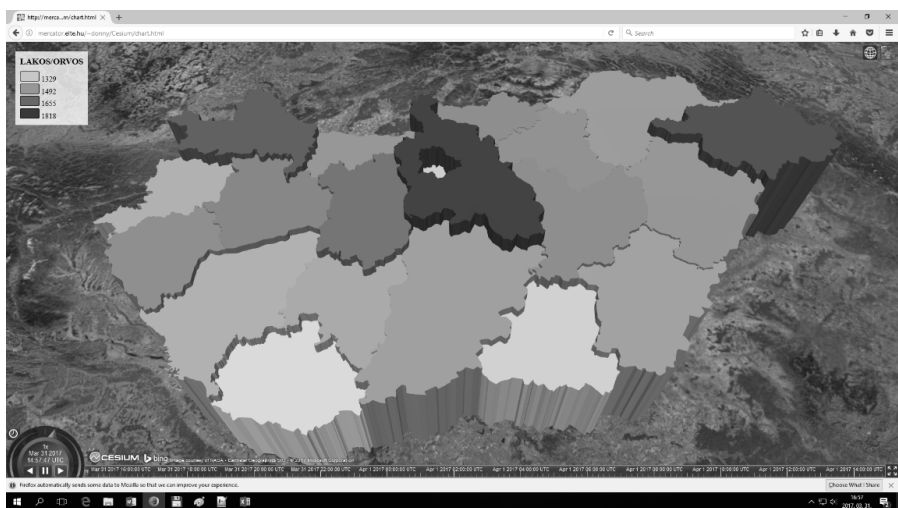
Az oldalon szereplő utasítások szerint bemásoljuk a megadott mappákat a megfelelő helyre, majd a QGIS-ben a Modulok fül alatt hozzáadjuk a czml generator-t. Az oldalon a sampleData mappában találunk egy szimpla példa adatsort, mely Magyarország megyéire vonatkozó népességi adatokat tartalmaz. A sampleView mappában pedig a megjelenítéshez használandó chart.html állomány szerepel, továbbá egy saját formátumú 3D (szarvasmarha) példa modell. Adataink megjelenítéséhez nincs más dolgunk, mint az alább ismertetett módszerek közül kiválasztani az adatoknak és kívánt megjelenítésnek megfelelőt, megadni a paramétereket és kész is a saját czml kiterjesztésű állományunk. Az optimális megjelenítés kulcsa itt is a megfelelő paraméterek beállítása, hiszen (az adatokon kívül természetesen) ez adja meg a végtermék milyenségét, így annak közérthetőségét. A legcélszerűbb megjelenítés érdekében fontos figyelem előtt tartani az ábrázolás célját, továbbá a célközönséget.

Térbeli kartogrammok

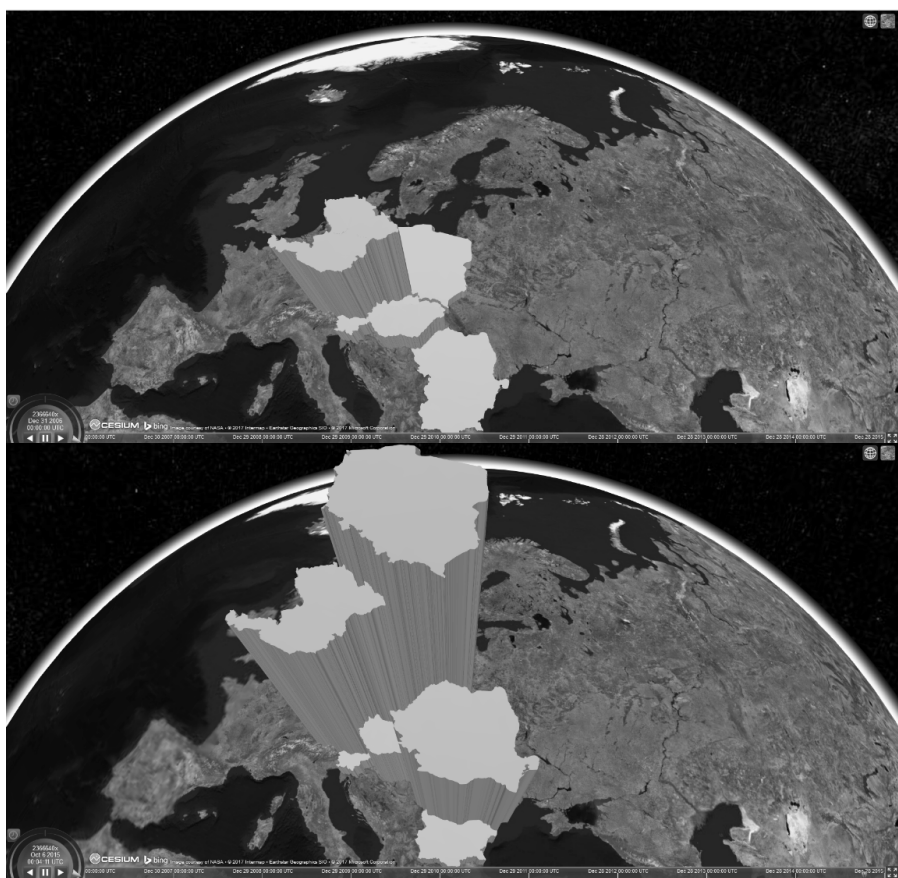
Talán az egyik legszimplább és legkifejezőbb tematikus ábrázolási forma a kartogram. A kartogram lehatárolt területekre vonatkozó adatok ábrázolására használandó, mint például Magyarország megyéiben az egy orvosra jutó lakosok száma. Az ilyen térképekről jelmagyarázat segítségével könnyedén leolvasható, hogy az adott megye melyik előre meghatározott kategóriába esik. Ezt általában felületi színezéssel szemléltetjük. Arról azonban nem ad tájékoztatást, hogy a szóban forgó csoporton belüli többi megyével milyen kapcsolatban áll. Persze ez kiküszöbölhető lenne, ha minden egyes értékhez a színskálán megfeleltetnénk egy adott szint, ez azonban már ennél a példánál sem adna könnyen értelmezhető és kifejező megoldást, nem is beszélve arról, ha jobban tagolt adatsort szeretnénk bemutatni. Ha azonban mindezt térbeli, tehát magassággal is rendelkező kartogramok létrehozásával ábrázoljuk, akkor a magasságkülönbségek egyértelműen bemutatják a területekre vonatkozó értékek különbségeit. Ilyen, és ehhez hasonló megjelenítésre ad alkalmat a CZML Generator plugin négy adatábrázolási opciója.

A *Prism map* menüpontban megadjuk az ábrázolni kívánt réteget, az attribútumot, ami alapján meg szeretnénk jeleníteni, színskála két végpontját, a magasítás mértékét, valamint a skálázási lehetőségeket (lineárisan, négyzetgyökösen, vagy logaritmikusan növekvő értékek). A színek, a magasítás mértékének, valamint a skálázási beállítások állításával manipulálhatjuk a végeredményt. Az alábbi példán (1. ábra) a 2015-ben egy háziorvosra és házi gyermekorvosra jutó lakosok száma látható (KSH, 2017). Bár a színskála itt sem tagolt, a színek éles határok nélkül, plasztikusan változnak az adatokkal, a poligonok magasságai mégis szemléletesebbé és tisztábbá teszik a különbségeket.

A következő menüponttal még egy további dimenziót adhatunk az adatsorunknak, amennyiben az idősort tartalmaz, tehát a benne tárolt adatok nem csak egy időpontra vonatkoznak, hanem adott elemre több időponthoz tartozó információt is tárolnak. A *Prism map with time* funkció az előzőhöz képest kibővült egy



1. ábra 3D felületkartogram Cesiumban megjelenítve

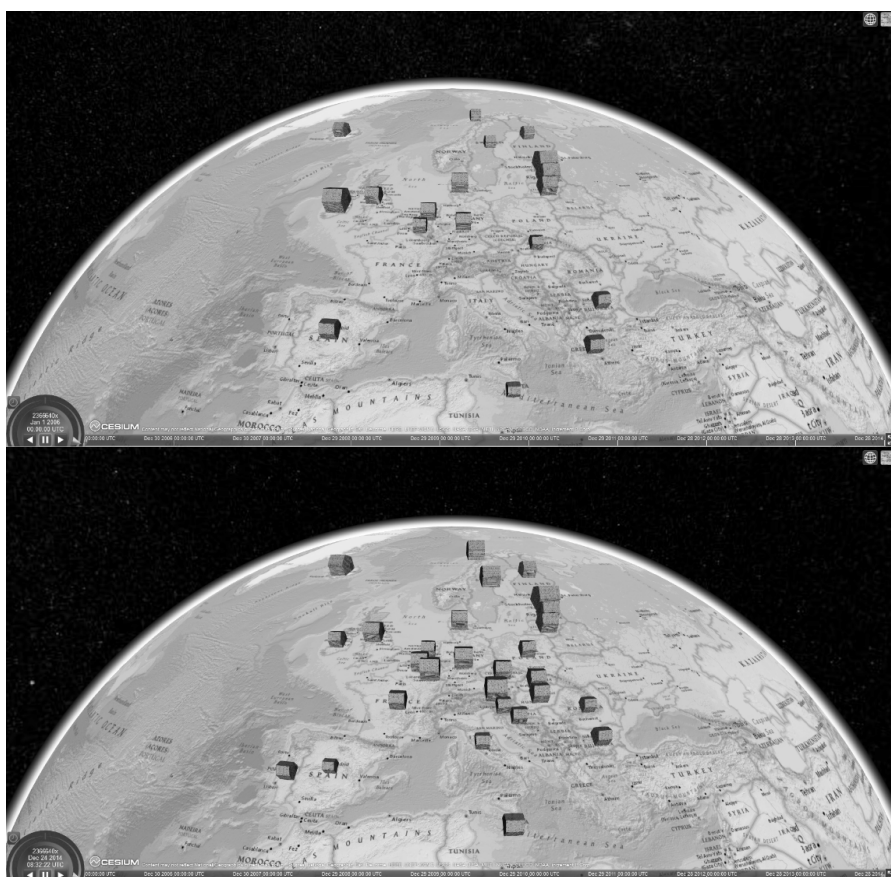


2. ábra Idősoros 3D felületkartogram Cesiumban megjelenítve

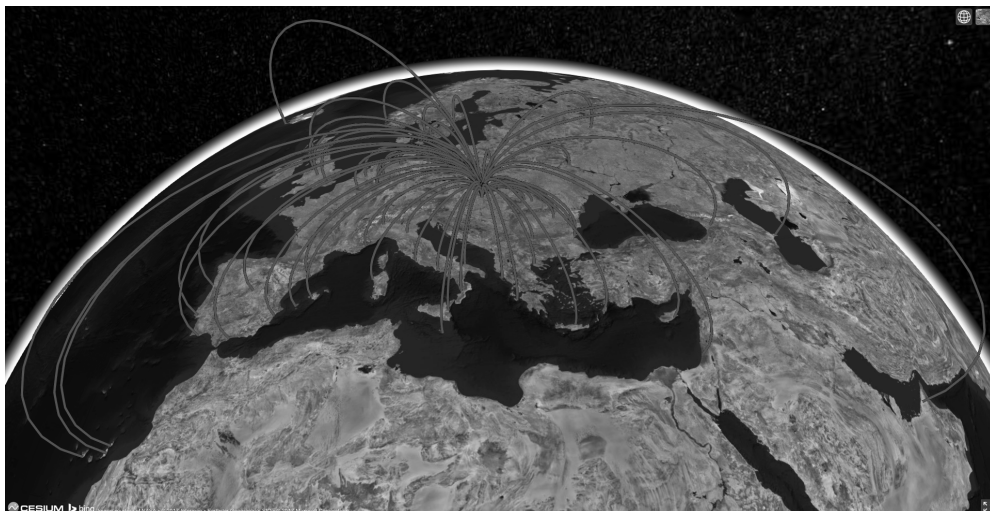
beállítással, melyben akár másodpercre pontosan adhatunk meg az adatokhoz időbeli érvényességet. Ezzel az opcióval rendkívül szemléletes animációkat hozhatunk létre az adatsor méretétől függően. Az időt a böngészőablak alján található konzollal és idősorral befolyásolhatjuk (konkrét időpont beállítása, az idő múlásának sebessége). Akkor célszerű használni, ha az adatsorunkban bekövetkezett változásokat szeretnénk szemléltetni adott időintervallumon belül. Az ehhez tartozó példán (2. ábra) Európa közép-keleti országaiba bevándorlók száma figyelhető meg 2006-tól napjainkig (EUROSTAT, 2017).

3D modellek

Az eddig felsorolt menüpontok mind területre vonatkozó adatokkal dolgoztak. A *Scaled models with time* lehetőséggel mind területre, mind pontra vonatkozó adatokat tudunk megjeleníteni. Ebben a menüpontban azonban a kartogram módszer helyett három dimenziós jeleket vagyunk képesek felvinni a glóbuszra. Itt az adatsor mellett szükségünk van a megjeleníteni kívánt alakzat 3D-s modelljére is, melyet a Cesium saját formátumába kell konvertálni (ehhez létezik egy könnyen használható



3. ábra Adatok 3D modellekkel megjelenítve



4. ábra 3D összekötő vonalak Cesiumban megjelenítve

online felület). Olyan adatsorok prezentálására érdemes használni, melyek rekordjai pontszerűek és elszórtan helyezkednek el. Az alábbi ábrán (3. ábra) az EU-s országok ingatlanárainak változásait láthatjuk ezen megjelenítésben 2010-es állapothoz viszonyítva 2006 (felül) és 2015 (alul) között (EUROSTAT, 2017).

Térbeli kapcsoltok jelzése összekötő vonalakkal

Az utolsó lehetséges megjelenítési forma két pontot összekötő egyszerű vonalas elemek kifejező ábrázolását teszi lehetővé. Ennek az opciónak célszerű felhasználási területe minden olyan vonalasnak tekinthető információ (utazási, szállítmányozási adatok) vizualizálása, mely két fix végponthoz köthető. Lehetőségünk van megadni, hogy a vonalak vastagsága az adatoktól függően változzon, így ideális például adott légitársaság utasforgalmának bemutatására. Az ábrán (4. ábra) a Wizz Air budapesti járatai láthatóak utasforgalmi adatok nélkül.

Összefoglalás

Manapság már alapvetőnek számítanak a beágyazott webes térképi tartalmak, és egyre nő az igény a szemléletesebb megjelenítésre, köztük a 3D vizualizációkra. Eddig azonban nem nagyon akadt olyan program melynek segítségével térinformatikai adatokból könnyedén generálhattunk igényes 3D tartalmat. Ezt hivatott kiszolgálni a Cesium, valamint a hozzá készített QGIS modul a CZML Generator.

Ez a kutatás a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal – NKFIH támogatásával valósul meg. Szerződésszám: PD 111737).

Felhasznált irodalom

- Cozzi, P. (2013): Cesium: 3D Maps on the Web. FOSS4G NA, 05/2013.
<http://cesiumjs.org/presentations/Cesium3DMapsOnTheWeb.pdf>
- GEDE M. (2016): Tematikus térképek Cesiummal, VII. Térinformatikai konferencia és szakkiállítás konferencia kiadványa, Debrecen. pp 169–175.
- KSH (2017): Központi Statisztikai Hivatal, 6.2.3.2. Házi orvosok és házi gyermekorvosok, december 31. (2000–)
https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_fea002.html
- EUROSTAT (2017): Eurostat, House price index.
http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=prc_hpi_a&lang=en
- EUROSTAT (2017): Eurostat, Immigration by age and sex.
http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=migr_imm8&lang=en

Eltérő kamera-típusok képeiből generált felszínmodellek összehasonlítása mikrotopográfiai vizsgálatokban

Barkóczi Norbert Gábor¹ – Bertalan László² – Szabó Gergely³

¹ PhD-hallgató, Debreceni Egyetem, Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, norbert.barkoczi@gmail.com

² egyetemi tanársegéd, Debreceni Egyetem, Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, bertalan@science.unideb.hu

³ egyetemi adjunktus, Debreceni Egyetem, Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, szabo.gergely@science.unideb.hu

Abstract: Flume experiments are common tools in investigations of fluvial geomorphology. There is often a need to capture the actual phase of fluvial surface development. Terrestrial laser scanner was used as reference data and compared to three different type of photogrammetric model. The three type were based on three different camera type (Panasonic, GoPro, Xiaomi). Furthermore we investigated the software processing levels and the processing time. The results showed that an accurate surface model can be created even from smartphone imagery, however the higher processing parameters not always lead to higher accuracy.

Bevezetés

A folyóvizes terepasztali kísérletek kiemelt fontosságú eleme a felszínfejlődés stádiumainak lehető legrészletesebb rögzítése. A mikrodomborzat felvételezésére ma már számos hatékony és gyors eljárás létezik. A leggyakoribbak ezek közül mérőállomással készített változat (BERTALAN L. 2013), a lézer-alapú térszkenneres módszer (BERTALAN ET AL. 2016A; CHOW ET AL. 2010), a fényképekből generált fotogrammetriai módszer (BARKÓCZI ET AL. 2016; BERTALAN – SZABÓ 2014; KISS ET AL 2015; PIRKHOFER ET AL. 2014), vagy az Xbox Kinect (BERTALAN ET AL. 2016B) szenzorral létrehozott kísérleti modellek. Az eredmények helyes kiértékeléséhez ismernünk kell az egyes eszközök, módszerek és ezek alkalmazási módja közti különbségeket. A felmérés során több eszközzel is rögzítettük a folyóvizes terepasztal állapotát. A viszonyítási alapként használt nagy pontosságú térszkenneres felmérés mellett, három különböző kamera típussal készültek felvételek. Külföldi kutatások a közeli-fotogrammetriai módszerekről, és azok alkalmazásáról a fluviális geomorfológiában születtek korábban (BERTIN ET AL. 2016), vagy az ún. structure-from-motion technikán alapú fotogrammetriai kutatások szintén (WESTOBY ET AL. 2012; WOODGET ET AL. 2015).

Célunk a térszkenner által létrehozott referencia pontfelhőhöz viszonyítva meghatározni az egyes kamerák által készített fényképeken alapuló digitális felszínmodellek (DFM) magassági pontosságát. Továbbá a kamera típusok mellett a szoftveres feldolgozás paraméterezései szintjei közti eltéréseket kívánjuk bemutatni.

A feldolgozási szintek futási idejét, és az azokhoz tartozó átlagos modellpontosságot hasonlítjuk össze.

Anyag és módszer

A vizsgálat során a Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék folyóvízes laboratórium terepasztalának felszíne került felmérésre, FARO Focus 3D típusú térszkenner segítségével. A szkenner által készített nagy sűrűségű pontfelhő szolgáltatta a referencia felületet a fotogrammetriai módszerrel létrehozott adatokhoz.

A folyóvízes laboratórium felvételezése során 3 különböző típusú kamera került felhasználásra. Az első egy cserélhető objektíves, tükörreflexes Panasonic G6 típusú fényképező gép volt. A kamera 16 Mp-es képeket készít. A második kamera a GoPro Hero 3+ Black Edition kis formátumú akció kamera, amely 12 Mp-es képeket készít. A harmadik eszköz egy okostelefon gyári fényképezője a Xiaomi Redmi Note 2. Mindhárom eszközzel egységesen 18 kép készült a felszínről, kb. 3-3,5 méteres távolságból. Az átfedő digitális felvételek fotogrammetriai feldolgozásra kerültek. A felmérés során lézeres mérőállomással 15 GCP helyzetét rögzítettük, az adatok méter alapú lokális koordináta rendszerben kerültek meghatározásra.

A szoftveres feldolgozás során az Agisoft Photoscan különböző paramétereit is vizsgáltuk. A felvételek összekapcsolása, és a pontfelhő létrehozása során 5 különböző paramétert adhatunk meg. A legfinomabb (*highest*) paraméter a felvételek eredeti felbontásával (1/1) dolgozik, a második (*high*) paraméter a felvételeket x és y irányban is felére (1/2) skálázza, a harmadik (*medium*) paraméter már az eredeti felbontása negyedével (1/4) dolgozik, míg a legdurvább (*lowest*) az eredeti felvételeket 16-szorosan csökkenti le (1/16). E különböző paraméterekkel a létrejövő pontfelhő részletességét, térbeli felbontását szabályozhatjuk. Az átfedő képek alapján a szoftver kapcsoló pontokat keres, majd ezek alapján létrehozza a ritka és sűrű pontfelhőt. A 15 GCP alapján meghatározásra került a lokális koordináta rendszer, majd *.tif formátumban exportáltuk a kész felszínmodelleket.

A térszkenner által létrehozott pontfelhő adatait *.las formátumba alakítottuk, majd SAGA GIS szoftverben pont típusú shape fájlra konvertáltuk. Az eredeti pontfelhő több mint 10 millió pontot tartalmazott, ezek egy kis szeletét, 2279 db¹ véletlenszerű pontot választottunk ki a felszínmodellek pontosságának meghatározása céljából. Az egyes felszínmodellek magassági adatait tartalmazó pixel értékeit lekérdezve és attribútum táblába gyűjtve dolgoztuk fel. A felbontás csökkenés növekedésével egyenes arányban nő a térbeli felbontás (*I. táblázat*). Ezzel szintén egyenes arányban növekszik a felszínmodell alapjául szolgáló pontfelhő sűrűsége is.

A térszkenner által létrehozott pontfelhő részletén és a Xiaomi telefon képeiből készített felszínmodellen jól kirajzolódnak a kísérlet során előállított folyóvízi

¹ Xiaomi telefonnal készült felvételek közül az 1/16 felbontás csökkentéssel készült modell validálása 359 ellenőrző pont alapján készült

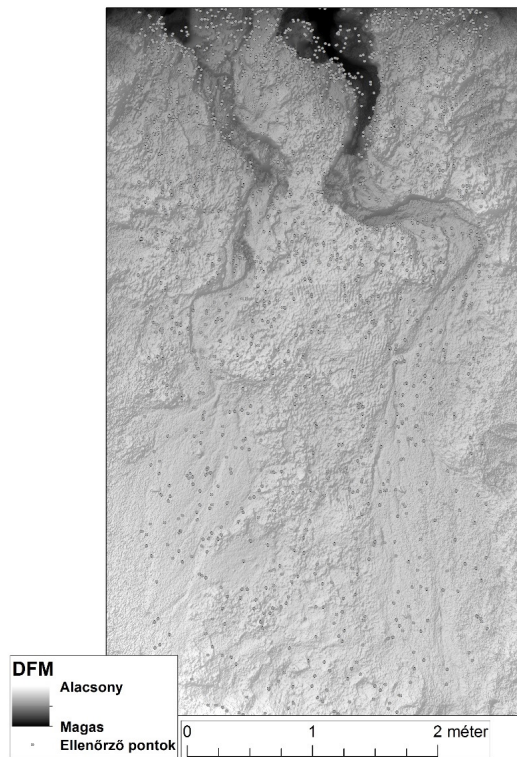
1. táblázat A használt kamera típusok, és az elért térbeli felbontások

Kamera	Mp	Felbontás csökkenés	DFM felbontása (mm/pixel)	Pontfelhő sűrűsége (pont/m ²)
Panasonic	16	1/16	13	6199
		1/8	6	24763
		1/4	3	98915
		1/2	1,6	396296
		1	0,8	1587260
GoPro	12	1/16	25	1635
		1/8	12	6808
		1/4	6	27508
		1/2	3	108736
		1	1,5	426890
Xiaomi	10	1/16	16	4186
		1/8	8	17436
		1/4	4	69777
		1/2	1,9	279853
		1	1	1135940

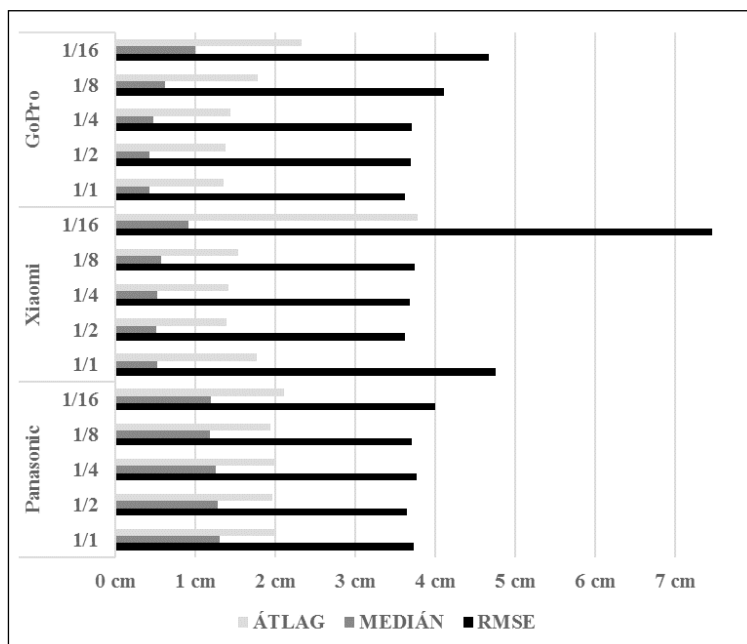
felszíninformák, úgy mint hátravágódó völgyek, meanderező medrek, övzátonyok és hordalékkúpok (1. ábra). A magasabb fekvő régiókban a folyó mély, bevágódó völgyeket hozott létre, majd a középső területek kanyargó, meanderező mozgást végzett. A pontfelhőből egyenletesen a területen elosztva lettek kiválasztva a véletlenszerű ellenőrző pontok.

Eredmények

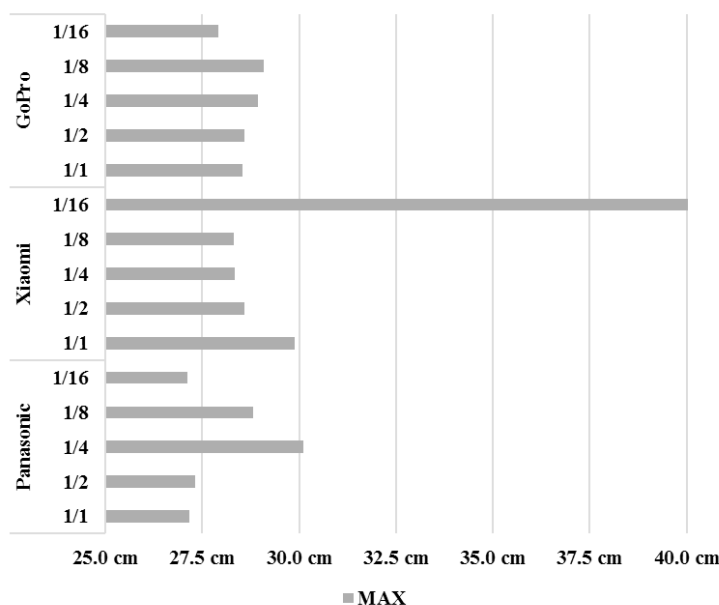
A három különböző kamera típus és az öt eltérő szoftveres paraméter eredményeként 15 különböző felszínmodellt hoztunk létre. A 2. ábrán látható e felszínmodellek néhány leíró statisztikája. Az átlagos hibák tekintetében a GoPro-val készült modellek közül az 1/1-es modell értéke a legalacsonyabb (1,3 cm). E kamerával készült modellek közül a legmagasabb az 1/16-os modell, 2,3 cm-es átlagos hibával. A Xiaomi telefon által készült modellek közül a legalacsonyabb 1,4 cm-es átlagos hibával bír, még a 1/16-os modell 3,8 cm-el. A Panasonic kamera egyes modelljei közt alig tapasztalható különbség, 1,9–2,1 cm közötti átlaggal bírnak. Medián hibák tekintetében hasonlóak az arányok: a GoPro-val készített modellek 0,4-1 cm közötti hibával terheltek, míg a Xiaomi-val készült modellek 0,5-0,9 cm-es mediánnal bírnak. Még az előző két esetben elmondható, hogy a felbontás fokozatos csökkentésével csökkenek az átlagos hibák, a Panasonic kamerával készült modellek esetén stagnálás figyelhető meg. A négyzetes középhiba (RMSE) tekintetében a némileg magasabb értékeket figyelhetünk meg. Mind a három kamera típus esetén hasonló értékeket kaptunk 3,6–3,8 cm, kivétel ez alól a 1/16-os modellek, ahol rendszerint a legmagasabb az RMS hiba értéke, a Xiaomi felvételek közül az 1/16-os modell esetén 7,5 cm.



1. ábra A folyóvízes laboratórium felszínmodellje, és a térszkenner ellenőrző pontjai



2. ábra Az egyes felszínmodellek átlag, medián és RMS hibái



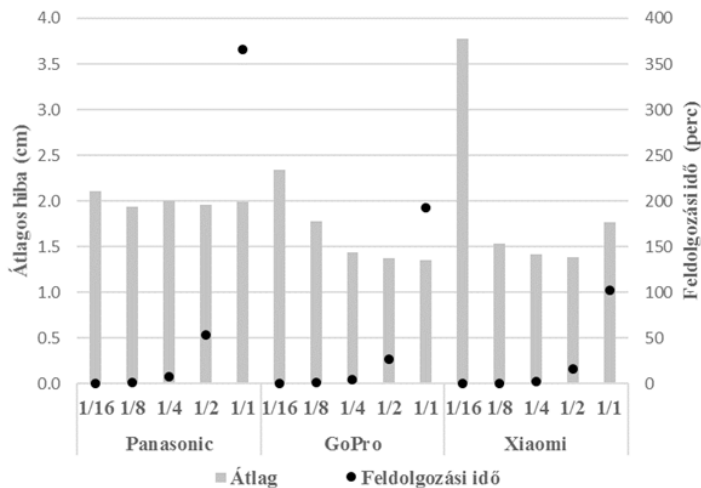
3. ábra Az egyes felszínmodellek maximum hibái

Az átlagok mellett külön ábráztuk a legnagyobb eltéréseket az egyes modellek esetén (3. ábra). Ez alapján nem alkothatunk egységes képet az egyes szoftveres paramétereikről. A GoPro esetén közel hasonló maximum hibákat tapasztalhatunk 28-29 cm. A Xiaomi modelljei közül az 1/16-os itt is kiemelkedik, 40 cm-es maximum hibájával. A Panasonic esetén pedig az 1/4-es modellnél mértük a legnagyobb hibát 30,1 cm.

A szoftveres feldolgozás egyik fontos tényezője a felszínmodell elkészítésének futási ideje. Az egyes modellek átlagos hibái mellé ábráztuk az adott modell feldolgozási idejét, azonos hardveres környezetben (4. ábra). Az 1/16, 1/8 és 1/4-es feldolgozási paraméterek rendszerint néhány percen belül, vagy az alatt lefutottak. Az 1/2-es felbontás csökkentéssel készült modellek esetén is 1 óra alatti futási időt mértünk. A felbontás csökkentés nélkül (1/1) készült modellek közül volt olyan (Panasonic), ahol több mint 6 óráig számolt a program, annak ellenére, hogy összesen 18 képből álltak a modellek. Továbbá egyedül a GoPro által készült modellek esetén igaz, hogy minél magasabb minőségi paraméterrel futtatjuk le a programot annál pontosabb lesz az eredmény – a másik két kamera típus esetén ez nem igaz.

Összefoglalás

Vizsgálataink kimutatták, hogy a robosztus fotogrammetriai szoftver széles körűen támogatja a különböző kamera típusokat, így akár egy mobiltelefon segítségével is létrehozhatunk relatíve pontos felszínmodelleket. A széles látószöggel rendelkező GoPro kamera hibái kisebb intervallumban szórnak, alacsonyabb



4. ábra A felszínmodellek átlagos hibái és a feldolgozási idő

kiugró hibákkal rendelkeznek, mint a két másik kameratípus. A Panasonic (MILC) kamerával létrehozott modellek a szoftveres paramétertől függetlenül közel azonos eredményeket hoztak. A felbontás csökkentés tekintetében nem ajánlott az 1/16-os beállítást használni, mivel e modellek esetében lényegesen nagyobb hibákat kaptunk. A feldolgozási idő és szoftveres paraméter viszonyában pedig nem feltétlenül ajánlott az 1/1-es beállítás, mivel szignifikánsan hosszabb idővel bír, viszont nem feltétlenül kapunk nagyobb pontosságot.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást támogatta a Debreceni Egyetem (RH/751/2015). Köszönetünket szeretnénk kifejezni Énekes Gábornak és a Sidex Trade Kft-nek a kutatás alapját képező FARO Focus lézershírnél rendelkezésünkre bocsátásáért.

Felhasznált irodalom

- BARKÓCZI N. – SZABÓ G. (2016): Horizontális hiba vizsgálata fotogrammetriai úton előállított ortofotó esetén. In: Balázs B. (szerk.) Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában: Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás VII. pp. 63–68.
- BERTALAN L. (2013): Investigations of fluvial geomorphic processes in laboratory conditions with modern GIS methods. In: Macka, Z., Havlíček, M., Demek, J., Kirchner, K. (szerk.) State of geomorphological research in the year 2013 - Proceedings and excursion guide of the conference. Brno: Institute of Geonics - Academy of Sciences of the Czech Republic, 2013. 97 p.
- BERTALAN L. – TÓTH Cs. A. – SZABÓ G. (2013): Fluviális felszínfejlődési folyamatok modellezési lehetőségei folyóvízes laboratóriumban – In: Lóki J. (szerk.) Az elmélet

- és a gyakorlat találkozása a térinformatikában: Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás IV. pp. 111–118.
- BERTALAN L. – SZABÓ G. (2014): Fotogrammetria-alapú domborzatmodellezés folyóvízes terepasztalon. In: Balázs B. (szerk.) Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában: Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás V. pp. 69–76.
- BERTALAN, L. – TÓTH, Cs.A. – SZABÓ, G. – NAGY, G. – KUDA, F. – SZABÓ, SZ. (2016a): Confirmation of a theory: reconstruction of an alluvial plain development in a flume experiment. *Erdkunde* 70(3), pp. 271–285.
- BERTALAN L. – SZEGHALMY SZ. – BARKÓCZI N. – SZABÓ G. (2016b): Xbox Kinect szenzor alkalmazási lehetőségei a felszínmodellezésben. In: Balázs B. (szerk.) Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában: Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás VII. 542 p.
- BERTIN, S. – FRIEDRICH, H. (2016): Field application of close-range digital photogrammetry (CRDP) for grain-scale fluvial morphology studies. *Earth Surface Processes and Landforms* 41, pp. 1358–1369.
- CHOW, J. C. K. – LICHTI, D. D. – TESKEY, W. F. (2010): Self-Calibration of the Trimble (Mensi) GS200 Terrestrial Laser. *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* Vol. 38 (5), pp. 161–166.
- KISS K. – HALMAI Á. – CZIGÁNY SZ. – BALASSA B. – BUGYA T. – LÓCZY D. – PIRKHOFER E. (2015): Deltatorkolat az alagsorban!? - Kismintás hidromorfológiai vizsgálatok. In: Boda J. (szerk.) Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában: Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás VI. pp. 217–223.
- PIRKHOFFER, E. – HALMAI, Á. – CZIGÁNY, SZ. – BUGYA, T., RÁBAY A. – BÖTKÖS, T. – NAGY, G. – BALASSA, B. – JANCSEKÁRNÉ ANWEILER, I. – LÓCZY, D. (2014): New opportunities for experiments in fluvial geomorphology: the flume PTETHYS. *Hungarian Geographical Bulletin* 63(4), pp. 425–436.
- Telbisz T. (2007): Digitális domborzatmodellekre épülő csapadék-lefolyás modellezés. *Hidrológiai Közlöny* 8(3), pp. 53–59.
- WESTOBY, M.J. – BRASINGTON, J. – GLASSER, N.F. – HAMBREY, M.J. – REYNOLDS, J.M. (2012): ‘Structure-from-Motion’ photogrammetry: A low-cost, effective tool for geoscience applications. *Geomorphology* 179, pp. 300–314.
- WOODGET, A. S. – CARBONNEAU, P. E. – VISSER, F. – MADDOCK, I. P. (2015): Quantifying submerged fluvial topography using hyperspatial resolution UAS imagery and structure from motion photogrammetry. *Earth Surface Processes and Landforms* 40, pp. 47–64.

Fafaj szintű erdő osztályozás nagyfelbontású távérzékelési adatok felhasználásával

Bekő László¹ – Hunyadi Gergely² – Burai Péter³ – Sporcic Deán⁴ – Enyedi Péter⁵ – Kiss Alida⁶ – Lénárt Csaba⁷ – Tomor Tamás⁸

¹ kutatási segéd munkatárs, Eszterházy Károly Egyetem, Távérzékelési és Vidékfejlesztési Kutatóintézet, beko.laszlo@uni-eszterhazy.hu;

² kutató mérnök, Envirosense Hungary Kft., ghunyadi@gmail.com

³ főiskolai docens, Eszterházy Károly Egyetem, Távérzékelési és Vidékfejlesztési Kutatóintézet, burai.peter@uni-eszterhazy.hu;

⁴ természetvédelmi munkatárs, Mecsekerdő Zrt., sporcic.dean@mecsekerdo.hu;

⁵ kutató mérnök, Envirosense Hungary Kft., enyedipeti@gmail.com;

⁶ kutatási segéd munkatárs, Eszterházy Károly Egyetem, Távérzékelési és Vidékfejlesztési Kutatóintézet, kiss.alida@uni-eszterhazy.hu;

⁷ főiskolai tanár, Eszterházy Károly Egyetem, Távérzékelési és Vidékfejlesztési Kutatóintézet, lenart.csaba@uni-eszterhazy.hu;

⁸ egyetemi docens, igazgató, Eszterházy Károly Egyetem, Távérzékelési és Vidékfejlesztési Kutatóintézet, tomor.tamas@uni-eszterhazy.hu

Abstract: The combination of data collected with various aerial remote sensing technologies has a great importance during the species level classification of vegetation. The accuracy of species level classification based on spectral characteristics can be increased by the use of geometry information generated from aerial laser scanning which gives the possibility to classify each individual as well. During our research we tested various supervised classification algorithms on the original and transformed hyperspectral bands to classify tree species especially considering invasive species. The best classification accuracy was resulted by the Maximum Likelihood algorithm processed on the first 13 MNF bands (Overall accuracy: 82.24%, kappa = 0.79). Furthermore, the results of pixel based image classification were integrated with the canopy model derived from LiDAR point cloud to build up a canopy based species classification map.

Bevezetés

Az elmúlt évtizedben egyre több kutatás foglalkozik a különböző légi távérzékelési technológiák, mint adatforrások alkalmazási lehetőségeivel az erdészeti tervezésre, az erdőterületek vizsgálatára vonatkozóan. A távérzékelési technológiák egyik jellemzője a nagy információ-tartalom, amely számos elemzés, analízis és környezeti modellezés alapját képezi.

A különböző növénytakaságok távérzékelési adatgyűjtéssel támogatott fajszintű osztályozása szempontjából különös jelentőséggel bírnak azok az eljárások, amelyek több légi technológia felhasználásával gyűjtött adatok kombinációját használják fel, ötvözve az egyes eljárások előnyeit (HEINZEL, J. 2012). A hiperspektális távérzékelés során az egyes fajokra jellemző egyedi spektrális információt használhatjuk fel fajszintű osztályozásra (PIIROINEN, R. 2015), amelyet a légi lézerszkennelésből nyert geometriai információkkal tovább pontosíthatunk (DALPONTE, M. ET AL., 2014; ABDEL-RAHMAN, E.M. ET AL., 2014).

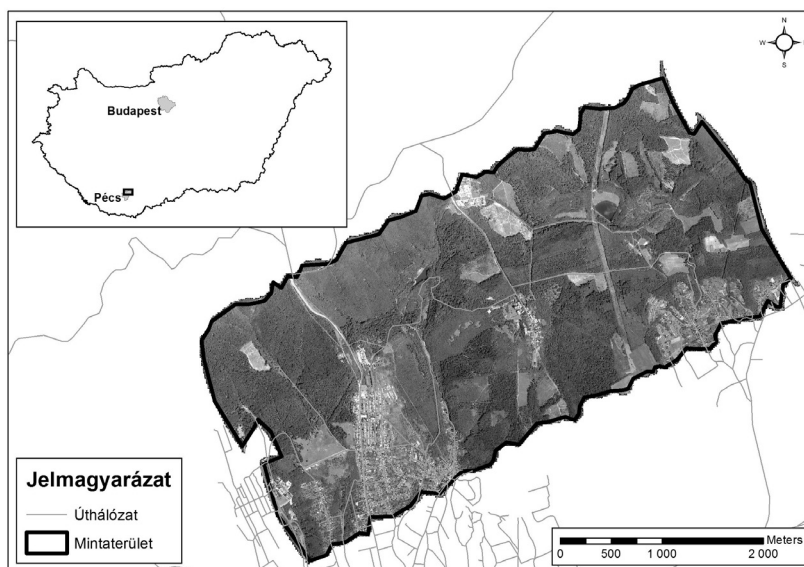
A fajszintű osztályozás több megközelítés tekintetében is jelentős mind az erdészeti tervezésben, mind a lágyszárú növénytársulások vizsgálata esetén. Az egyes fajok vagy társulások spektrális tulajdonságuk ismeretében akár nagyobb területekről is készíthetők vegetáció térképek (BURAI P. ET AL., 2015). Az invazív növényfajok elleni védekezési eljárás kiválasztásakor a rendelkezésre álló információ (pl. egyedszintű vegetációs térképek), mint döntéstámogató eszköz hozzájárul a tervezés hatékonyságának növeléséhez. A klímaváltozás negatív hatásainak mérsékléséhez (pl. invazív fajok térnyerése a kedvezőbb életfeltételek kialakulása révén) elengedhetetlen a terület minél részletesebb, mélyrehatóbb ismerete. Ráadásul, a tájidegen növények pozíciójának pontos ismeretében a kezeléshez szükséges vegyszer mennyisége csökkenthető, amely mind környezetminőségi, mind költséghatékonysági szempontból lényeges (HUANG, C. – ASNER, G.P. 2009).

A fenti kérdéskörhöz kapcsolódóan kutatásunk célja különböző fafaj szintű osztályozási eljárások pontosságának vizsgálata nagyfelbontású légi lézerszkennelésből és hiperpektrális felvételezésből származó adatok felhasználásával erdészeti mintaterületen.

Anyag és módszer

A vizsgált mintaterület a Mecsekerdő Zrt. működési területén, a Közép-Mecsekben, Pécsről északra elhelyezkedő ($46^{\circ}08'04.2''\text{N}$ $18^{\circ}15'46.9''\text{E}$) 13,56 km²-es erdős terület volt (1. ábra), ahol nagy sűrűségben megjelentek invazív fás szárú növények.

A mintaterületen a terepi adatgyűjtés során, az erdészet munkatársaival



1. ábra A mintaterület elhelyezkedése

1. táblázat A terepen azonosított fajok és az osztályozáshoz használt tanító és ellenőrző pixelek

Fafaj (magyar)	Fafaj (latin)	Osztály kód	Tanító (pixel)	Ellenőrző (pixel)	Összes (pixel)
Kocsányos tölgy	<i>Quercus robur</i>	KST	112	234	346
Kocsánytalan tölgy	<i>Quercus petraea</i>	KTT	676	1942	2618
Molyhos tölgy	<i>Quercus pubescens</i>	MOT	124	296	420
Közönséges bükk	<i>Fagus sylvatica</i>	B	67	153	220
Gyertyán	<i>Carpinus betulus</i>	GY	243	460	703
Fehér akác	<i>Robinia pseudoacacia</i>	A	828	1589	2417
Hegyi juhar	<i>Acer pseudoplatanus</i>	HJ	27	91	118
Mezei juhar	<i>Acer campestre</i>	MJ	49	120	169
Magas köris	<i>Fraxinus excelsior</i>	MK	26	82	108
Virágos köris	<i>Fraxinus ornus</i>	VK	74	166	240
Ezüsthárs	<i>Tilia tomentosa</i>	EH	73	176	249
Cseresznye	<i>Prunus</i>	CS	175	369	544
Lucfenyő	<i>Picea abies</i>	LF	17	77	94
Fekete fenyő	<i>Pinus nigra</i>	FF	128	234	362
Bálványfa	<i>Ailanthus altissima</i>	BL	387	932	1319
Bálványfa (magszóró)		BL-msz	94	237	331
Fehér akác, Bálványfa kevert állomány		A+BL	115	271	386
Bálványfa (újulat)		BL-csem	49	83	132

együttműködve 15 fajt azonosítottunk, illetve a bálványfa esetében meghatároztunk magszóró, újulat, valamint fehér akáccal kevert osztályokat is (1. táblázat), mivel a bálványfa magszóró egyedei rendkívül nagy kockázatot jelentenek az inváziós fafaj elterjedésében, és ezen egyedek azonosítása, valamint kezelése nagy segítséget nyújt az elterjedésének visszaszorításában.

A felhasznált légi hiperspektrális felvételek 2016.06.29-én felhőmentes időjárási körülmények között készültek, AISA Fenix 1k (www.specim.fi) szenzorrendszerrel. A nagy pontosságú navigációs adatokat a rendszerhez tartozó OxTS RT3003 GNSS/IMU egység rögzítette. A felvételek 380–2450 nm spektrális tartományban, 3,5 nm spektrális mintavételezés mellett, 1 m terepi felbontással készültek, melyből az osztályozáshoz a látható és közeli infravörös tartomány zajmentes csatornáit (400–1100nm) használtuk fel. A hiperspektrális adatok radiometriai és geometriai előfeldolgozását CaliGeoPRO (SPECTRAL IMAGING LTD., 2015) szoftverrel végeztük.

A hiperspektrális csatornákon képi jelerősítést végeztünk annak érdekében, hogy a képi zajt a legalacsonyabb szintre redukáljuk. Olyan új mesterséges csatornákat generáltunk, amelyek az információ lehető legnagyobb varianciáját magyarázzák. A képi zaj csökkentésére főkomponens analízist (PCA), és minimális zaj frakció transzformáció (MNF) módszereket alkalmaztunk ENVI/IDL 5.1

szoftverkörnyezetben.

Az egyes osztályok spektrális szeparabilitását Jeffries-Matusita (JM) távolság számításával vizsgáltuk, amely minden osztályt páronként hasonlít össze (MATUSITA, K. 1966; ERSBOLL, B.K. 1988). A módszer révén az eloszlásfüggvények kerültek összehasonlításra, értékei 0 és 2 között mozognak, ahol a 2 a nagy szeparabilitást jelenti. Az értékek a következő képlet alapján lettek kiszámítva:

$$\alpha = \frac{1}{8}(\mu_i - \mu_j)^T \left(\frac{C_i + C_j}{2} \right)^{-1} (\mu_i - \mu_j) + \frac{1}{2} \ln \left(\frac{|(C_i + C_j)/2|}{\sqrt{|C_i|} \times \sqrt{|C_j|}} \right)$$

$$JM_{ij} = \sqrt{2(1 - e^{-\alpha})}$$

Ahol: i and j = összehasonlított két hullámforma (osztály)

C_i = i hullámforma kovariancia mátrixa

μ_i = i hullámforma átlag vektora

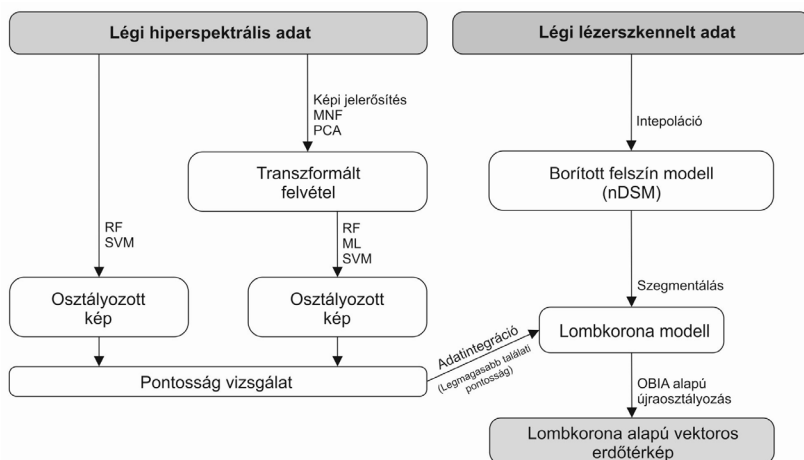
$\ln$ = természetes alapú logaritmus függvény

$|C_i|$ = C_i determinánsa (mátrix algebra)

Forrás: SWAIN, P.H–DAVIS, S.M. 1978

A munka során légi lézeres letapogatásból származó adatokat is felhasználtunk az erdő faállományának lombkorona lehatárolásához. A lézerszkennelt adatok 2016.12.07-én, lombmentes állapotban készültek Leica ALS 70HP rendszerrel, átlagosan 6 pont/m² pontsűrűséggel. A feldolgozott és osztályozott pontfelhőből mozgó parabola interpolációs algoritmussal készítettük el a terület borított felszín modelljét, melyet a lombkorona határok detektrálásához alkalmaztunk ArcGIS 10.2 szoftverkörnyezetben.

A képosztályozás során irányított (tanítóterület) algoritmusokat teszteltünk az eredeti és transzformált hiperspektrális csatornákon. Ezek közül a legnagyobb valószínűség (Maximum Likelihood – ML) és a támasztó vektor (Support Vector Machine – SVM) algoritmusokat ENVI/IDL 5.1 szoftverben, míg a Random Forest



2. ábra A adatosztályozás főbb lépései

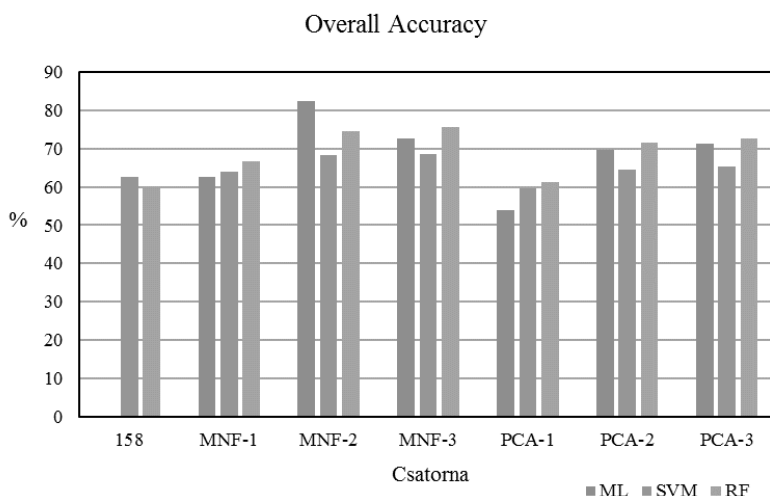
(RF) osztályozó algoritmust EnMAP Box 2.02 szoftverkörnyezetben alkalmaztuk. A adatfeldolgozás folyamatát a 2. ábra foglalja össze. Az egyes osztályozási módszerek pontosságát minden esetben konfúziós mátrix segítségével vizsgáltuk.

Eredmények

Az osztályozási algoritmusok tesztelése során kiderült, hogy a Random Forest osztályozás szinte minden esetben jobb eredményt hozott, mint a másik kettő (ML, SVM). A legnagyobb valószínűség (ML) algoritmus a válogatott MNF csatornákon elvégzett osztályozás során kisebb találati pontosságot nyújtott, mint az SVM, viszont minden más esetben jobb eredményt ért el (3. ábra).

A fajok elkülönítésére a legjobb eredményt az első 13 MNF transzformált csatornán elvégzett legnagyobb valószínűség (ML) osztályozó algoritmus alkalmazásával érték el (teljes pontosság: 82,24 %, kappa = 0,79). A 2. táblázatban látható, az egyes osztályok előállítási és felhasználói pontossága, mely szerint a gyertyánnak volt a legrosszabb osztályozási hatékonysága. Az inváziós fajok közül a legalacsonyabb találati pontosság a bálványfa esetében volt tapasztalható (76,61%), de a bálványfának osztályozott területek 93,82%-a ténylegesen bálványfa (felhasználói pontosság).

A hiperspektrális adaton elvégzett pixel alapú képosztályozás legjobb találati pontosságú osztályozott felvételét integráltuk a LiDAR adatból előállított lombkorona határokat tartalmazó modellbe, és az adatok objektum alapú újraosztályozásával hoztuk létre a végleges vektoros fajtérképet. Ezen művelet segítségével el tudtuk tüntetni a pixel alapú osztályozás eredményezte töredék pixel osztályokat, melyek más faj osztályok közé ékelődve maradtak. Továbbá az újraosztályozás után minden egyes fa (lombkorona) már egy faj osztályba tartozik. Az elkészített tematikus



3. ábra Osztályozások pontossága

2. táblázat A legjobb találati pontosságot elért osztályozás előállítási és felhasználói pontossága osztályonként

Osztály	Előállítási pontosság (%)	Felhasználói pontosság (%)
BL	76,61	93,82
CS	86,18	63,73
KT	69,26	94,92
GY	67,39	72,60
A	89,93	95,59
B	88,89	66,67
A+BL	93,73	65,80
HJ	98,94	87,74
EH	96,02	78,24
KST	97,86	87,40
BL-msz	87,34	72,38
LF	100,00	96,25
BL-csem	100,00	98,81
MK	91,46	31,65
MOT	82,09	53,76
VK	90,36	66,37
MJ	99,17	85,00
FF	97,86	96,62

réteg a fafajokon kívül a lézeres adatból származó fa magassági adatokat, valamint lomkorona paramétereket is tartalmazhat, ezzel is segítve az erdészet szakembereit az invazív fafajok elleni védekezésben.

Felhasznált irodalom

- Abdel-Rahman, E.M. – Mutanga, O. – Adam, E. – Ismail, R. (2014): Detecting Sirex noctilio grey-attacked and lightning-struck pine trees using airborne hyperspectral data, random forest and support vector machines classifiers, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 88, pp. 48–59.
- Burai P. - Deák B. - Valkó O. - Tomor T. (2015): Classification of herbaceous vegetation using airborne hyperspectral imagery, Remote Sensing, 7, pp. 2046–2066.
- Dalponte, M. – Ørka, H.O.- Ene, L.T. – Gobakken, T. – Næsset, E. (2014): Tree crown delineation and tree species classification in boreal forests using hyperspectral and ALS data, Remote Sensing of Environment, 140, pp. 306–317.
- Heinzel, J. - Koch, B. (2012). Investigating multiple data sources for tree species classification in temperate forest and use for single tree delineation, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 18, pp. 101–110.
- Huang, C. - Asner, G.P. (2009): Applications of remote sensing to alien invasive plant studies. Sensors, 9, pp. 4869–4889.

- Piironen, R. - Heiskanen, J. - Möttö, M. – Pellikka, P. (2015): Classification of crops across heterogeneous agricultural landscape in Kenya using AisaEAGLE imaging spectroscopy data, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 39, pp. 1–8.
- Ersboll, B.K. (1988): Transformations and Classifications of Remotely Sensed Data: Theory and Geological Cases, PhD Thesis, Department of Mathematical Modelling, Technical University of Denmark, pp. 297.
- Matusita, K. (1966): A distance and related statistics in multivariate analysis. In: (ed.) Krishnaiah, P.R.: *Multivariate Analysis*. Academic Press, New York, pp. 187–200.
- Swain, P.H. – Davis, S.M. (1978): *Remote Sensing: The Quantitative Approach*. New York, McGraw Hill Book Company.

Képfeldolgozó algoritmusok NDVI indexre gyakorolt hatása

Berke József¹ – Báldoghi Tamás² – Major Krisztina³ –
Kozma-Bognár Veronika⁴

¹ ügyvezető, SFD Informatika Kft., berke64@gmail.com

² hallgató, Gábor Dénes Főiskola, tbaldoghi@gmail.com

³ hallgató, Gábor Dénes Főiskola, mkriszti93@gmail.com

⁴ Élősziget koordinátor, Fővárosi Vízművek Zrt., kozma.bognar@gmail.com

Abstract: The Normalized Difference Vegetation Index has been applied to research the exist and the conditions of the vegetation for several decads. Before the classification of the NDVI, the images of the sensors are converted to different image form. To create the output images these imaging algorithms use different interpolation methods which causes significant influence on the results of the image processing. During our last research we have been investigated the effects of nine imaging algorithms on NDVI index. For the NDVI index calculation we have been used own developed software. In this paper we will present the results of this research.

Bevezetés

A normalizált vegetációs index (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) olyan [-1, ..., +1] közötti racionális szám, amely egy adott területen lévő vegetáció meglétét, fejlettségét, állapotát és fotoszintetikus aktivitását mutatja. Értékét a növényzet által a közeli infravörös (NIR) és a látható vörös (RED) spektrális tartományában visszavert (radiometriailag korrigált) intenzitások különbségének és összegének hányadosa adja (1).

$$NDVI = \frac{I_{NIR} - I_{RED}}{I_{NIR} + I_{RED}} \quad (1)$$

A NDVI index erősen korrelál a területet borító növényzet fajlagos klorofill tartalmával. Az egyik legkorábbi matematikai összefüggés az NDVI indexre Krieg és munkatársai által született (KRIEGER ET AL. 1969). A gyakorlati alkalmazással kapcsolatos első publikáció, a vegetáció vizsgálatára jóval később, 1974-ben jelent csak meg (ROUSE ET AL. 1974), melyben jelentős előrelépést jelentett a Landsat erőforrás kutató műhold képeinek megjelenése.

A legújabb kutatások szerint (AL-KHALILI, J. – MCFADDEN, 2016) a növényi levelekben lévő klorofillban található kloroplasztisz pigmentmolekulája — a fotoszintézis folyamatának első lépésében — elnyel egy látható tartományú (400 – 700 nm) fotont. Az így kialakuló rezgő exciton (egy pl. Mg atom héjáról kiütött elektronból és az általa hátrahagyott lyukból félépülő kvantum koherens rendszer) instabil, de tárolja az elnyelt foton energiáját. A növény szeretné hasznosítani ezt az energiát, így eljuttatja az excitont a reakcióközpontba, ahol töltésszétválasztás

következtében az energia az NADPH nevű kémiai akkumulátorban kerül tárolásra, amely már stabil és lehetővé teszi a további hosszútávú felhasználását a napsugárzásból kinyert energiának (ENGEL ET AL 2007). A kvantummechanikai folyamatnak köszönhetően a fotoszintézis nagyon jó hatásfokkal alakítja át a látható tartományú fotonok energiáját, ugyanakkor – a levelek sejtfelépítésének köszönhetően – a közeli infravörös tartományú (700–1100 nm) fotonokat kevésbé tudja. Így a klorofillban gazdag vegetáció reflexiós képessége jelentős eltérést mutat a két elektromágneses tartományban, mivel a látható tartományban főként elnyel, a közeli infravörösben inkább visszaver. Mindez kiválóan érzékelhető a fotoszintetizáló vegetációról készült felvételeken. A fentiek alapján egyértelmű, hogy az (1) összefüggés nem csak a fotoszintézisre, hanem egyéb – nem csak biológiai – folyamatokra is szolgálhat információval.

Az (1) egyenlettel definiált vegetációs index a mezőgazdasági- és természetvédelmi gyakorlatban elfogadott. Értékét tekintve, a nullához közeli érték a növényzet hiányát illetve kóros elváltozását, a 0,2 és 0,3 körüli értékek ritka növényzetet (pl. füves, bokros területet) jelentenek míg a 0,8-1,0 értékek sűrű zöld színű és egészséges növényzetre utalhatnak. A negatív NDVI értékek pedig nem növényi vegetáció (víz, kő, szikla, aszfalt, háztető, stb.) jelenlétét feltételezik. Értelmezésükhöz mindenképp szükséges a felvételek lévő referenciaadatok használata valamint szükség esetén a látható tartományú képek vizuális interpretációja is.

Anyag és módszer

Alkalmazott légifelvételek

Az interpolációs eljárásoknak az NDVI indexre gyakorolt hatásának méréséhez az alkalmazott légifelvételek elkészítésére 2016. május és június hónapjaiban került sor. A kutatások helyszíne a Kis-Balaton Kányavári-sziget szolgált, ahol több alkalommal végeztünk pilóta nélküli, drónnal készített felvételezéseket. A légifelvételezések alatt egy Canon típusú NDVI kamerát használtunk a vegetáció monitorozására, abból a célból, hogy felmérjük a jelenlévő növényállományok egészségi állapotát. Az osztályozást befolyásoló algoritmusok vizsgálatára nem a teljes sziget területét lefedő felvételt választottuk ki, hanem a sziget egyik jellemző területének pontos vizsgálata mellett döntöttünk. Az NDVI osztályozásra interpolációs eljárással előállított kimenő felvételeken összesen 20 osztály került beazonosításra.

Interpolációs eljárások

Az interpoláció egy esetleg, több ismeretlen adatok értékét határozza meg a már ismert információk alapján. Az egy érzékelős szín interpolációs algoritmusokat (ADAMS, J. E. 1995; BAYER, B. E. 1976; CHEN, T. 1999; COK, D. R. 1986; LAROCHE, C. A. 1994; OZAWA, N. 1987; PARULSKI, K. A. 1985; WELDY, J. A. 1988) két csoportra bonthatjuk: nem adaptív és adaptív algoritmusok. A nem adaptív algoritmusok rögzített

pixelminta alapján végzik el az interpolációt, ami miatt pixelesedés figyelhető meg az élek mentén. Míg az adaptív algoritmusok, a vizsgált pixel helyét, valamint a környezetében levő pixelek értékét is figyelembe veszik (nem egy sablon alapján dolgoznak), majd ennek függvényében döntenek az interpolált értékéről. Ezek az algoritmusok felmérik és ezt követően kiértékelnek, így kifinomultabb eredményt hoznak.

A Kányavári-szigetről készített NDVI légifelvételek elemzése során kilenc különböző algoritmus eredményre gyakorolt hatását vizsgáltuk. Az NDVI index számításához saját fejlesztésű szoftvert alkalmaztunk. A szoftver tesztelése során az alábbi algoritmusok befolyásoló hatását vizsgáltuk (KOZMA-BOGNÁR ET AL, 2016):

1. Leközelebbi szomszéd alapú interpoláció (Nearest Neighbour),
2. Bilineáris interpoláció (Bilinear),
3. Lineáris interpoláció Laplace-féle másodrendű korrekcióval I. (Laplace I.),
4. Lineáris interpoláció Laplace-féle másodrendű korrekcióval II. (Laplace II.),
5. Smooth Hue Transition interpoláció (Smooth Hue),
6. Smooth Hue Transition interpoláció logaritmikus expozíciós térben (Smooth Hue Log),
7. Él-érzékeny interpolációs algoritmus I. (Edge Sensitive I.),
8. Él-érzékeny interpolációs algoritmus II. (Edge Sensitive II.),
9. Küszöbérték alapú interpoláció (Threshold-based).

NDVI16 Szoftver

Az NDVI felvételek osztályozására saját fejlesztésű mérőprogramot az NDVI16 mérőprogramot alkalmaztuk, melynek célja, hogy tiff formátumú NDVI kamerával készült képekből veszteség nélkül nyerjen ki, és dolgozzon fel adatokat. A digitális kamerák átlagosan képpontonként 12–16 bit információt tárolnak csatornánként, amely azt jelenti, hogy a feldolgozást követően adatvesztés következik be, mivel a legtöbb kép 8 bites formátumban kerül mentésre az utómunkálatokat követően. Az Adobe Photoshop programban van lehetőség 16 bit-es tiff képet menteni nyers, raw kamera fájlból, de ennek a képnek a feldolgozására szintén nem állt rendelkezésre megfelelő szoftver megoldás.

Ennek a hiányosságnak a kiküszöbölésére hoztuk létre az NDVI16 nevű mérőprogramot, amely képes 16 bit-es tiff képeket adatvesztés nélkül feldolgozni és az így kapott adatokkal elvégezni a szükséges számításokat. Az egyes képpontokból kiolvasott red, green és blue színcsatornák (RGB) adatai alapján el lehet végezni az NDVI index számítását, vagyis, hogy a vizsgált területen található-e növényi vegetáció valamint az ott jelenlévő vegetációra milyen egészségi állapot jellemző. Ehhez a szoftver egy átalakított képletet használ (2), amely a közeli infravörös és a látható vörös értékek helyett, a három színcsatorna értékeit veszi alapul. Az így kapott érték egy [0, ..., +65536] közé eső egész szám.

$$NDVI = \frac{(Red+Green)-(2*Blue)}{(Red+Green)+(2*Blue)} \quad (2)$$

A számítás során kapott érték egy arányszám, amely minden esetben 1 és -1 közé esik és megmutatja a vegetáció jelenlétét. Ez az érték további feldolgozásra kerül, amely során egy skálázott NDVI értéket kapunk.

Amennyiben a kapott NDVI érték nagyobb, mint 0, a következő képletet alkalmazzuk:

$$\text{Skálázott NDVI} = \frac{\text{NDVI}}{0,15}; \text{ ha nagyobb, mint 1, akkor az érték 1}$$

Amennyiben a kapott NDVI érték kisebb, mint 0, az alábbi képlettel számolunk:

$$\text{Skálázott NDVI} = \frac{\text{NDVI}}{-1 * (-0,3)}; \text{ ha kisebb, mint } -1, \text{ akkor az érték } -1$$

A program a számítások elvégzése után 20 osztályba sorolja, a pixeleket a kapott érték alapján. Az osztályok [-1, ..., +1] közé esnek, tizedes lépésközzel. Az így kapott csoportosítás alapján meghatározható, hogy milyen arányban található egészséges vegetáció az adott légifelvételen.

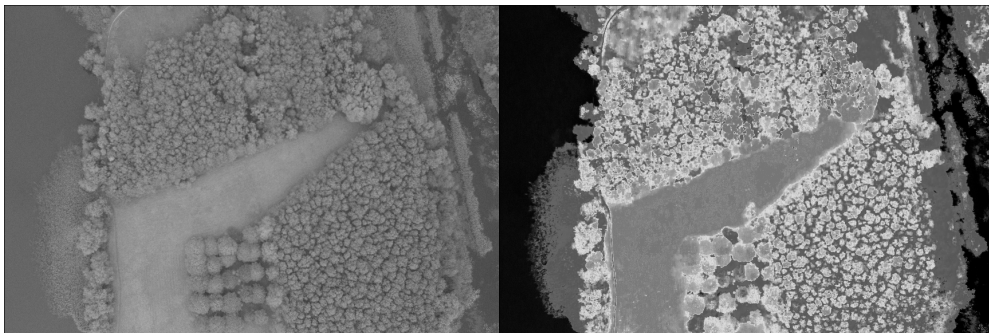
Az alábbi ábra (1. ábra) az ImageJ nevű szoftverrel készült. A felvételeken jól kivehető, hogy a vizsgált területen milyen arányban található zöld növényzet.

A szoftver Visual Studio 2015 Community fejlesztőeszköz használatával készült, C++ programozási nyelvben. Jelenleg konzolos, felületen érhető el. A tiff képek feldolgozása, a nyílt forráskódú libtiff könyvtár beépített függvényei segítségével történnek. A program az alapvető értékek mellett, amelyek a kép felbontása, a pixelek száma, a színcsatornák száma és a bitmélység értéke, az NDVI és a skálázott NDVI értékek kiszámolására használható. Alkalmas tömörítettlen és LZW tömörítéssel rendelkező tiff képek megnyitására is.

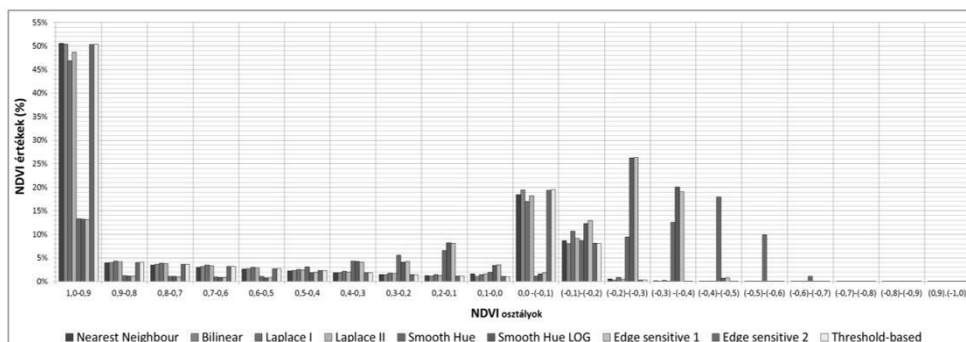
Eredmények

Az NDVI légifelvételek elemzésének eredményeként a kilenc algoritmus alkalmazását követően elkészített osztályozás eredményeit foglalja össze a 2. ábra.

A 2. ábrán látható, hogy az egyes algoritmusok hatása jelentős eltérést mutat a



1. ábra NDVI kép a feldolgozás előtt (bal oldali kép)
és feldolgozás után (jobb oldali kép)



2. ábra NDVI értékek, Kányavári-sziget, 2016.05.09.

program által számított 20 különböző NDVI osztályon belül.

A bevezetésben megadott három kategória (egészséges növényzet, a ritka növényzet és az élettelen objektumok) szerinti csoportosítást mutatja a 3. ábra.

Az egészséges növényzet (0,8–1,0) kategórián belül az eltérés az egyes algoritmusok között 40,2% (a legalacsonyabb-Edge sensitive 1: 14,3%, a legmagasabb-Threshold-based: 54,5%). A ritka növényzet (0,0–0,3) kategórián belül az eltérés az egyes algoritmusok között 12,2 % volt (a legmagasabb-Edge sensitive 1: 15,9%, a legalacsonyabb-Threshold-based: 3,7%). Az élettelen (0,0–1,0) kategórián belül az eltérés az egyes algoritmusok között 33,0 %-ot mutatott. A legmagasabb-Edge sensitive 1 61,0%, a legalacsonyabb-Laplace II-based pedig 28,0% volt.

Összefoglaló

A kutatásaink alapján egyértelműen megállapítható, hogy a jelenleg gyakorlatban leginkább alkalmazott 9 képfeldolgozó algoritmus használata, jelentősen befolyásolja az osztályozott kép eredményét, az NDVI felvételek esetében is. Az NDVI index számítására létrehozott saját fejlesztésű osztályozó szoftver eredménye számottevő eltéréseket mutatott az egyes algoritmusok lefutását követően. Eredményeink figyelembe vétele mellett mindenképpen javasoljuk – a légifelvételek osztályozását megelőzően - az adott képfeldolgozó rendszerbe beépített interpolációs eljárások vizsgálatát, és az adott kutatási célnak leginkább megfelelő, megbízható eredményt adó algoritmus kiválasztását.

Felhasznált irodalom

- ADAMS, J. E. (1995): Interactions between color plane interpolation and other image processing functions in electronic photography, Proceedings of SPIE Vol. 2416. pp. 144–151.
- AL-KHALILI, J. – MCFADDEN, J. (2014): Az élet kódja (Life on the Edge – The Coming of Age of Quantum Biology, Bantam Press), Libri Kiadó, ISBN: 978-963-310-615-0.
- BAYER, B. E. (1976): Color imaging array, U.S. Patent 3,971,065, 1976.

- CHEN, T. (1999). A Study of Spatial Color Interpolation Algorithms for Single-Detector Digital Cameras, Psych221/EE362 Course Project, Information System Laboratory, Department of Electrical Engineering, Stanford University.
- COK, D. R. (1986): Single-chip electronic color camera with color-dependent birefringent optical spatial frequency filter and red and blue signal interpolating circuit. U.S. Patent 4,605,956.
- ENGEL, G. S. – CALHOUN, T. R. – READ, E. L. – AHN, T-K. – MANCAL, T. – CHENG, Y-C. – BLANKENSHIP, R. E. – FLEMING, G. R. (2007): Evidence for wavelike energy transfer through quantum coherence in photosynthetic systems, *Nature*, 446., pp. 782–786.
- KOZMA-BOGNÁR, V. – MAGYARY, V. – BERKE, J. (2016): Ultranagy felbontású légifelvételek multitemporális elemzése. VII. Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás, Debrecen; 26/05/2016, pp. 271–277, ISBN 978-963-318-570-4, DOI: 10.13140/RG.2.1.3711.7044.
- KRIEGLER, F.J. – MALILA, W.A. – NALEPKA, R.F. – RICHARDSON, W. (1969): Preprocessing transformations and their effects on multispectral recognition. *Proceedings of the Sixth International Symposium on Remote Sensing of Environment*, pp. 97–131.
- LAROCHE, C. A. (1994): Apparatus and method for adaptively interpolating a full color image utilizing chrominance gradients. U.S. Patent 5,373,322.
- LIBTIFF FÜGGVÉNYKÖNYVTÁR: <http://www.libtiff.org/>
- MEASURING VEGETATION: http://earthobservatory.nasa.gov/Features/MeasuringVegetation/measuring_vegetation_2.php.
- OZAWA, N. (1987): Chrominance signal interpolation device for a color camera, U.S. Patent 4,716,455.
- PARULSKI, K. A. (1985): Color Filters and Processing Alternatives for one-chip cameras, *IEEE Transactions on Electron Devices*. Vol. ED-32, No. 8.
- ROUSE, J.W. – HAAS, R.H. – SCHEEL, J.A. – DEERING, D.W. (1974): Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS. *Proceedings, 3rd Earth Resource Technology Satellite (ERTS) Symposium*, vol. 1, pp. 309–317.
- WELDY, J. A. (1988): Optimized design for a single-sensor color electronic camera system, *Proceedings of SPIE Vol.1071* pp. 300–307.

Hidrológiai tényezők lehetséges hatásai a Sajó magyarországi szakaszának mederfejlődésére

Bertalan László¹ – Szabó Gergely² – Szabó Szilárd³

¹ egyetemi tanársegéd, Debreceni Egyetem, Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, bertalan@science.unideb.hu

² egyetemi adjunktus, Debreceni Egyetem, Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, szabo.gergely@science.unideb.hu

³ egyetemi tanár, Debreceni Egyetem, Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, szabo.szilard@science.unideb.hu

Abstract: The aim of our study was to collect hydrological datasets representing the spatio-temporal trends at the Sajó River watershed. A UAV-based meander development monitoring was carried out from 2014 to 2016 at selected river bends where we compared the rate of lateral erosion with the water levels. Our results showed that the hydrological variables plays an important role in the channel dynamics of the river; however other natural parameters should be investigated as well in the future.

Bevezetés

A középszakasz-jellegű folyók mederváltozásait és kanyarulatfejlődési sajátosságait számos természetes és antropogén jellegű folyamat kapcsolatrendszere és kölcsönhatása határozza meg (BLANKA – KISS 2008; KISS ET AL. 2008; SZABÓ ET AL. 2012).

Napjainkban a folyók jelentős része már teljesen vagy részben szabályozva van illetve árterük gátak közé van szorítva, ezek kanyarulatfejlődésre és közvetlenül az ártérre már kevésbé látványos hatást gyakorolnak (KISS – ANDRÁSI 2015). Az intenzív oldalazó parteróziós folyamatok sokkal szorosabb kapcsolatban állnak az egyes hidrológiai és klimatikus tényezőkkel (BLANKA – KISS 2010; KISS – BLANKA 2012; KOZMA ET AL. 2014A). Egyes tanulmányok szerint a kanyarulatfejlődés szabályos ritmust követ, melyet a gyakori vízjárásingazodás irányít, a nagymértékű partpusztulás erősödése pedig magyarázható a hirtelen lefutású csapadékesemények következtében rövid időtartamú, de magas árhullámok számának gyarapodásával (KOZMA 2016; NAGY – KISS 2016), miközben a partok erodálhatóságát a talajnedvességi viszonyok hirtelen megváltozása is elősegítheti (CZIGÁNY ET AL 2010; PIRKHOFFER ET AL. 2013), mely a csapadékos időszakok gyakoriságának és a magas vízhozamok tartósságának növekedésével is magyarázható (KISS – BLANKA 2006; KOZMA ET AL. 2014B).

A Sajó magyarországi szakasza mentén korábbi vizsgálataink során kimutattuk a kanyarulatfejlődés térbeli és időbeli tendenciáit az 1950-es évek elejétől kezdődően archív légifelvételek és térképi adatbázisok alapján (BERTALAN – SZABÓ 2015; BERTALAN ET AL. 2016A,B). A folyó bizonyos szakaszainak intenzív

kanyarulatfejlődése a környéken egyedi, ugyanis a folyó átfogó szabályozási munkálatai (sőt hajózhatóságának megteremtése) a XX. elején megghiúsultak (KÁKÓCZKI 2016), valamint csak csekély számú védmű és partbiztosítás kialakítása történt meg.

A teljes hazai szakaszra történt mederdinamika elemzését követően célul tűztük ki a folyamatot befolyásoló természeti tényezők vizsgálatát a kvázi-természetesen fejlődő kanyarulatok mentén. A tanulmány célja rövid áttekintést adni az elérhető hidrológiai adatokról a Sajó vízgyűjtő területére vonatkozóan, majd azok feldolgozását követően a szakirodalomban alkalmazott módszerek alapján lehetséges kapcsolatokat keresni jelen tényezők és a Sajó természetes szakaszainak fejlődési tendenciái között.

Anyag és módszer

Vizsgálatainkat a Sajó folyó természetesen fejlődő kanyarutai mentén végeztük. A hidrometeorológiai adatok közül a csapadékadokat a CARPATCLIM adatbázisból töltöttük le a Sajó teljes vízgyűjtőterületére vonatkozóan (SPINONI ET AL. 2015). Az adatok közül az évi csapadékösszegekkel dolgoztunk, melyek a vízgyűjtőterület 149 gridpontjára voltak elérhetőek. A napi vízállásadatokat az Észak-magyarországi Vízügyi Igazgatóság (ÉMVIZIG) adattárából kaptuk meg, melyek közül jelen tanulmány a sajószentpéteri vízmérce adatait elemzi.

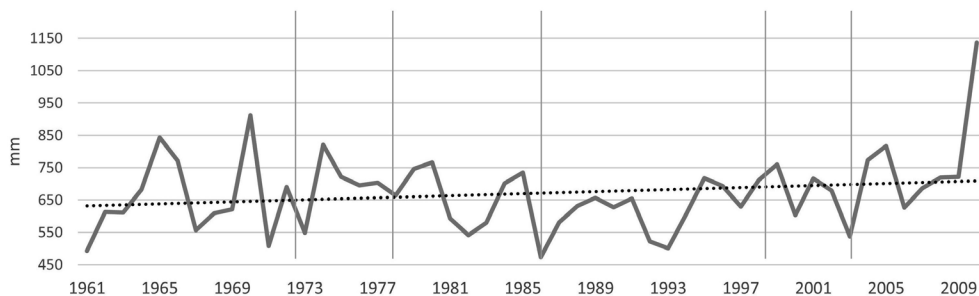
A mederfejlődési vizsgálataink közül a Nagycsécs település külterületén található szakasz 2 intenzíven fejlődő kanyarulatának eredményeit állítottuk párba a hidrológiai adatokkal 2014 és 2016 között, továbbá a Sajószentpéter településhez közeli természetes ártéri fok 2016-os kialakulása is a vizsgálat tárgyát képezte. A nagycsécsi kanyarulatok esetén a parterrózió mértékét DJI Phantom 2 drónnal készített ortofotók alapján 10 méterenként létesített transzektek mentén számítottuk.

Eredmények

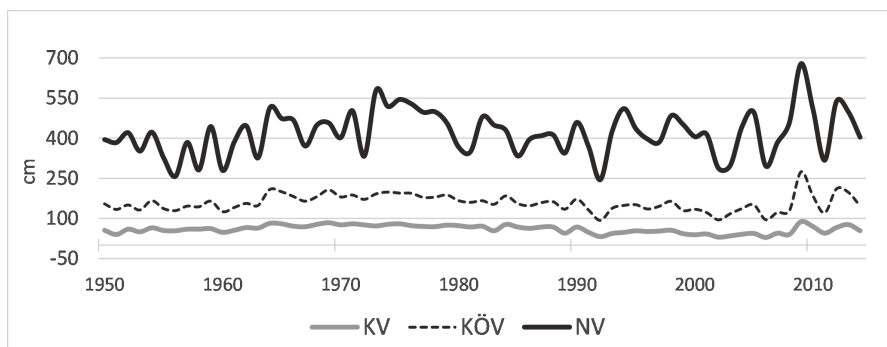
Az évi átlagos csapadékösszegek a CARPATCLIM adatbázis alapján 1960 óta számíthatók. A teljes vízgyűjtő adatsoraiból átlagolt évenkénti alakulásuk jelentős ingadozás mutat (1. ábra).

Csekély növekvő trend kimutatható, sőt érdemes kiemelni az értékek 2009-es évtől kezdődő kiugró növekvő ütemét. A 2010-es év rekordmennyiségű csapadékmennyiséget eredményezett, mely a Sajó mentén rekordárvizek kialakulásához vezetett.

A vízjárás évenkénti alakulása is hasonló mintázatot mutat, habár a kiugróan magas nagyvizes éveket rendszerint kisebb értékűek követték (2. ábra). A 2000-es évek második felét követően azonban sokkal fontosabb, hogy az évi kis- és középvizek értéke is növekedni kezdett.



1. ábra Évi átlagos csapadékösszegek (teljes vízgyűjtő)

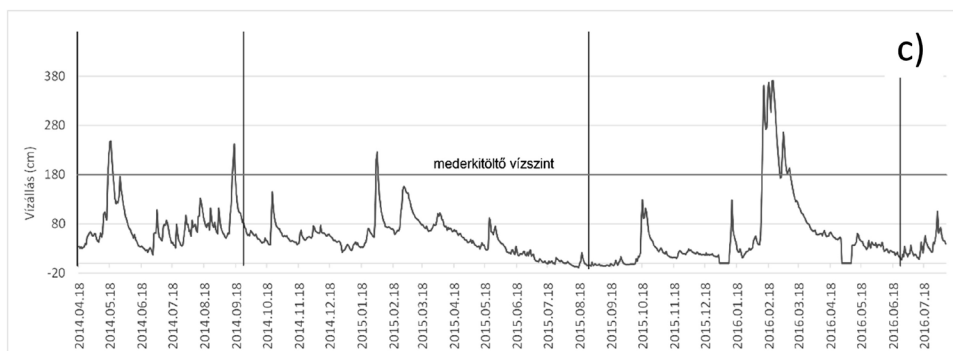
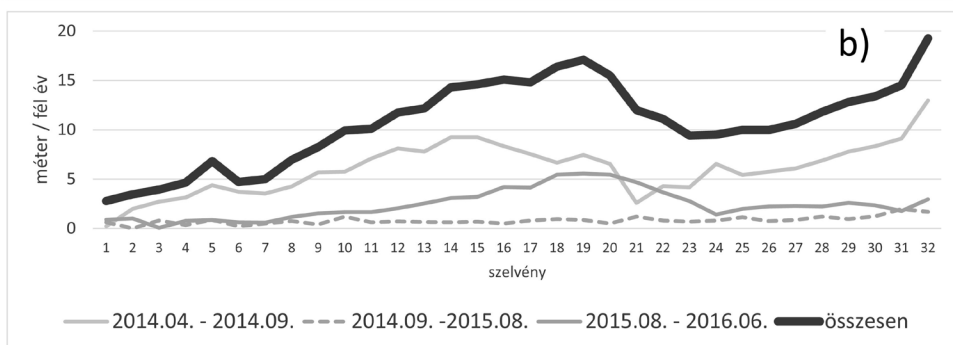
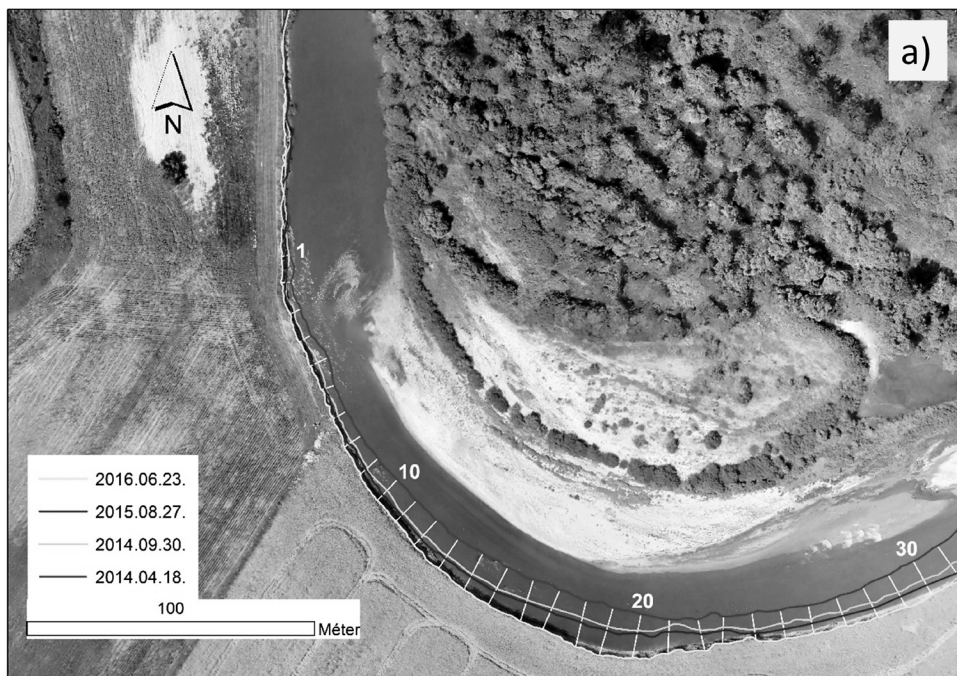


2. ábra Évi kis-, közép- és nagyvizek Sajószentpéternél (76,5 fkm)

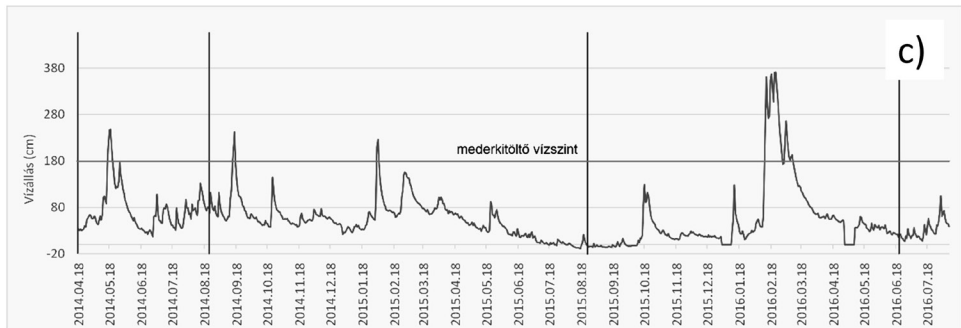
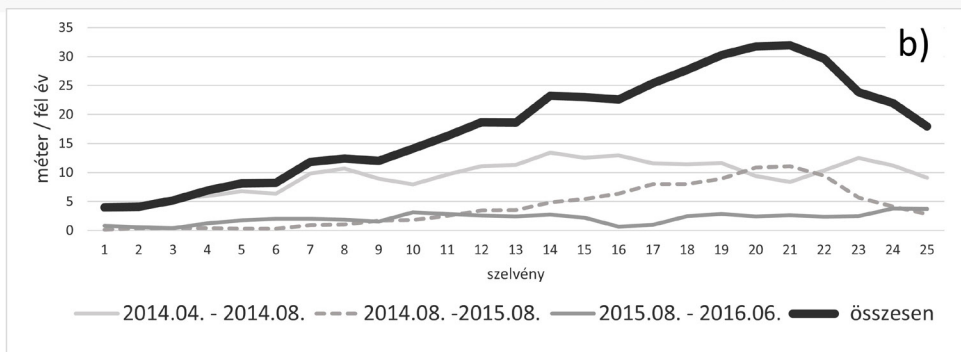
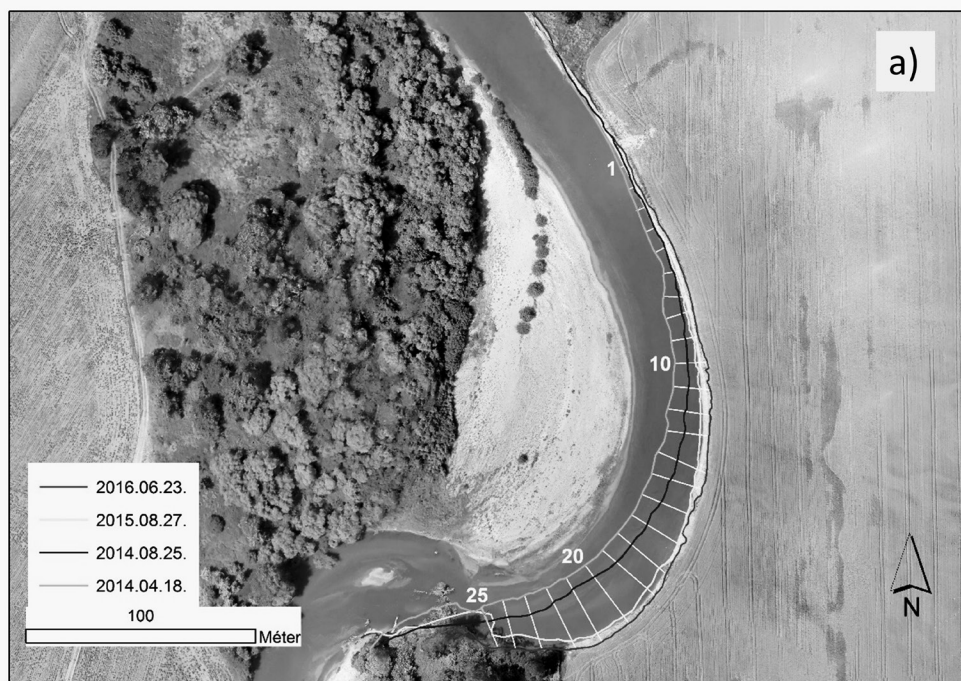
A kanyarulatfejlődés változása nem feltétlenül az árhullámokhoz köthető, hanem sokkal inkább a mederformáló vízszintek fenállásának időtartamához. Az évi legkisebb és közepes vízszintek emelkedése azt sugallja, hogy a vízjárás parteróziót erősítő lehetséges hatásai is növekednek az adott szakaszon.

A fentemlített 2010-es rekordárvizekkel jelentkező évet követően megvizsgáltuk milyen hatást fejt ki a vízjárás a Sajó néhány szabadon fejlődő szakasza mentén. A 3. ábrán a Nagycsécs 1. (északabbi) kanyarulata mentén kimutattuk, hogy helyenként az erózió mértéke elérte az 5 m/fél év sebességet. A három vizsgált időszak közül az első, rövidebb során 3 tetőzés is meghaladta a mederkitöltő vízszintet, majd a hátrélvő hónapok során hosszabb távon is magasabb vízállások jelentkeztek. A második időszakban csekélyebb vízállások voltak jellemzőek, az erózió sebessége is kisebb volt, míg a harmadik időszakban jelentkező árhullámok időszakában ismét többszörösére növekedett a parterózió. A szakasz egy délebbi kanyarulata mentén (4. ábra) sokkal intenzívebb eróziós tevékenységet tapasztaltunk, itt azonban annak mértéke nem illeszkedik a vízállások trendjéhez, itt más természeti és antropogén tényezők befolyásolják nagyobb mértékben a folyamatot.

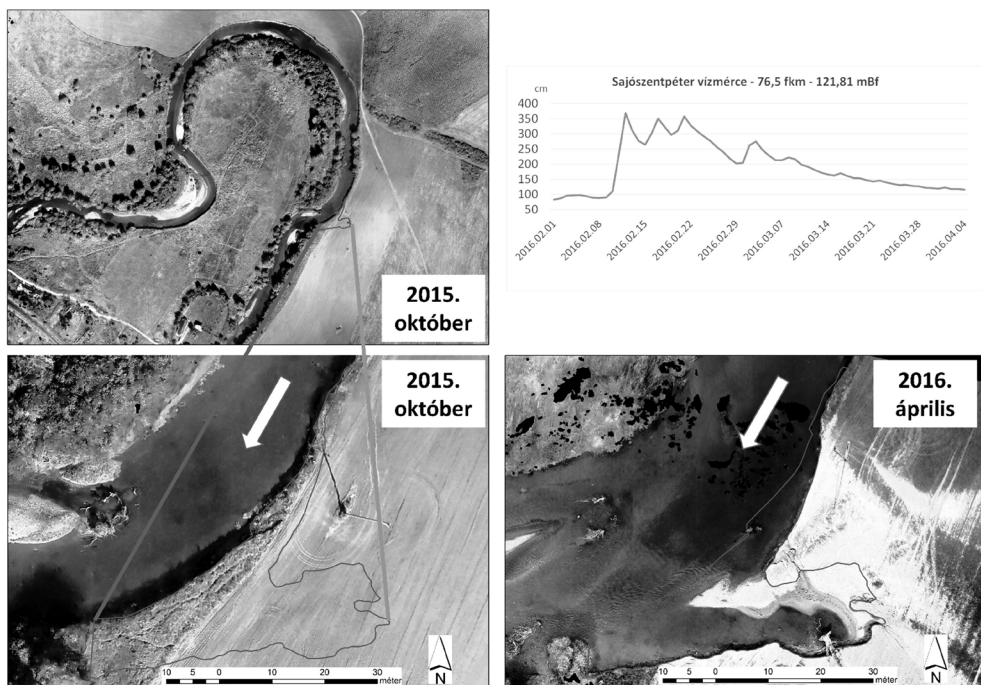
Sajószentpéter település külterületétől keletre található kettős kanyarulat alsó szakaszán egy természetes ártéri fok kialakulását észleltük 2016. áprilisában. Az azt megelőző felmérés közel fél évvel korábbi állapotokat mutatja (5. ábra). A folyószakaszra alacsony (~1–2 m) partfalmagasság jellemző. 2016. év februárjában



3. ábra Laterális erózió mértéke és a vízjárás Nagycsécs 1. kanyarulatnál



4. ábra Laterális erózió mértéke és a vízjárás Nagycsécs 2. kanyarulatnál



5. ábra Természetes fok-képződés és vízjárás Sajószentpéternél

jelentős árhullámok sújtották a területet, a két héten belül 4 db tetőzéssel levonuló áradás jelentős terhelés alá helyezte az alsó szakaszt. A napokig a mederkitöltő vízszint felett maradó víztestek közel 400 m³ partanyagot erodáltak, a hordalékként szállított kavicsos üledék a korábbi part szegélyétől 100 méteres távolságig rakódott le, ezzel nagymértékben károsítva a mezőgazdasági művelés alatt álló parcellákat.

Összegzés

Előzetes eredményeink alapján megállapítható, hogy a hidrológiai tényezők jelentős szerepet játszanak a Sajó folyó kanyarulatfejlődésében, főleg a 2010-es évek óta jelentkező egyre intenzívebb árhullámok nyomán. A folyót jellemző parteróziós folyamatokat azonban nem lehet kizárólag hidrológiai elemekre visszavezetni, azok magyarázata természetesen további tényezők komplex elemzése alapján történhet.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást támogatta a Debreceni Egyetem (RH/751/2015). This work was supported by the University of Debrecen (RH/751/2015).

Felhasznált irodalom

- BERTALAN L. – SZABÓ G. (2015): Mederfejlődési vizsgálatok a Sajó hazai szakaszán. In: Boda J. (szerk.) Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában: Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás VI. Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen. pp. 61–68.
- BERTALAN L. – KOVÁCS Z. – SZABÓ G. (2016a): A Sajó mederfejlődési dinamikájának vizsgálata térinformatika-alapú morфомetriai elemzések alapján – In: Balázs B. (szerk.) Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában: Térinformatikai konferencia és szakkiállítás VII. Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen. pp. 91–98.
- BERTALAN, L. – SZABÓ, G. – SZABÓ, SZ. (2016b): Soil degradation induced by lateral erosion of a non-regulated alluvial river (Sajó River, Hungary). In: Zapletalová, J. – Kirchner, K. (eds.) Aktuální environmentální hrozby a jejich impakt v krajině (Current environmental threats and their impact in the landscape Brno): Sborník abstraktu z mezinárodního workshopu. pp. 8–9.
- 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. – KISS T. (2010): A vízjárás hatása a parterózió mértékére a Hernád magyarországi szakaszán 2008–2010 között. Effects of the regime to the extent of the bank erosion in the hungarian part of the River Hernád, between 2008–2010. In: Lóki J. (szerk.): Interdiszciplinaritás a természet-és a társadalomtudományokban – Tiszteletkötet Szabó József geográfus professzor 70. születésnapjára. Debrecen, pp. 37–44.
- CZIGÁNY, SZ. – PIRKHOFER, E. – GERESDI, I. (2010): Impact of extreme rainfall and soil moisture on flash flood generation. Időjárás 114(1–2), pp. 79–100.
- KÁKÓCZKI B. (2016): A szederkényi uradalom történeti földrajza. Tiszaújváros város Önkormányzata a Derkovits Gyula Művelődési Központ közreműködésével. Tiszaújváros. 192 p.
- KISS T. – ANDRÁSI G. (2015): Kanyarulatfejlődés sajátosságai és antropogén hatások vizsgálata két Drávai kanyarulat példáján. Tájökológiai Lapok 13(1), pp. 73–88.
- 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.
- KISS, T. – BLANKA, V. (2012): River channel response to climate- and human-induced hydrological changes: Case study on the meandering Hernad River, Hungary. Geomorphology (175–176), pp. 115–125.
- KOZMA K. – DRÉGELYI-KISS Á. – PUSKÁS J. (2014a): A csapadék és a vízállás változásainak lehetséges hatásai a Hernád medervándorlási folyamataira. In: Füzesi I. – Kúti Zs. – Puskás J. (szerk.) Tiszteletkötet Béres Csilla professzorasszony születésnapjára. Nyugat-magyarországi Egyetem (NYME), Szombathely. pp. 75–84.
- KOZMA, K. – PUSKÁS, J. – DRÉGELYI-KISS, Á. (2014b): 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.

- KOZMA K. (2016): A csapadék, a vízjárás és a mederfejlődés összefüggései a Hernád mentén, különös tekintettel az Alsódobsza – Gesztely közötti szakaszra. Egyetemi Doktori (PhD) értekezés. 129 p.
- NAGY, J. – KISS, T. (2016): Hydrological and morphological changes of the Lower Danube near Mohács, Hungary. *Journal of Environmental Geography* 9(1–2), pp. 1–6.
- PIRKHOFFER E. – CZIGÁNY SZ. – HEGEDŰS P. – BALATONYI L. – LÓCZY D. (2013): Lefolyási viszonyok talajszempontú analízise ultra-kisméretű vízgyűjtőkön. *Tájökológiai Lapok* 11(1), pp. 105–123.
- SPINONI, J. AND THE CARPATCLIM PROJECT TEAM [39 authors] (2015): Climate of the Carpathian Region in 1961–2010: Climatologies and Trends of Ten Variables. *International Journal of Climatology* 35(7), pp. 1322–1341.
- SZABÓ, J. – VASS, R. – TÓTH, Cs. (2012): Examination of fluvial development on study areas of Upper-Tisza region. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences* 7(4), pp. 241–253.

Agroökológiai szempontú termőhely-minősítés az Egri borvidéken

Bozó Ádám¹ – Hegyi Balázs² – Molják Sándor³ – Lakatos László⁴ –
Nagy Richárd⁵

¹ kutatási asszisztens, EKE-KFK, Innorégió Tudásközpont, bozo.adam@outlook.hu

² tudományos segédmunkatárs, EKE-KFK, Innorégió Tudásközpont, hegyi.balazs@uni-eszterhazy.hu

³ tanszéki mérnök, EKE-KFK, Innorégió Tudásközpont, moljak.sandor@uni-eszterhazy.hu

⁴ egyetemi docens, EKE-TTK, Környezettudományi és Tájökológiai Tanszék,
lakatos.laszlo@uni-eszterhazy.hu

⁵ tudományos munkatárs, EKE-KFK, Innorégió Tudásközpont, nagy.richard@uni-eszterhazy.hu

Abstract: In our research the land capability classification of Eger Wine Region has been done for arable crops and wine grapes. For the evaluation of the suitability of arable lands Péter Gyeenizse qualification method has been used. Wine grape classification based on the points system of 97/2009 decree of MoA. The required data was organized into GIS databases. Our calculation – mainly operations with raster base maps - has been performed with tools of ESRI ArcGIS. The evaluation of our results has been performed for the whole wine region included both the potentially and the actually cultivated parcels. Our research revealed the fragmentation of the wine region's agricultural suitability and the inappropriate agricultural land use.

Bevezetés

A mezőgazdaságban egyre erőteljesebben érvényesül az a felfogás, miszerint a legnagyobb terméshozamot és legjobb minőséget csak úgy érhetjük el, hogy eközben a környezet állapotának megóvásáról sem feledkezünk meg. Előtérbe került az optimális tájhasználat iránti igény, amelyet a mezőgazdaság vonatkozásában a precíziós gazdálkodás képes kielégíteni. Ennek alapfeltétele, hogy nagy részletességgel ismerjük termőföldjeink ökológiai adottságait, majd ahhoz igazodva válasszuk meg a megfelelő művelési ágat, művelésmódot és agrotechnikát. Ennek eléréséhez elengedhetetlen a különböző földértékelési módszerek alkalmazása.

A nemzetközi szakirodalomban a tájföldrajzi vonatkozású alkalmasság-vizsgálatoknak különböző módszerei ismertek. Univerzális minősítő módszer nincs, mivel az egyes termőhelyelemző módszerek az adott vizsgálathoz kapcsolódó mintaterület természeti adottságaihoz (LÓCZY, 2002), valamint az egyes országok, területi egységek jogi szabályozásaihoz igazodnak. Számos országban alkalmazták például az *Egyesült Államok Mezőgazdasági Minisztériumának* termőképességi osztályozó módszerét (KLINGEBIEL – MONTGOMERY, 1961), mely szerint egy terület mezőgazdasági célú hasznosíthatóságát 13 db korlátozó tényező határozza meg. Ezeket főként talajtani, domborzati, vízgazdálkodási, valamint éghajlati kategóriákba sorolhatjuk. Az *ENSZ Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Szervezete* által kidolgozott „*Framework for Land Evaluation*” (FAO, 1976) című általános földértékelési

keretrendszer célja egy olyan osztályozási rendszer kidolgozása volt, melyet a szakértők globális szinten alkalmazhatnak az egyes területek minősítése során, ezáltal egységesítve a különböző földértékelési módszereket.

A hazai tájértékelési irányzatok közül az első mérőföldkő a Ferenc József idejében megalkotott, 1875/VII. törvénycikkben rögzített aranykorona-rendszer (KERTÉSZ, 2013), melyet földadó kivetése céljából dolgoztak ki. A módszer a kataszteri tiszta jövedelmen alapult, amit az egyes művelési ágak (szántó, szőlő, erdő, stb.) terméshozamainak átlagából számítottak, levonva a ráfordításokat, kiadásokat. A szakemberek túlnyomó része egyetért abban, hogy a rendszer mára túlhaladottá vált (SIPOS – SZÜCS, 1992; FÓRIZSNÉ, 1985), ennek ellenére a mai napig érvényben van.

Gyenyizse Péter (2004) célja egy térinformatikai alapú, az amerikai módszerhez hasonló minősítőrendszer kidolgozása volt. A módszerrel relatív alkalmassági minősítés végezhető, mely során növekvő értékű alkalmassági osztályokat különítünk el, melyek relatív módon mutatják az egyes területek alkalmassági értékét a mezőgazdasági hasznosíthatóság szempontjából.

Hazánkban az egyes szőlőültetvények minősítésére a *Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet* által 1979–1982 között elkészített szőlő termőhelyi kataszter pont és súlyrendszerét alkalmazzuk (Botos et al., 1985) melyet a 97/2009. (VII. 30.) FVM rendelet határoz meg. A pontrendszer hiányosságaira az elmúlt években több kritikai hangvételű szakcikk is felhívta a figyelmet (DOBOS ET AL. 2015; HEGYI ET AL. 2016).

Kutatásunk célja, hogy az Egri borvidék területére az ott leginkább jellemző mezőgazdasági műveléságakra (szőlő, szántó) agroökológiai szempontú termőképességi vizsgálatot végezzünk, továbbá eredményeinket térinformatikai módszerekkel értékeljük, így lehatárolva az eltérő potenciállal rendelkező területeket.

Anyag és módszer

A kutatásunkhoz felhasznált domborzati adatokat a FÖMI 1:10.000-es felbontású topográfiai térképei alapján készítettük el. A vizsgálatok során felhasznált talajtani adatok több forrásból is rendelkezésünkre álltak. Figyelembe vettük a MTA-TAKI által készített *Digitális Kreybig Talajinformációs Rendszert*, valamint az Agrotopográfiai adatbázist is. A kutatáshoz szükséges agrometeorológiai jellemzők adatait a CARPATCLIM adatbázisból töltöttük le. A borszőlő-alkalmassági minősítés során egzakt módszerekkel vizsgáltuk a téli, valamint a tavaszi és őszi fagykáresemények gyakoriságát. E vizsgálatok elvégzéséhez a *Grapevine Cold Hardiness Model-t* (version 2) alkalmaztuk, amelyet a *Washington State University* bocsátott rendelkezésünkre.

Eredményeinket összehasonlítottuk a mintaterület jelenlegi tájhasználatával, arra keresve a választ, hogy miként alakul a tényleges szántóföldi és borszőlő tájhasználati mód a különböző minőségi osztályok esetében. A mintaterületen

található szántóföldek, illetve szőlőültetvények elhelyezkedését a *Nemzeti Kataszteri Program Nonprofit Kft.* adatbázisából gyűjtöttük ki.

Kutatásunk során főként az ArcGIS termékcsalád ArcMap 10.4-es szoftverével, valamint a Microsoft Office 2016 termékcsalád Excel moduljával dolgoztunk. A különböző minősítővizsgálatokat raszteres alaptérképek alapján végeztük az ArcMap 10.4 szoftver „*Raster calculator*” tool-jának segítségével. Az alaptérképek valamint az eredménytérképek pixelmérete is egységesen 10x10 m-es volt.

A mintaterület szántóföldi alkalmasságának vizsgálatára Gyenizse Péter 2004-ben publikált minősítómódszerét alkalmaztuk (GYENIZSE, 2004). Azért erre a módszerre esett választásunk, mivel a mintaterület sajátos természetföldrajzi adottságait, valamint a rendelkezésre álló adatbázisokat és térinformatikai szoftvereket figyelembe véve ezen módszer alkalmazása eredményezte a mintaterület lehető legnagyobb felbontású minősítését. Egy-egy terület szántóföldi hasznosíthatóságát a terület domborzati, talajtani és éghajlati adottságai határozzák meg (*1. táblázat*). A módszer 5 darab minőségi osztályt határoz meg, azonban az egyes osztályok határait nem definiálja pontosan.

A borszőlő-alkalmassági vizsgálatához a 97/2009. (VII. 30.) FVM rendelet pontrendszerét használtuk, mivel a jelenleg hatályos jogszabályok szerint ez a hivatalos minősítőrendszer Magyarországon. Célunk szigorúan a borvidék agroökológiai szempontú térinformatikai minősítése volt, ezért a minősítőrendszernek csupán az ilyen irányú tényezőit vettük figyelembe, ezek listáját a *2. táblázat* tartalmazza.

A módszer alapján a vizsgált területen megfigyelhető téli, valamint tavaszi és őszi fagykáresemények nyilvántartása a terület tulajdonosainak bevallása

1. táblázat A szántóföldi minősítés során figyelembe vett tényezők

Forrás: saját szerk., Gyenizse P. (2004) alapján

Főtényezők	Természeti adottságok
Talajalkalmasság	Talajértékszám
	Talaj típusa és altípusa
	Talaj fizikai félesége
	Talaj vízgazdálkodási tulajdonságai
	Talaj kémhatása és mészállapota
	Szervesanyag-készlet
	Termőréteg vastagsága
	Lejtőkategória (%)
Agrometeorológiai alkalmasság	Lejtőkitettség
	Hőségnapok száma
	Fagyos napok száma
	Éves csapadék mennyisége
	Kalászosok tényészidőszakának középhőmérséklete
	Kapások tényészidőszakának középhőmérséklete
	Kalászosok tényészidőszakában lehullott csapadék mennyisége
	Kapások tényészidőszakában lehullott csapadék mennyisége

2. táblázat A borszőlő-alkalmassági minősítés során figyelembe vett tényezők
Forrás: saját szerk., a 97/2009. (VII. 30.) FVM rendelet 1. sz. melléklete alapján

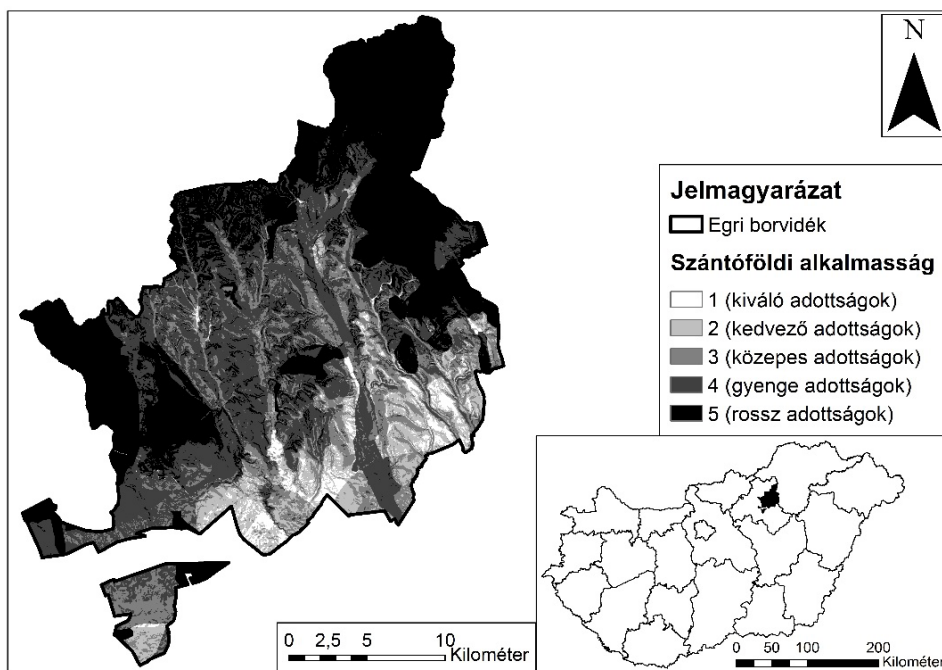
Főtényezők	Természeti adottságok
Agrometeorológia	Téli fagykár gyakorisága
	Tavaszi, őszi fagykár gyakorisága
Talaj	Talajtípus
	Talajképző kőzet
	Kémhatás és mészállapot
	Fizikai talajféleség
	Talaj vízgazdálkodási tulajdonsága
	Humuszkészlet
	Termőréteg vastagsága
Erózió mértéke	
Terepviszonyok	Lejtőszög és égtáji kitettség
	Tengerszint feletti magasság
	Terepfelszín (tereprendezés szempontjából)

alapján történik. Kutatásunk során egy ettől egzaktabb, eddig még nem alkalmazott módszert alkalmaztunk, melynek során a CARPATCLIM adatbázisból importált napi hőmérsékleti értékeket (2000–2010 között, minden év szeptember 7-től következő év május 15-ig) valamint a *WSU Grapevine Cold Hardiness Model* segítségével számított hőmérsékleti adatokat vetettük össze. A modell azokat a minimális napi hőmérsékleti értékeket számítja ki, melyet az adott fajta még képes fagykárosodás nélkül elviselni (FERGUSON ET AL., 2006; LAKATOS, 2017). Fagykáreseményt azon pontokon jegyeztünk, ahol adott évben a napi minimumhőmérséklet legalább egyszer a modell által számított érték alá süllyedt. A vizsgált szőlőfajták a következők: Cabernet Franc, Cabernet Sauvignon, Kékfrankos, Merlot, Syrah, Zinfandel, valamint Chardonnay, Tramini, Rajnai Rizling, Sauvignon Blanc, Viognier és Szürkebarát.

Eredmények

Az Egri borvidék szántóföldi alkalmasságának vizsgálatakor elsőként elkészítettük a borvidék minősítőmódszer szerinti talajalkalmassági és agrometeorológiai alkalmassági térképeit. A szántóföldi alkalmassági térképet (1. ábra) a talajalkalmassági és az agrometeorológiai alkalmassági térképek pixelértékeinek összeszorzásával állítottuk elő. A borvidék szántóföldi művelésre legalkalmasabb területei az alacsony lejtőszögű területeken helyezkednek el, leginkább a mintaterület déli részén, mely az Észak-Alföldi-hordalékkúpsíksághoz tartozik. Az értékek osztályközökbe sorolását a „Standard Deviation” osztályozási eljárással végeztük, melynek során 5 darab alkalmassági osztályt állítottunk elő, ezek a terület potenciálját reprezentálják (1-től 5-ig romló adottságokkal).

Az Egri borvidék borszőlő-alkalmassági minősítése során elsőként a fagykáresemények gyakoriságát vizsgáltuk. Eredményeink rámutatnak arra, hogy a vizsgált 10 éves periódus alatt egyik fajta sem fagyott el a téli időszakban, valamint a növények a vegetációs időszakban maximum 2 alkalommal szenvedtek fagykárt



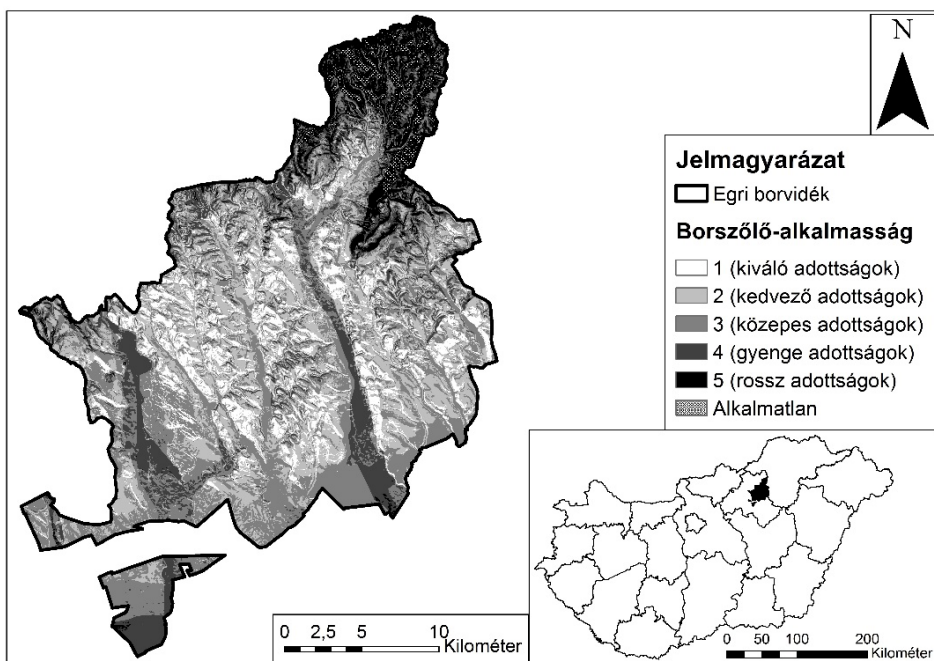
1. ábra Az Egri borvidék szántóföldi alkalmassági térképe; a különböző minőségi osztályokba sorolt területek eloszlása a mintaterületen (Forrás: saját szerk.)

a legfagyveszélyesebb területeken. A legtöbb fajta 2002 áprilisában, valamint 2007 májusában fagyott el.

Az Egri borvidék borszőlő-alkalmassági térképét a 2. ábra szemlélteti. Minősítésünk során a borvidék területén egy pixel átlagosan 270 pontot kapott, a legalkalmasabb területek pedig 354 pontot értek el a maximális 357 pontból. A kedvező adottságú területek a borvidék dombháti területein, a délies kitettségű lejtőkön helyezkednek el. Számításaink alapján (valamint a jogszabályban rögzített minimális és maximális alkalmassági értékek arányszámát figyelembe véve) a 167 pontot el nem érő területek borszőlőtermesztésre alkalmatlanok, melyek a mintaterület északi részén, a nagy lejtőszögű, északias kitettségű, erdővel borított térszíneken helyezkednek el. A pixelenkénti alkalmassági értékeket 5+1 darab alkalmassági osztályba soroltuk, melyekből 5 darab a szántóföldi alkalmassági osztályokhoz hasonlóan a terület potenciálját reprezentálja, (1-től 5-ig romló adottságokkal) a 6. osztályba pedig a borszőlőtermesztésre alkalmatlan területeket soroltuk.

Eredményeinket mind a szántóföldi alkalmasság, mind pedig a borszőlő-alkalmassági minősítés esetében értékeltük:

- az Egri borvidék teljes területére,
- a potenciálisan szántóföldi művelés, illetve szőlőtermesztés alá vonható területekre, valamint
- a ténylegesen szántóföldi művelés, valamint szőlőtermesztés alatt álló parcellákra.



2. ábra Az Egeri borvidék borszőlő-alkalmassági térképe; a különböző minőségi osztályokba sorolt területek eloszlása a mintaterületen (Forrás: saját szerk.)

3. táblázat A szántóföldi minősítés szerinti alkalmassági osztályok megoszlása

Alkalmassági osztály	Területi megoszlás (%)		
	Egeri borvidék	Hasznosítható területek	Szántóföldek
1 (kiváló)	2,9	5,2	4,1
2 (kedvező)	7,7	14,1	11,9
3 (közepes)	15,6	24,5	24
4 (gyenge)	32,8	38,1	39,5
5 (rossz)	41	18,2	20,5

4. táblázat A borszőlő-alkalmassági minősítés szerinti alkalmassági osztályok megoszlása

Alkalmassági osztály	Területi megoszlás (%)		
	Egeri borvidék	Hasznosítható területek	Szőlőültetvények
1 (kiváló)	12	16,2	28,7
2 (kedvező)	28,6	34,7	45
3 (közepes)	35,7	39,5	24,9
4 (gyenge)	15	9,4	1,3
5 (rossz)	7,1	0,2	0,2
Alkalmatlan	1,6	0	0

Az értékelések eredményeit a 3-4. táblázatok tartalmazzák.

Következtetések

Kutatásunk során agroökológiai szempontú földértékelést végeztünk az Egri borvidék területére az ott leginkább jellemző mezőgazdasági művelésre (szőlő, szántó).

A szántóföldi alkalmassági vizsgálat eredményei rámutattak arra, hogy a borvidéken sajnos nem valósul meg mindenhol az optimális tájhasználat. A szántóföldi művelésre legalkalmasabb területek a borvidék déli részén helyezkednek el. E területek kiemelkedő alkalmasságának okai főként a felszín kismértékű lejtése, valamint a területre jellemző csernozjom-barna erdőtalaj előnyös tulajdonságai. A borvidék többi részére azonban már meredekebb lejtésű területek, valamint a szántóföldi művelés céljából alkalmatlanabb talajok a jellemzőek, azonban a nyugati területeken így is jellemző a földek szántóföldi célú hasznosítása.

A borszőlő-alkalmassági vizsgálat alapján az Egri borvidék kiemelkedő borszőlőtermesztési potenciállal rendelkezik. A jelenleg művelés alatt álló parcellák közel $\frac{3}{4}$ -e kedvező adottságú területeken helyezkedik el, s a további, művelés alá vonható területek is kiemelkedő potenciállal rendelkeznek.

Eredményeink alapján a gazdálkodóknak lehetőségük nyílhat – a környezet megóvását is szem előtt tartva – az optimális termőterületek, a legmegfelelőbb agrotechnikák, valamint a területeken legnagyobb haszonnal termesztendő növények megválasztásához, röviden: a fenntarthatóság keretein belül folytatott gazdálkodás elérésére.

A kutatás az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-16-1 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült. This work was supported by the ÚNKP-16-1 New National Excellence Program of the Ministry of Human Capacities.

Felhasznált irodalom

- BOTOS E. P. – CSEPREGI P. – POLÓNYI B. (1985): A szőlő- és bortermelés katasztere és gyakorlati bevezetésük. Szőlészet és Borászat. 7. (1), pp. 7–10.
- DOBOS A. – NAGY R. – BÁLO B. – GÁL L. (2015): Különböző egri szőlőterületek talajtípusainak és talajparamétereinek meghatározása, valamint termőhelyi adottságainak vizsgálata. Borászati Füzetek, Különkiadvány, pp. 120–122.
- FAO (1976): A Framework for Land Evaluation. United Nations Food and Agriculture Organization, Rome, 72. p.
- FERGUSON, J. C. – MILLS, L. J. – KELLER, M. (2006): Cold-Hardiness Evaluation of Grapevine Buds and Cane Tissues. American Journal of Enology and Viticulture, 57. (2), pp. 194–200.

- FÓRIZS J.-NÉ (1985): Földértékelés, termőhelyi értékelés problémái. Javaslat a termőhely korszerű értékelésére. Agrárgazdasági Kutató Intézet, Budapest, 211 p.
- GYENIZSE P. (2004): Eltérő természeti adottságú tájak mezőgazdasági minősítése térinformatikai módszerrel (DK-dunántúli példákkal). Tájökológiai Lapok 2. (2), pp. 349–364.
- HEGYI B. – NAGY R. – DOBOS A. (2016): A borszőlő termőhelyi kataszter kutatási módszereinek tájföldrajzi szempontú értékelése. Magyar Földrajzi Napok 2016., Eger, Absztraktkötet, pp. 85–86.
- KERTÉSZ Á. (2013): Táj- és környezetértékelés. Eszterházy Károly Főiskola, pp. 147–154.
- KLINGEBIEL, A. A. – MONTGOMERY, P. H. (1961): Land Capability Classification. In: USDA Agriculture Handbook No. 210., Washington, D.C., pp. 1–21.
- LAKATOS L. (2017): Téli fagyok és fagykarak Magyarországon, Agroforum 28. (2), pp. 14–16.
- LÓCZY D. (2002): Tájértékelés, földértékelés. Dialóg Campus Kiadó, Budapest, pp. 27–130.
- SIPOS A. – SZŰCS I. (1992): A mezőgazdasági termőföld komplex értékelése. Közgazdasági Szemle, 39. (12), pp. 1144–1153.
- 97/2009. (VII. 30.) FVM rendelet

Helyspecifikus gazdálkodás alkalmazásának tapasztalatai a forgatás nélküli művelésben Karcagon

Czimbalmos Róbert

tudományos főmunkatárs, DE AKIT Karcagi Kutatóintézet, rczimb@agr.unideb.hu

Abstract: Reduced tillage offers the advantages of fuel savings, improved timing of sowing because the soil is generally in a better condition sooner after rainfall, time savings from less workings which allow farmers to devote more time to management decisions. The latest research shows the more soil is tilled, the more carbon is released to the air and the less carbon is available to build organic matter for future crops. Karcag Research Institute is engaged in researches in soil management technologies and precision farming too. These examinations of new soil use methods we started in 1997, in our institute's plots. Our goal is to prevent or reduce the soil degradation processes in this region. Effects of soil protective cultivation technologies – involving direct seeding and residue management – on the soil, crop and economy of production are examined in a multiple long-term field experiment on a heavy textured soil. According to the research achievements of the first twenty years of the long-term field experiment – combined with precision farming – the applied treatments have not always significantly influenced the yield of the indicator crops, but considerably decreased the energy consumption and costs of cultivation. We touch on the issue of pay-off and profitability too.

Bevezetés

Írásom a 2016. évi Térinformatikai Konferencián megjelent cikk (CZIMBALMOS R. 2016) folytatása. Akkor a helyspecifikus gazdálkodás alkalmazásának lehetőségeit vázoltam, jelen cikkben ennek karcagi tapasztalatait mutatom be. A helyspecifikus gazdálkodás adaptív módon alkalmazza a térinformatika innovációs eredményeit. Az új fejlesztéseket, azok piacositott eredményeit (pl. precíziós sávművelés) hazánkban a nagy integrátor szerepet is ellátó cégek (IKR, KITE) juttatják el a magyar mezőgazdaság szereplői számára (HUSTI I. 2015). A nemzetközi kutatások legújabb témái az önvezető, teljesen robotizált traktorok, mezőgazdasági drónok alkalmazásának vizsgálata (Asirobots, 2016). A helyspecifikus gazdálkodás robbanásszerű fejlődése a gyakorlat számára egyrészt olcsóbbá tette precíziós gazdálkodás (továbbiakban PG) eszközzrendszerét, másrészt felhasználóbarát és elérhető árú alkalmazásaival már nem riasztja el a legfontosabb felhasználói célcsoportot, a gazdálkodókat. Ennek ellenére robbanásszerű elterjedéséről még most sem beszélhetünk, ennek több oka van. Az előnyök mellett (CTIC, 2017) szólni kell a PG bevezetésének esetleges buktatóiról is (AGRÁRSZEKTOR, 2017). Egyrészt vevői oldalon még mindig a fő vezérelv az erő- és munkagépbeszerzéseknél a költségtakarékosság. Agépértékesítők PG marketingje még mindig nem elég meggyőző a gazdálkodók számára. Azok, akik mégis megvásárolják a gépgyártók fejlesztéseit (RTK, hozammérés, sávművelés vezérlés eszközei), vagy a független – csak PG eszközzrendszereket – fejlesztők berendezéseit, sok esetben

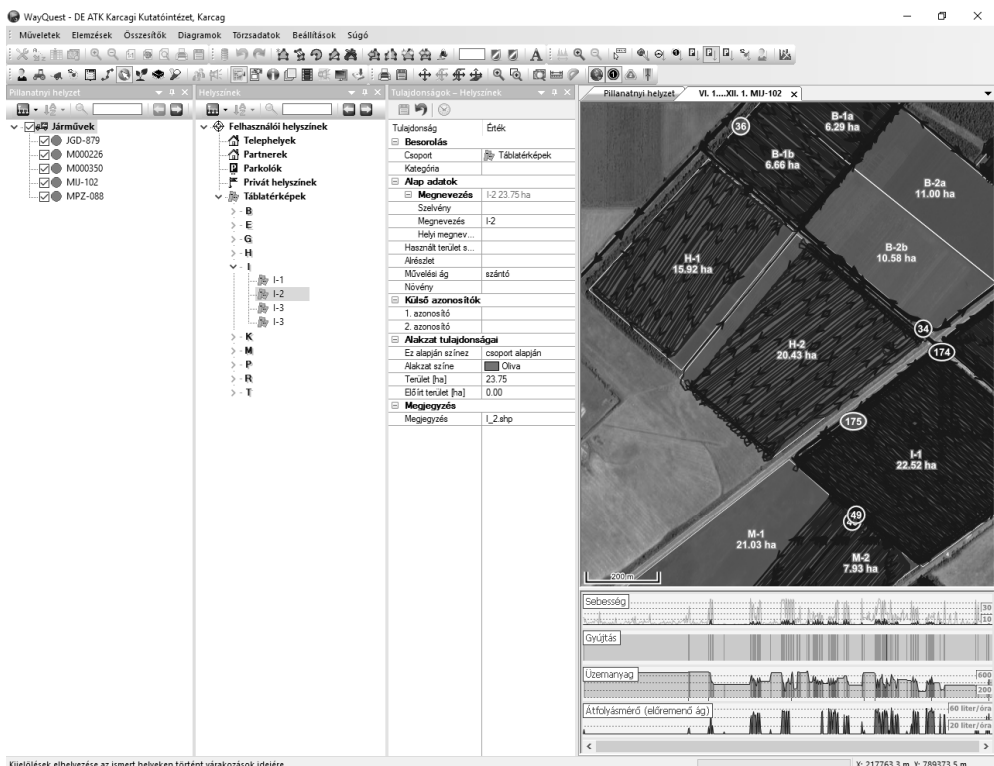
tapasztalják, hogy az ígért szakmai támogatás elmarad, így a nagyértékű berendezéseik kihasználtsága romlik. Sok szerző a technológia forgalmazóinak – akik sok esetben egyben integrátorok – felelősségére, a nagyobb szerepvállalás szükségességére hívja fel a figyelmet (BARANYAI ET AL. 2011; JACOBSEN ET AL. 2010). Másrészt, mint az innováció egyik alappillére, az emberi tényező (DIMÉNY I. 1975) hiányosságai ezen a területen is jelentkeznek: mivel speciális szakmai felkészültséget és ismereteket feltételező szakterületről van szó, ha nincs meg a megfelelő fogadókészség és ismeret a különböző szinteken (vezető, menedzsent és végrehajtó traktoros), a PG rendszere nem fog működni (AVAR L. 2017). A rendszer alkalmazásával már a termelés input oldalán jelentős megtakarítások érhetők el (LENCSES E. 2013). Sokan egyetértenek abban, hogy a technológia lassú elterjedésének fő okai a hiányos ismeretek, az elkötelezettség és a célirányos támogatások hiánya (TAKÁCSNÉ K. 2015). A lassú terjedés ellenére a precíziós gazdálkodás létjogosultsága – figyelembe véve az utóbbi évtizedek ökológiai és ökonómiai változásait – vitathatatlan. A Föld lakossága 2055-re elérheti a 10 milliárdot, ugyanakkor létezésünk pillére, a termőtalajaink területe évről évre csökken. Ennek a folyamatnak a megállításához egy olyan korszerű és/vagy okszerű, PG-vel meg támogatott gazdálkodás folytatása szükséges, amellyel a kedvezőtlen ökológiai hatások tompíthatók. Erre – hazánk klimatikus feltételeit figyelembe véve – a forgatás nélküli talajvédő művelés tűnik a legalkalmasabbnak, ezen belül is a mulcsművelés (mulch tillage). Az 1997-ben indított tartamkísérletünk a PG szemszögéből vizsgálja a hagyományos- és a forgatás nélküli mulcsművelést.

Anyag és módszer

A DE AKIT Karcagi Kutatóintézetében az 1997 évben indított forgatás nélküli mulcsműveléses tartamkísérletének helyszíne a H-1 (15,8 ha) és H-2 (3,8 ha) jelű táblák, csernozjom réti talajon. A H-1 tábla parcelláin forgatás nélküli mulcsművelés, míg a H-2 tábla kontrollparcelláin hagyományos művelés került beállításra – ugyanazon vetésforgóval – a következő célkitűzésekkel:

- a rendszeresen művelt réteg mélységének csökkentése,
- a konvencionális – ekén alapuló – talajművelési rendszer elhagyása forgatás nélküli mulcsművelés bevezetésével,
- időszakos mélylazítás alkalmazása a talaj fizikai hibáinak, illetve a termékenységet korlátozó tényezők megszüntetésére,
- a művelési költségek, az emissziós értékek csökkentése,
- a PG elemeinek beépítése a talajművelési rendszerekbe.

Jelen cikkben csak az utolsó két pont kifejtésére vállalkozom, előzőek a múlt évi írásomban már kifejtésre kerültek. A kísérlet erőgépe automata kormányzású, RTK rendszerrel szerelt. A parcellák talajművelése során a gépi üzemeltetés két fontos paramétere kerül rögzítésre: a munkagépek vontatásához szükséges vonóerő szükséglet és az üzemanyag fogyasztás (az eszközrendszer és metodika a tavalyi cikkben bemutatásra került). A művelés során felhasznált üzemanyag mennyiségét



1. ábra 2016.augusztus és november között végzett művelések (MIJ-102 rendszámú JD 8285r erőgép), az intézet karcagi telepének H-1-2, B-1 és I-1 jelű tábláin

az erőgépbe épített nyomkövető rendszer¹ méri és rádióhullámon közvetíti irodai számítógépes szoftveres felületre a jogosultsággal rendelkezők számára. A gépüzemeltetés mérései adatbázisban tárolhatók, minden művelet utólagosan naplózható, elemezhető: az aktív műveléssel töltött idő, a ki- és levonulások ideje, az ezek alatt elfogyasztott üzemanyag mennyisége. Ezek egy GoogleMaps térképalapra felvitt, saját szerkesztésű fedvényen jeleníthetők meg (1. ábra). A fedvény tartalmazza az üzem tábláinak poligonjait, az ezekhez rendelt leíró adatokat (650 ha szántó és 200 hektár rét- és legelő művelési ág). Ezek a tábla- és parcellapoligonok a változó művelési körülmények (tábla alakja, mérete, haszonnövények változása, belvízfoltok poligonjai) hatására folyamatosan aktualizálásra kerülnek.

Eredmények

Az új művelési rendszer PG hátterét az RTK és nyomkövető rendszerekkel felszerelt erőgép jelenti, amely a forgatás nélküli művelés alap művelőeszközeit (diskripper, mulcstilller, tárcsa, korszerű mérleges műtrágyaszóró és direktvetőgépek) nagy pontossággal tudja kiszolgálni. A hangsúly a táblán belüli, heterogén

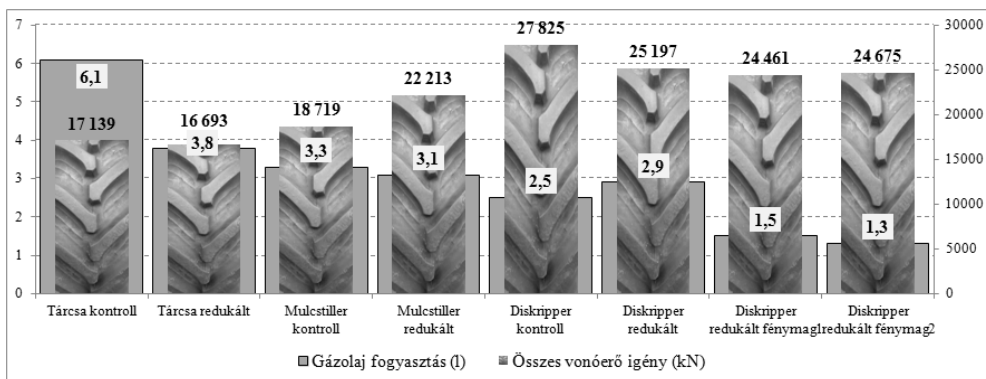
¹ Mg-i erőgépek számára kialakított ITINERIS rendszer, WayQuest szoftveres felülettel.

módon végzett művelési beavatkozásokon van! Az automata kormányzás és a pontos sorcsatlakozás a gépkezelő teljesítményét növeli, javul az erőgép fajlagos területteljesítménye, az alacsonyabb műveletszám és a kisebb vonóerőigény miatt jelentősen csökken a tüzelőanyag fogyasztás és így a környezetterhelés is (2. ábra).

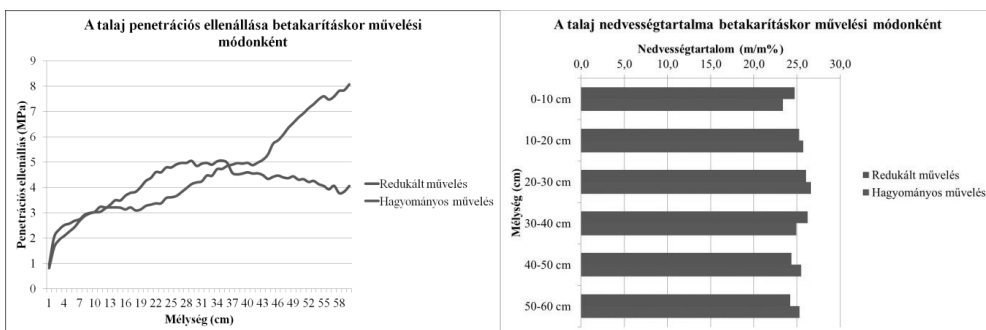
Az 480–500 méteres parcellahosszokon végzett fogyasztás- és vonóerőmérések egyértelműsítik, hogy a forgatás nélküli parcellák talajainak állapota jobb, a munkagépek kisebb talajellenállásba ütköznek, a munkájuk jobb minőségű és kevesebb üzemanyagot is igényel ugyanazon művelőeszköz vontatása (a 2. ábra első két oszlopán szereplő nehéztárcsás művelés üzemanyagfogyasztása a hagyományos művelésű parcellán közel duplája a forgatás nélküli, „redukált” parcellán mértnek, annak ellenére, hogy a két mért összes vonóerő-igény érték a két művelésben alig tér el egymástól). Az utólagos elemzéseknél adott táblán belül – mivel a talajállapot változó – már a talajművelések során mért hirtelen emelkedő üzemanyag-fogyasztás és vonóerő értékekből lehatárolhatóak a tömörödött, belvíznyomott foltok. Valószínűsíthető, hogy egy hozamértékepen a mért, alacsonyabb hozamértékek poligonja többé kevésbé egybeesik ezekkel a kritikus talajfolt poligonokkal. A gazdálkodó – a rendszer részét képező periodikus lazítás során – csak ezen talajfoltoknál alkalmaz mélylazítást, így felszámolhatja a káros talajtömörödést; a tábla többi részén csak közép mély lazítást végez, így jelentős üzemanyag megtakarítást érhet el. Méréseink szerint a kísérlet középkötött talaján egy passzív kúpes közép mély lazító egy üzemóra alatt 45–50 cm munkamélységgel 1,5 ha szántót képes fellazítani, 35–40 l üzemanyag fogyasztást produkálva, míg egy aktív kúpes, önjáró lánc talpas lazító 70–100 cm-es mélylazítása során üzemóránként 70–90 l-es fogyasztással(!) és nagyon alacsony (0,2 ha/óra) területteljesítménnyel dolgozik. Ezért szükséges a táblán belüli, belvíz sújtotta, erősen tömörödött foltok lehatárolása, majd ezen foltokon mélylazítás végzése. Közvetlen a betakarítás után – a két művelési rendszerben – az általunk mért penetrációs- és talajnedvesség értékek igazolják, hogy a jelzőnövények gyökérzónájában a talaj kevésbé tömörödött, megszűnt a tárcsa- és eketalpréteg (20–30–35 cm-nél), a talajnedvesség értékek a kevésbé tömör és ezért jobban párologtató felszín ellenére sem rosszabbak, mint a hagyományos művelés parcelláin (3. ábra).

A többéves saját fogyasztási- és művelési adatbázis alapján kijelenthető, hogy a kisebb menetszámban végzett forgatás nélküli talajművelés során 35–40%-os üzemanyag megtakarítás érhető el a hagyományos, többmenetes művelés üzemanyag felhasználásával szemben.

A rendszert a hozamterképezésre alkalmassá tett aratócséplőgép teszi teljessé. A speciális, szecsázó és terítő adaptere biztosítja a szalma- és egyéb növényi maradványok egyenletes aprítását, terítését, így alakítható ki a nedvességmegőrző mulcsréteg. Atápanyagtőke felmérésénél, agyomfelvételezéseknél, növényvédelemnél megjelentek az infrafelvételeket készítő drónok, a szakaszolható permetezők, melyekkel táblán belül foltszerűen, költségtakarékosan és kevésbé környezetromboló módon végezhető el a beavatkozás. A rendszer egy, a talaj kiszáradását mérséklő, eróziót és deflációt megállító, a talaj biológiai beéledését segítő, heterogén módon



2. ábra A különböző művelőeszközök használata során mért gázolajfogyasztás és az összes vonóerő-igény alakulása, a két művelési módnál (2016. augusztus)

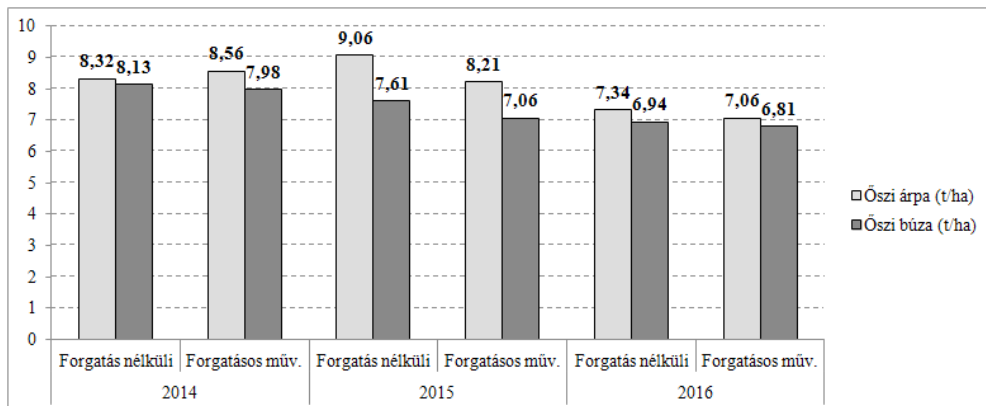


3. ábra Penetrációs- és nedvességtartalom értékek a két művelésnél (2016.07.26)

beavatkozó talajművelési technológia kialakítását biztosítja. Ennek szerves része a helyspecifikus gazdálkodás elemeit integráló mérési és adatgyűjtési módszer. Az új, komplex művelési rendszer alkalmazásával egy szervesanyagban gazdag, eke- és tárcsatalp rétegtől mentes, periodikusan mélylazított művelt réteg alakítható ki.

Összefoglalva, a forgatás nélküli, csökkentett menetszámú mulcsművelési rendszer a következő előnyöket nyújtja:

- kapacitások jobb kihasználása, szűk keresztmetszetek csökkenése,
- csapadék elfolyásának csökkenése, nedvességmegőrzés, gyomok elnyomása a mulcstréteg kialakításával,
- csökkenő talajerózió és defláció, talajtömörödés mérséklése,
- alacsonyabb vonóerőigény és jelentősen csökkenő üzemanyagfogyasztás, környezetterhelés,
- RTK vezérelt erőgépek használatával nagy pontosság, átfedésmentes területek művelésnél, vetésnél és betakarításnál,
- művelési egység (parcella, tábla) heterogén kezeléséből adódóan kisebb gépi munka és inputanyag költség,
- csökkentett menetszámok ellenére is optimális csírázás; homogén, aszályra kevésbé érzékeny haszonnövény állomány,



4. ábra A kétféle művelésben elért terméseredmények 2014 és 2016 között

- a forgatás nélküli művelés parcelláin a gabonafélék átlagtermései magasabbak, a kapások átlagtermései a hagyományos művelésben mért átlagtermések körül alakulnak (4. ábra).

Következtetések, javaslatok

Tapasztalataink szerint a forgatás nélküli mulcsműveléses rendszer ökológiai előnye, hogy a talaj mikrobiológiai tevékenységének tudatos szabályozásával előnyösen befolyásolhatók a humuszgyarapító- és bontó folyamatok, a tarlómaradványok feltáródása, így fenntartható a talaj ideálshoz közeli kultúrállapota és művelhetősége. Előbbi megállapításainkat igazolja vissza a gödöllői SZIE keretében végzett hasonló tartamkísérlet is (BOTTLIK L. 2016). **Ökonómiai előny** az ágazati hatékonyság növekedése, ezen belül kevesebb input használata, a művelési költségek és a környezetterhelés jelentős csökkenése. A forgatás nélküli talajművelési rendszer a helyspecifikus gazdálkodással egy komplex rendszert alkot. Bevezetése történhet több lépcsőben is, mivel a PG részegységei a mai gazdaságok legtöbbszörében már megtalálhatók (RTK-s automata kormányzású erőgépek, hozamtérképezésre alkalmas aratócséplőgép, műtrágyaszórók, permetezők korszerű isobuszos kapcsolattal). A meglehetősen magas beruházási érték miatt csak a minimum 250–300 hektáros szántóterülettel rendelkező gazdaságok számára javasolt a rendszer bevezetése. Ez magába foglalja a nagy pontosságú RTK-s rendszert használó talajművelést, műtrágyázást, vetést, növényvédelmet és betakarítást. Gazdálkodói oldalról elvárás egy magas szintű szakmai- és térinformatikai ismeret. Nagyobb cégeknél megoldás lehet egy, a PG területén otthonosan mozgó szakember alkalmazása. Ha ezen feltételek nem teljesülnek, működésképtelenné és veszteségesse is válhat az új PG-vel kombinált talajművelési rendszer.

Az inputanyagok folyamatosan emelkedő árai, a klimatikus szélsőségek gyakoriságának növekedésének árnyékában a helyspecifikus gazdálkodással kombinált forgatás nélküli mulcsművelés lehet az egyetlen alternatíva a gazdálkodók

számára. Ezzel az új művelési rendszerrel megőrizhetik a versenyképességüket az elkövetkezendő évtizedben is. Igaz, ehhez országos szinten mintegy 300 milliárd forintba lenne szükség (AGRÁRSZEKTOR, 2017), de itt egyben a magyar mezőgazdaság versenyképességének megőrzése a tét. A rendszer bevezetéséhez szükséges PG eszközök, erő- és munkagépek beszerzéséhez még rendelkezésre állnak uniós pályázati források, amelyek a meglévő területalapú (SAPS+AKG, zöldítés) támogatások mellett igénybe vehetők, de csak 2020-ig. Az ezután következő időszakokban az uniós támogatási rendszerében a területalapú kifizetéseket arányát jelentősen csökkenteni fogja, erre már most fel kell készülnie a magyar gazdaságtársadalomnak, hisz a kieső területalapú támogatások nélkül is versenyképes kell maradjon EU szinten. A gazdálkodó legelső, legfontosabb kérdése a megtérülési idő. Ez lehet közgazdasági kategória, mint a többlethozam, többletjövedelem. A művelt tábla/parcella szintjén, adott természetű haszonnövényre elvégzett költség-haszon elemzéssel képet kapunk a jövedelmezőségről. Ez alapján könnyen kiszámolható, hogy az adott pluszberuházás területnagyságtól függően 4-6, vagy 8-10 év alatt térül meg. A kisebb szám a 300 hektár feletti termőterülettel rendelkező nagygazdaságokra, illetve a közepesekre (200–300 ha) jellemző, míg a 100 hektár alattiaknál a megtérülés több mint 10 év lehet, számukra tehát nem javasolt ennek a rendszernek a bevezetése. A környezettudatos, szántói állapotáért felelősséget viselő gazda sok esetben vállalja az extra kiadásokat, hisz tudja, hogy a jövedelmezőség mellett az ökológiai szemlélet és a fenntarthatóság közösségi, társadalmi szinten fontosabbak.

„Semmi sem okoz nagyobb kárt, mint az elhanyagolt termőföld.”

(PLINIUS Secundus, Kr.u. 23-79)

Felhasznált irodalom

- AGRÁRSZEKTOR (2017): Ember nélküli traktor: az oroszok is beszálltak a nagy bizniszbe. 2017.02.04.
http://www.agrarszektor.hu/gepek/ember_nelkuli_traktor_az_oroszok_is_beszalltak_a_nagy_bizniszbe_video.6848.html
- AGRÁRSZEKTOR (2017): Hódít a csúcstechnológia a magyar földeken, de vannak buktatók is. 2017.02.13.
http://www.agrarszektor.hu/gepek/hodit_a_csucstechnologia_a_magyar_foldeken_de_vannak_buktatok_is.6885.html
- AGRÁRSZEKTOR (2017): Precíziós gazdálkodás: kéne 300 milliárd forint. 2017.02.13.
http://www.agrarszektor.hu/gepek/precizios_gazdalkodas_kene_300_milliard_forint.6887.html
- ASIROBOTS (2016): The future of farming. <https://www.asirobots.com/farming/>
- AVAR, L. (2017): Digitális gazdálkodás. Magyar mezőgazdaság, 72. 8.sz. pp. 26–28.
- BARANYAI, Zs. – BÉRES, D. – SZABÓ, G. – VÁSÁRY, M. – TAKÁCS, I. (2011): Factors of trust in machinery sharing arrangements. Annals of the Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists. 13., pp. 18–22.

- BOTTLIK, L. (2016): Mulcsművelés vagy forgatás? AgroNapló 8. sz. pp. 61–63.
- CTIC (2017): Top 10 Conservation Tillage Benefits, Conservation Technology Information Centre. <http://www.ctic.purdue.edu/resourcedisplay/293/>
- CZIMBALMOS, R. (2016): Kutatás és gyakorlat – Helyspecifikus gazdálkodás alkalmazásának lehetőségei a forgatás nélküli művelésben Karcagon. Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában. Debrecen Egyetemi Kiadó, Debrecen, pp. 127–133. ISBN: 978-963-318-570-4
- DIMÉNY, I. (1975): A gépesítésfejlesztés ökonómiája a mezőgazdaságba. Akadémiai Kiadó, Bp. 508. p.
- HUSTI, I. (2015): Az adaptív innováció jó példája: a sávművelés megjelenése Magyarországon. Gazdálkodás, 2015, 5., pp. 443–452.
- JACOBSEN, L. – PEDERSEN, S.M. – JENSEN, H.G. – KIRKETERP-SCAVENIUS, I.M. (2011): Socioeconomic impact of widespread adoption of precision farming and controlled traffic systems. FUTUREFARM project Deliverable 5.8.
- LENCSES, E. (2013): A precíziós (helyspecifikus) növénytermelés gazdasági értékelése. Phd-értekezés, SZIE GSZDI. pp. 28–33.
https://szie.hu/file/tti/archivum/Lencses_Eniko_ertekezés.pdf
- TAKÁCSNÉ, K. (2015): Agrárinnováció a gyakorlatban- avagy miért ilyen lassú a helyspecifikus növénytermelés terjedés? Gazdálkodás, 2015, 6., pp. 517–526.

A lakossági energiafelhasználás geoinformatikai vizsgálata

Deák Attila

MSc-hallgató, Debreceni Egyetem, deakatesz@freemail.hu

Abstract: Rest part of the Hungarian energy utilization is residential by the households that can be regarded as high in European Union level comparison as well. Significant spatial disparities are observed in the values of consumption and in the expenditures. Significant part of my researches focused on the investigation of spatial inequalities in the residential energy consumption in Northeastern Hungary calculated by the settlement level datasets of KSH-TeIR and KSH-NAV for the level of districts and counties. Results for the applied logarithmic weighted standard deviation, Hoover index and weighted Gini index are represented in the essay with their temporal analysis.

Bevezetés

A gazdasági fejlettségtől és a társadalmi életszínvontól függetlenül a társadalmi és a gazdasági igények biztosítása, vagy éppen a különböző struktúrák működése és fenntartása szempontjából nélkülözhetetlen az energia, hiszen a mindennapi élet szerves részévé vált. Az igényelt energiamennyiség biztosítása pedig minden ország számára kulcsfontosságú feladat.

A háztartási, lakossági energiafogyasztás vizsgálatának szükségszerűsége elsősorban azért fontos, mivel a szektorok közül az egyik legjelentősebb energiafogyasztó a lakosság. Nincs ez másként Magyarországon sem, hiszen a hazai energiafelhasználás legnagyobb hányadával a lakossági energiafogyasztás rendelkezik. A Nemzeti Energiastratégia 2030 c. dokumentumban foglaltak alapján „*az épületek rossz állapota miatt pazarló a felhasználás*” és – az uniós átlaghoz hasonlóan – a hazai összes energiafelhasználás 40%-a az épületekben realizálódik. Ennek csaknem kétharmada fűtési és hűtési célokat szolgál.

Véleményem szerint a lakossági energiafogyasztás területi egyenlőtlenségi vizsgálata azért is lehet fontos, mivel a fejlettség egyik fokmérőjének tekinthető. Az energiaellátottságot, az energiaellátó-hálózatok infrastrukturális kiépítettségét tényleges fejlettségi mutatóként vették figyelembe a területfejlesztés kedvezményezett térségeinek és településeinek lehatárolására során. PÉNZES, J. (2014) eredményei alapján ezen infrastrukturális ellátottsági mutatókat egy idő után már kevésbé használták a fejlettségi viszonyok kimutatására, mivel jelentősen lecsökkent „*egyenlőtlenséghordozó tartalmuk*”. Azonban az energiaellátás infrastrukturális kiépítettségétől eltérően lehetnek az energia tényleges lakossági felhasználásának és változásának egyenlőtlenségi értékei, így az energiafogyasztási vizsgálataim alapján

az energiapolitika felé is megfogalmazódhatnak különböző javaslatok.

A terjedelmi korlátokat figyelembe véve, az alábbiakban szeretném bemutatni **Északkelet-Magyarország** (az Észak-magyarországi és az Észak-alföldi régió) lakossági energiafelhasználásának főbb sajátosságait a településsoros adatokra végzett területi egyenlőtlenségi számítások szemszögéből.

Anyag és módszer

Az Északkelet-Magyarország lakossági energiafelhasználásának jellegzetességeit bemutató elemzésemhez a településsoros mutatók – lakosságszám, (energia)fogyasztószám, a felhasznált villamosenergia- (MWh), illetve vezetékesgáz-mennyiségek (1000 m³) – a KSH és az Országos Területfejlesztési és Területrendezési Információs Rendszer (TeIR), az éves szinten összesített személyi jövedelemadó-alapot képező jövedelemadatok a KSH és a Nemzeti Adó- és Vámhivatal (NAV) adatbázisából származnak. Az alkalmazott számításokat a lánc-, bázis- és megoszlási viszonyszámok, bizonyos fajlagos mutatók – például fogyasztóra, illetve lakosra vetített felhasznált energiamennyiségek – jelentik.

A területi egyenlőtlenségi vizsgálatok tárgya az ezredfordulót követő időszak lakossági energiafogyasztásának és időbeli változásának vizsgálata a településsoros adatokból számított járási egyenlőtlenségi mutatókkal, valamint ezek jövedelemmel való összevetése. A számítások területi szintjeként használt – a területfejlesztésben jelenleg is figyelembe vett – járásbeosztás alapjául a 308/2014. (XII. 9.) Korm. rendelet – a járási (fővárosi kerületi) hivatalokról szóló 218/2012. (VIII. 13.) Korm. rendelet és az ezzel összefüggő egyes kormányrendeletek módosításáról szóló

Keretfeltételek	Személyes jellemzők
<u>egyéni keretfeltételek:</u> • lakóhely típusa • lakástípus, lakásméret; • háztartások kor, nem szerinti összetétele; • jövedelmek; • iskolai végzettség	<u>szokások és tapasztalatok:</u> • életszínvonal; • energiaforrás(ok) beszerzése, használata • gépek, eszközök kora, száma, használatuk időtartama; • időspóroló innovációk
<u>közös keretfeltételek:</u> • települési sajátosságok: a földrajzi helyzet, a kiterjedés, a beépítettség; • (mikro)klimatikus jellemzők; • energiaforrások elérhetősége; • kormányzati politika	<u>szokások és tapasztalatok:</u> • lakosság magatartás; • környezettudatos, energiatudatos gondolkodásmód; • termékek, szolgáltatások ára; • árérzékenység

I. ábra A magyar háztartások energiafogyasztási modellje a főbb befolyásoló tényezőkkel
(Putzer, P. – Pavluska, V. 2013, p. 32. alapján átszerkesztve)

jogszabályok szolgáltak.

Vizsgálataim során különböző területi egyenlőtlenségi mutatókat (logaritmikus súlyozott relatív szórás, Hoover-index, súlyozott Gini-együttható), valamint korrelációs számításokat (Pearson-féle és Spearman-féle rangkorreláció) használtam fel. Az eredmények bemutatásához készített ábraanyag az MS Office, az ArcGIS szoftverek segítségével készültek.

Eredmények

Az energiafogyasztást befolyásoló tényezők

A háztartási energiafelhasználás igen összetett, így annak alakulását jó néhány tényező befolyásolja. A PUTZER, P. – PAVLUSKA, V. (2013) féle szakirodalmi összefoglalójukban csoportosították a befolyásoló tényezőket, valamint a magyarországi viszonyokra alkalmazott energiafogyasztást leíró modell leképezésére is kísérletet tettek. Az *1. ábra* mutat néhány példát a befolyásoló tényezőkre, amelyek két nagyobb csoporton belül két-két alcsoportra bonthatók. Az első a keretfeltételek mint exogén faktorok (a lakóhely és a háztartás jellemzői) olyan változókat takarnak, melyek a fogyasztó saját, nehezen megváltoztatható vagy más tényezőtől függő jellemzői. Ezek vagy egy egyénre, vagy az összes fogyasztóra, illetve azok egyes csoportjaira is vonatkozhatnak. A másik csoport pedig a fogyasztó személyes jellemzői, mint belső tényezők, endogén faktorok, melyek tovább bonthatóak szokásokra és tapasztalatokra, valamint attitűdökre. Ezenkívül még a visszapattanó hatás (HARANGOZÓ, G. 2011) is befolyással bír a lakossági energiafogyasztásra.

A magyarországi lakossági energiafogyasztás területi jellegzetességei

A fentiekben említett néhány befolyásoló tényező révén Magyarország lakossági energiafogyasztásában kisebb-nagyobb területi különbségek figyelhetőek meg a régiós szinttől a település szintig egyaránt. Példának okáért 2015-ben a lakossági energiakiadások részarányát tekintve az országos átlagnál (23,7%) mind a két általam vizsgált régió értékei alacsonyabbak. Régiós összevetésben az Észak-magyarországi régió energiakiadási részaránya (19,6%) a második, az Észak-alföldi régióé (21,0%) pedig a negyedik legalacsonyabb. Az egy lakosra jutó havi energiafogyasztási mennyiségeknél Északkelet-Magyarországon volt a legkisebb villamosenergia-fogyasztás, a vezetékes gázfogyasztás régiós adatai szinte közel azonosak, míg a távhő- és a melegvíz-szolgáltatás esetén az Észak-alföldi régió lakossága a legkevesebb, az Észak-magyarországi régióé pedig a második legnagyobb mennyiséget fogyasztó.

A lakossági energiafelhasználás területi egyenlőtlenségei

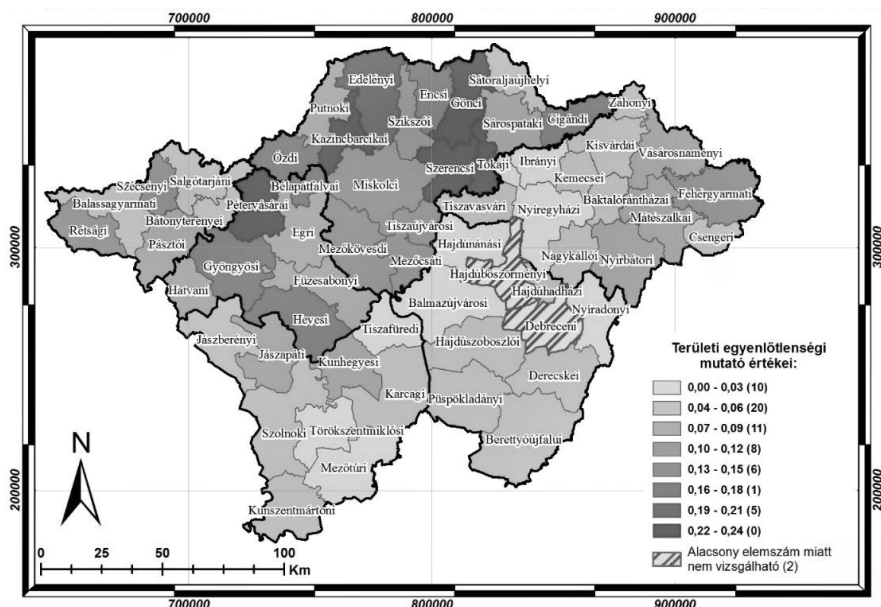
Az alábbiakban röviden bemutatásra kerül a lakossági villamos energia- és vezetékes gázfogyasztás, valamint az éves szinten összesített személyi jövedelemadó-

alapot képező jövedelem területi egyenlőtlenségi mutatók eredményei, időbeli változásai, illetve ezen energiafogyasztási jellemzők jövedelemmel való kapcsolata.

A mutatók alapján, a lakossági **villamos energiafogyasztás** belső egyenlőtlenségei jellemzően az Észak-magyarországi régióban, illetve Szabolcs-Szatmár-Bereg megye keleti részén nagyobbak. A logaritmikus súlyozott relatív szórás eredményei mutatják a leginkább differenciált képet a területi egyenlőtlenségekről. A települési adatsor logaritmikus súlyozott szórása alapján a Tisza mentén húzódó észak-alföldi járások tekinthetők a leginkább kiegyenlítettnek az ország részben.

A súlyozott Gini-együttható a másik két mutatónál kevesebb járásra adott nagyobb egyenlőtlenséget, így e súlyozható mutató alapján a területi egyenlőtlenség mértéke szerénynek tekinthető a járásokban (2. ábra). A legmagasabb értékek sem haladják meg a 0,2-es értéket, ami szerényebb területi egyenlőtlenséget jelent. A két régió járásainak jelentős része 0,1-es érték alatti egyenlőtlenségi mutatóval rendelkezik. A 0,1 és 0,2-es érték közötti mutatójú járások nagy része az Észak-magyarországi régióban van, ez 2014-ben szám szerint 14 járásra vonatkozik, míg az Észak-alföldi régióban csupán a Fehérgyarmati járásra. Ezen eredményeket vélhetően a(z) – korabeli természetföldrajzi viszonyok, történelmi események következtében kialakuló – eltérő településszerkezetre és társadalmi jellegzetességekre (például a háztartások összetételére, az életszínvonalára) lehet visszavezetni.

A **vezetékes gázfogyasztás** esetén nincs – a villamosenergia-felhasználáshoz hasonló jellegű – elkülönülés a két régió között, viszont jóval nagyobb az egyenlőtlenség mértéke a járásokban. Az egyenlőtlenségi mutatók alapján a magasabb gázfelhasználási területi egyenlőtlenségekkel inkább a határmenti, elmaradottabb



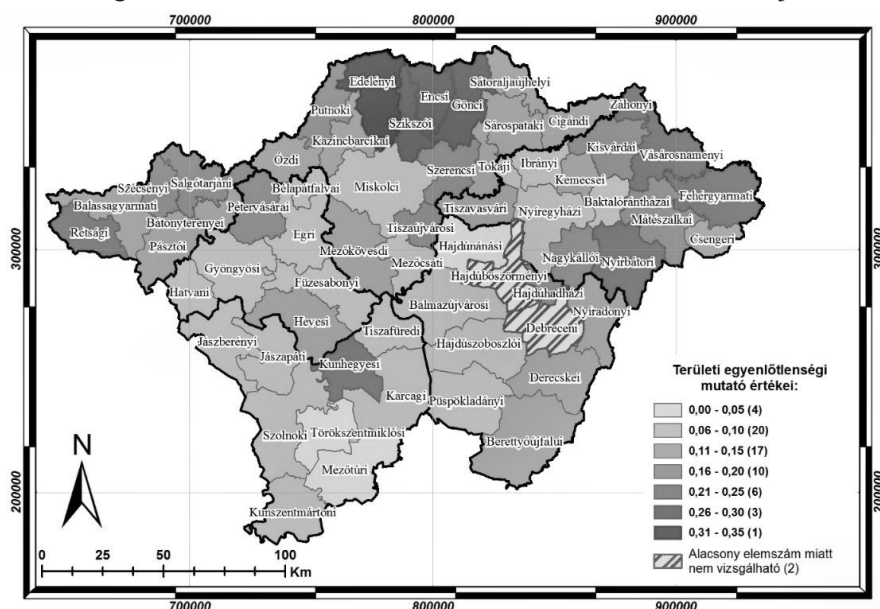
2. ábra A villamosenergia-fogyasztás területi egyenlőtlenségeinek súlyozott Gini-együttható szerinti értékei 2014-ben (saját szerkesztés a KSH–TeIR adatai alapján)

járások rendelkeznek, ahol a kisebb és a nagyobb települések közötti különbségek, fogyasztási eltérések igen markánsak. Ennek oka vélhetően a háztartások eltérő fűtési lehetőségeiben keresendő a település típusok függvényében.

A súlyozott Gini-együttható értékei egyes járásokban magasabb egyenlőtlenségi értéket vesznek fel, de ezen magasabb értékek sem jelölnek jelentősebb területi egyenlőtlenséget (3. ábra). A 0,2 és 0,3-es érték közötti mutatóval az Észak-alföldi régióban öt (a Fehérgyarmati, a Kunhegyesi, a Nyírbátori, a Vásárosnaményi és a Záhonyi) járás, az Észak-magyarországi régióban négy (az Encsi, a Gönci, a Rétsági és a Szikszói) járás rendelkezik. A legmagasabb – 0,3-es értéket is meghaladó – súlyozott Gini-értéke az észak-magyarországi Edelényi járásnak van, amely a települések számát tekintve a második legnagyobb Északkelet-Magyarországon.

A logaritmikus súlyozott relatív szórás jóval kevesebb járás esetén adott alacsony értéket. E mutató szerint a területileg leginkább kiegyenlített járásnak a Törökszentmiklósi és a Mezőtúri járás számít. Ugyanakkor a másik két mutató szerint a Miskolci és a Hajdúnánási járás szórása nem mondható ennyire kiemelkedőnek.

A mutatók alapján – a **jövedelem** vonatkozásában – a legmagasabb területi egyenlőtlenségi értékek az Észak-alföldi régióban vannak, amihez képest az Észak-magyarországi régió egyenlőtlenségei valamelyest kisebbek. A Hoover-index szerint a legmagasabb – 12%-ot meghaladó – egyenlőtlenségi mutatójú járások jellemzően a határmenti térségekben helyezkednek el, különösen igaz ez Szabolcs-Szatmár-Bereg és Borsod-Abaúj-Zemplén megye járásaira, de a belső területeken szigetszerűen kiemelkedik a Hevesi, a Kunhegyesi, illetve a Tiszaújvárosi járás is. A legalacsonyabb egyenlőtlenségi mutatóval a Mezőtúri, a Törökszentmiklósi, a Hajdúnánási, az



3. ábra A vezetékes gázfogyasztás területi egyenlőtlenségeinek súlyozott Gini-együttható szerinti értékei 2014-ben (saját szerkesztés a KSH–TeIR adatai alapján)

Ibrányi és a Bélapátfalvai járás rendelkezik.

Habár a súlyozott Gini-együttható számítás eredményei a jövedelem tekintetében alacsony egyenlőtlenséget jeleznek, viszont a magasabb (0,2-es) értékű járások itt is megegyeznek a Hoover-index által jelölt járásokkal.

A logaritmikus súlyozott relatív szórás vizsgálat a jövedelem kapcsán ismét árnyaltabbá teszi a járások területi egyenlőtlenségét, csökkentve az alacsony területi egyenlőtlenséggel jellemezhető járások számát. A legkedvezőbb értéként a Mezőtúri, a Hajdúnánási és a Törökszentmiklósi járás mutatott alacsony egyenlőtlenséget a szórás tekintetében.

A vizsgált területi egyenlőtlenségek időbeli változásai és a jövedelemmel való kapcsolatuk

A területi egyenlőtlenségi mutatók időbeli változását a járási egyenlőtlenségi mutatókra illesztett lineáris regressziós egyenes meredeksége alapján állapítottam meg a 2000–2014 közötti időszakra (DUSEK, T. 2005; PÉNZES, J. 2012). A vizsgált időszakban a területi egyenlőtlenség jellemzően csökkent a járásokban két egyenlőtlenségi mutató alapján. Azonban egyes járásokban az egyenlőtlenség növekedése, a differenciálódás figyelhető meg.

A villamosenergia-felhasználás egyenlőtlensége a járások nagy részében mérséklődött, néhány járást kivéve. A Hoover-index alapján erre példa a Püspökladányi, a Tokaji, a Bélapátfalvai, az Ózdi vagy a Kazincbarcikai járás, míg a súlyozott Gini-együttható alapján a Tokaji, a Bélapátfalvai, az Ózdi járás, a Hevesi, a Cigándi és a Tiszaújvárosi járás.

A vezetékes gázfogyasztás esetén a két régió járaisaiban az egyenlőtlenségek szintén csökkentek, viszont néhány esetben itt is megfigyelhető a differenciálódás. A Hoover-index alapján a Szikszói, a Mezőkövesdi, a Karcagi, a Nyíradonyi, a Nagykállói, a Nyíregyházi és a Csengeri járásban, a Gini alapján pedig a Mezőkövesdi, a Nagykállói és a Csengeri járáson kívül a Fehérgyarmati és a Vásárosnaményi járásban növekedett a területi egyenlőtlenség.

A jövedelem esetén – a Pásztói és a Derecskei járás kivételével – csökkenő egyenlőtlenségi tendencia figyelhető meg.

Az energiafogyasztás és a jövedelem területi egyenlőtlenségei között lévő kapcsolat szorosságának vizsgálatára a Pearson-féle lineáris korrelációt, valamint a Spearman-féle rangkorrelációt használtam. A korrelációs számítások is megerősítették a jövedelem és villamos energia, valamint a vezetékes gázfogyasztás közötti szoros kapcsolatot. A 2014-es értékekre számítva a villamos energia és a jövedelem közötti kapcsolat jellege a Hoover-indexnél és a súlyozott Gini-együtthatónál – a 0,77 és 0,81 közötti értékekkel – szoros kapcsolatot és egyirányú együttmozgást jelöl. A vezetékes gáz és a jövedelem viszonylatában az előbbi két mutató esetében is – már a 0,79 és 0,90 közötti értékek alapján – szoros kapcsolat és egyirányú együttmozgás mutatkozik.

Összegzés

Véleményem szerint a lakosság energiafogyasztás jellemzőinek minél részletesebb feltárása, megismerése jelentősen hozzájárulhat az energiapolitika hatékonyságához, a lakossági támogatás elnyeréséhez és a célzott társadalomspecifikus intézkedések – például energetikai ösztönző, támogató eszközök vagy az energiatudatos gondolkodásmód és életvitel – alkalmazásához, illetve terjesztéséhez. A területi egyenlőtlenségi számítások lényege, hogy a megfigyelhető, tapasztalható területi eltérések, különbségek társadalmi-gazdasági hátterét, mozgató erejét, időbeli alakulását feltárja, vizsgálja. **Az energiafogyasztás területi egyenlőtlenségi vizsgálatának szükségessége, indokoltsága azon szociológiai aspektushoz köthető, amely a fogyasztást, jelen esetben az energiafogyasztást – valamint az ezekhez szorosan kapcsolható jövedelmet, lakásviszonyokat vagy az időfelhasználás módját – is a térbeli-társadalmi egyenlőtlenségeket meghatározó dimenzióknak tartja.**

Északkelet-Magyarország lakossági villamosenergia-fogyasztásra számított területi egyenlőtlenségi mutatók – a logaritmikus súlyozott relatív szórás, a Hoover-index és a súlyozott Gini-együttható – alapján jelentős különbség van ezen országrész két régiója között. Magasabb belső területi egyenlőtlenséggel az Észak-magyarországi régió (Borsod-Abaúj-Zemplén és Heves megye), illetve Szabolcs-Szatmár-Bereg keleti fele jellemezhető, habár a mutatók eredményértékei alapján nem mutatható ki erős koncentráltág. A vezetékes gázfogyasztás esetén magasabb területi egyenlőtlenségi értékekkel a határmenti, elmaradottabb járások rendelkeznek. Mindezek hátterében számos befolyásoló tényező állhat, mint a településhálózati (település típus, -szerkezet, -sűrűség), a társadalmi jellemzők, vagy az energiaelérhetőségi lehetőségek.

Az időbeli változásokat a területi egyenlőtlenségi mutatók eredményeire illesztett lineáris regressziós egyenes meredeksége alapján állapítottam meg. Ezen eredmények a járások nagy részében az egyenlőtlenségek stagnálását mutatják, amely folyamattól csak néhány járás nivellálódása, illetve differenciálódása tér el. Az eddig említett és kimutatott befolyásoló tényezők mellett ezen energiafogyasztási egyenlőtlenségi értékek a **jövedelmi egyenlőtlenséggel szoros kapcsolat és egyirányú együttmozgást mutat a korrelációs számítás alapján.**

A kutatást a Tudományos Diákköri műhelyek működése a Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Karán (NTP-HHTDK-16-0027) pályázat támogatta.

Felhasznált irodalom

- DUSEK, T. (2005): A kistérségek jövedelmi helyzetének alakulása 1988 és 2003 között: a változás típusai. – In: Rechnitzer J. (szerk.) Átalakulási folyamatok Közép-Európában., SZE MTDI Évkönyv, 2005.
- HARANGOZÓ, G. (2011): A visszapattanó hatás jelentősége az energiafelhasználás csökkentésében. In: Csutora M. (szerk.) Az ökológiai lábnyom ökonómiája, Aula Kiadó, Budapest, pp. 108–118.
http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/589/1/okolab_norveg.pdf
- NFM (2012): Nemzeti Energiastratégia 2030. Nemzeti Fejlesztési Minisztérium, Budapest, pp. 30–38.
- PÉNZES, J. (2012): A területi jövedelemegyenlőtlenségek tendenciái és meghatározó tényezői Magyarország fejlett és elmaradott régióiban. In: Nyári D. (szerk.) Kockázat - Konfliktus - Kihívás: A VI. Magyar Földrajzi Konferencia, a MERIEXWA nyitókonferencia és a Geográfus Doktoranduszok Országos Konferenciájának Tanulmánykötete. 1059 p.
<http://geography.hu/mfk2012/pdf/Penzes.pdf>
- PÉNZES, J. (2014): Periférikus térségek lehatárolása – dilemmák és lehetőségek. Didakt Kft., Debrecen, 139 p.
- PUTZER, P. – PAVLUSKA, V. (2013): Szakirodalmi összefoglaló az energia- és alternatív energiafogyasztás Magyarországon témakörében. Pécsi Tudományegyetem, Pécs, 45 p.
- 308/2014. (XII. 9.) Korm. rendelet – a járási (fővárosi kerületi) hivatalokról szóló 218/2012. (VIII. 13.) Korm. rendelet és az ezzel összefüggő egyes kormányrendeletek módosításáról

Pontfelhők az építésügyben – problémák és megoldások

Deák Márton¹ – Zagorác Márk² – Kari Szabolcs³ – Sik András⁴ –
Riedel Miklós Márton⁵

¹ távérzékelési szakértő, Lechner Tudásközpont, marton.deak@lechnerkozpont.hu;

² osztályvezető, ³D építésügyi módszertani osztály, Lechner Tudásközpont,
mark.zagoracz@lechnerkozpont.hu;

³ BIM menedzser, ³D építésügyi módszertani osztály, Lechner Tudásközpont,
szabolcs.kari@lechnerkozpont.hu;

⁴ igazgató, Térbeli Szolgáltatások Igazgatóság, Lechner Tudásközpont, andras.sik@lechnerkozpont.hu

⁵ építészmérnök, Lechner Tudásközpont, miklos.riedel@lechnerkozpont.hu

Abstract: Today one of the most important data sources in architectural mapping are point clouds. It is possible to extract data even after the survey, thus it is possible to adjust the output data without further measurements needed for control and supplement. For manual methods different aims of survey demand different accuracy and need different amount of surveying time, thus planning is even more important. Keeping this in mind we listed some LoD (Level of Development) levels and also compared some of the data collecting techniques.

Bevezetés

Bár napjainkban épületfelmérések során még mindig a lézeres távmérővel készített manuális és tervrajzok vannak a központban, egyre nagyobb teret nyernek a pontfelhő alapú felmérési technológiák és az azokból levezetett adatok. Bár pontfelhők segítségével is könnyen előállítható ugyanaz a tervrajz vagy homlokzatrész, emellett még számos olyan információt is tartalmaznak, amit egy hagyományos felmérés során nem, vagy csak komoly utómunkával lehet kinyerni.

Hasonló a helyzet települési szintű felmérések esetében. Egy geodéziai vagy topográfiai felmérésből származó, idealizált elemekből összeállított város térképe bár egy-egy pontban pontosabb lehet (és ez az idealizált célnak meg is felel), a pontfelhős távérzékelési felméréseknél összességében jóval kevesebb információval bír.

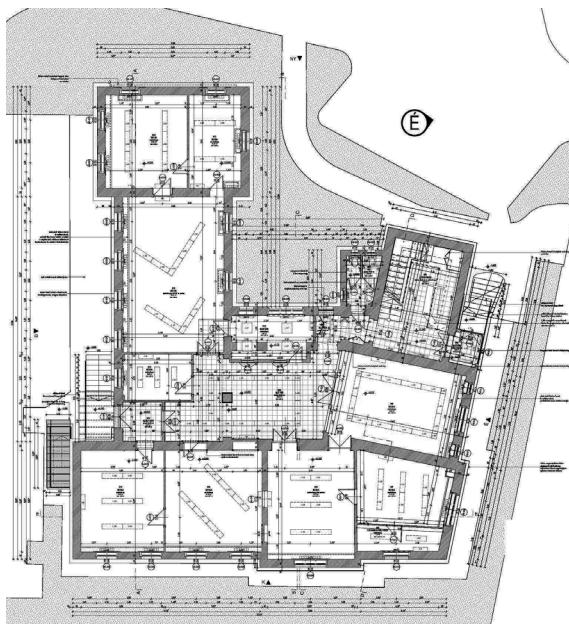
A fent említett épület- és városfelmérési módszertanokban a közös, hogy páronként (tehát a manuális és pontfelhő-alapú épület-léptékű, valamint a geodéziai és távérzékelési alapokon nyugvó városfelmérés) hozzávetőlegesen azonos befektetett energiát igényel – még ha az nem is azonos munkaerő- és infrastruktúra-igényt is jelent.

Épületfelmérési módszerek

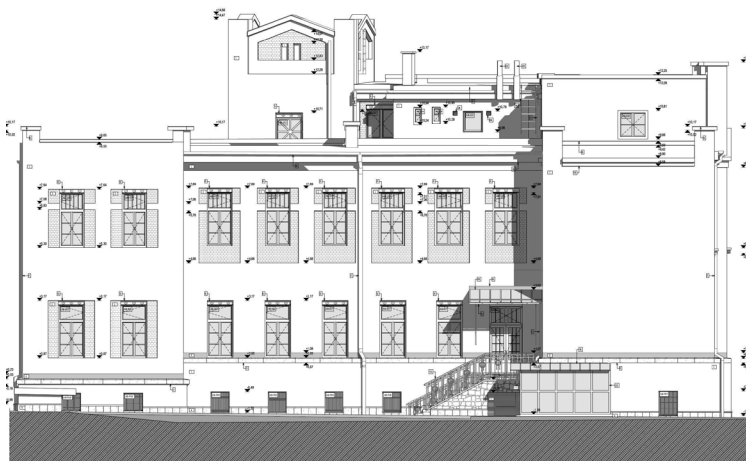
Épületfelmérések során általános eljárás a kézi lézeres távmérővel, vagy esetleg mérőszalagos felmérés, amelyekből manuálék, kézi vázrajzok, később pedig alaprajzok készülhetnek (1–2. ábra). A módszer előnye, hogy így már a felmérés során kifejezetten azok az épületelemek és objektumok kerülnek felmérésre, amelyeket a végcél megkövetel, így mind a mérési idő, mind pedig a végső állomány már előre jól tervezhető (VÁRNAGY ET AL. 2016). Nagy hátránya ennek a módszernek, hogy amennyiben egyes részek nem, vagy csak pontatlanul lettek felmérve, úgy utólagos mérések szükségesek, azaz a terepre vissza kell menni, akár többször is a javítások és pontosítások miatt.

Ezzel szemben a pontfelhő alapú felmérések, azaz a lézerszkenneres, fotogrammetriai és hibrid megoldások – vagy rendkívül nagy részletességet igénylő, aktív triangulációs módszerek (INTERNET 1) vagy könnyebben elkészíthető panorámafotós-rendszerek (FANGI, G. 2009) – rendszerint több információt tartalmaznak, mint ami egy a nyers rajz elkészítéséhez szükséges (3. ábra). Ezzel párhuzamosan a műszerek mérési bizonytalansága pontatlanabb eredményt adhat, mint egy kézi távmérő felmérés (bár a technológia fejlődésével ez is egyre kevésbé igaz) (GUARNERI ET AL. 2006).

Ha építésügről beszélünk, fontos nem csak az épületszintű, hanem regionális léptéket is szemügyre venni. Hasonló problémával találkozhatunk, azzal a különbséggel, hogy a „manuális”, topográfiai térképészeti mérésekre a befektetendő munka mértéke miatt csak jóval ritkábban kerülhet sor – bár napjainkra éppen



1. ábra Kézi felmérés alapján készült alaprajz



2. ábra Kézi felmérés alapján készült homlokzatrajz

ezért egyre elfogadottá vált a hasonló pontosságú távérzékelés alapú adatok állami alapadatként történő felhasználása.

Egy ortofotózással támogatott 3D (legyen az ugyancsak fotogrammetriai vagy lézerszkenneres) felmérés mára könnyen szolgáltathatja azt az információt, amiből egy pontos, épület-, ingatlan- vagy zöldfelület-nyilvántartás levezethető (AYDIN, C.C. 2014). Amennyiben csak a tömeges épületfelméréseknél maradunk, elmondhatjuk, hogy a felmérés gondolatmenete, azaz a megfelelő előkészítés, az eszközválasztás és a tervezés szükségessége hasonló, mint az egyetlen épületre fókuszáló felmérések során. A két léptékben ugyancsak közös, hogy a levezetett adatokat az erre specializált célszoftverek segítségével automatizáltan, félautomatizáltan vagy teljesen manuálisan dolgozhatjuk fel. Szintén mindkét esetben, ha pontfelhő alapú felmérésből indulunk ki, a legtöbbször csak a potenciális információ egy részét használjuk fel, a teljes információtartalom utómérésekkor, átdolgozáskor vagy ellenőrzéskor lesz hasznos.



3. ábra Lézerszkennelt pontfelhő egy részlete

A részletesség problémája (LoD)

Többször is elhangzott a részletesség kérdése, ami kiemelt jelentőséggel bír. Építészeti felmérések során bevett szokás részletességi szinteket meghatározni, amelyeket jelenleg a szakma több névvel is illethet. A „Level of Detail”, „Level of Development”, „Level of Geometry” és „Level of Information” csak egy a kapcsolódó, ám nem teljesen azonos jelentésű szavak közül. Az alábbi 4. ábra a „Level of Development” logikáját mutatja LOD 100–400 szintek között.

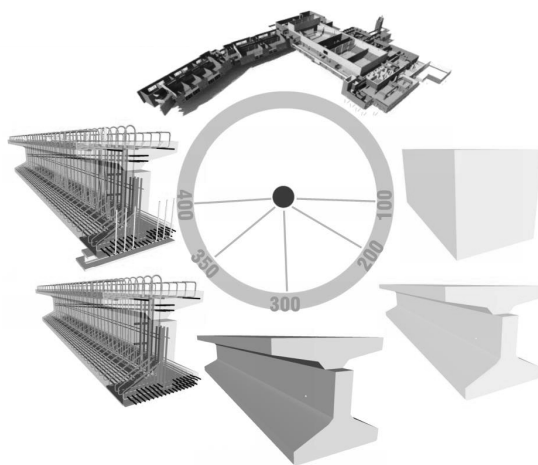
Épületelemeknél jellemzően százas léptékű kóddal ellátva változnak a LoD-szintek. Amennyiben nem tervezett, hanem felmért épületről van szó ez a részletesség nem áll párhuzamban az elkészült vázrajz méretarányával (vagy a pontfelhő pontsűrűségével és pontosságával), hiszen az információk egy része az erre szolgáló BIM-ben (Building Information Model) metaadatként tárolódik. Fontos ugyanakkor megjegyezni, hogy bizonyos pontosság alatt (jellemzően 3-4 cm strukturálatlan hibánál) csak 1:100 vagy 1:200-as rajzok készíthetők el, amelyekből egyes épületelemek (pl. kilincsek, dugalkák, lámpatestek) már nem, vagy csak kis pontossággal nyerhetők ki, éppen ezért fontos a felmérési módszertan megválasztása, ami esetenként akár kevert is lehet – pl. a lézeres távméréseken alapuló alaprajzot egyes részletmérést igénylő részekben (pl. szobroknál vagy stukkóknál) közel-fotogrammetriai kiértékeléssel lehet kiegészíteni.

Épületszinten azonban érdemes egy másik logikát követni. A számozás jellemzően 0.0 és 3.3 között változik, mégpedig úgy, hogy a LoD 0 még csak a 2D körvonal-információt, a LoD 3 viszont homlokzati elemekkel és áthajlásokkal ellátott, részletes kültéri modellt takar (5. ábra). A későbbiekben városmodellek alatt elsősorban a LoD 2.1 részletességű információt értjük.

A fenti logikából következik, hogy egy épületmodell épületelemeiből, a városmodell épületekből (és más infrastrukturális elemekből) áll össze. Ezek az alkotóelemek nem kell, hogy azonos LoD szinten legyenek. Ennek az oka, hogy sokszor nem áll rendelkezésre azonos szintű információ egy elemről (pl. egy városmodellben az épületek részletes geometriával, a közműelemek csak stilizálva jelennek meg), vagy az adott modellben fölösleges lenne tárolni, hiszen a felhasználó szempontjából többletinformációt nem ad (pl. egy, kizárólag épületgépészet-koordinációra készülő modellben a nyílászárók részletes meta-adatainak szerepeltetése nem, befoglaló geometriája viszont lehet indokolt).

Módszerválasztási problémák

Kiemelkedően fontos tehát a felmérési módszertan megfelelő kiválasztása, hiszen abból következik a levezethető információ mennyisége. Mintaként ezért egy épületszintű adattömeget használva elvégeztünk egy összehasonlítást, ahol ugyanazon a homlokzatot felmértük különböző pontfelhős módszerekkel és összevetettük a referenciaként használt, a kézi felmérés alapján készült épületmodellel. Ha nagyobb

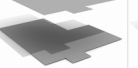
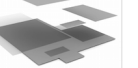


4. ábra Egy épületlem LOD-szintjei (forrás: BIMforum.org)

léptékben nem is, de egy épülethomlokzaton ez jól mutatja az egyes módszerek előnyeit és hátrányait (DEÁK ET AL. 2017).

Az alábbiakban hat különböző pontfelhőt hasonlítottunk össze. Ezek három lézerszenneres állomány (Leica P30 és C10 fuzionált pontfelhő, Faro X330 és ZEB REVO), valamint három fényképező (Leica D-LUX4, DJI Phantom 4 Sony Exmor R, Nikon d7200) képeiből levezetett pontfelhőt hasonlítottuk össze ugyanazon a homlokzaton.

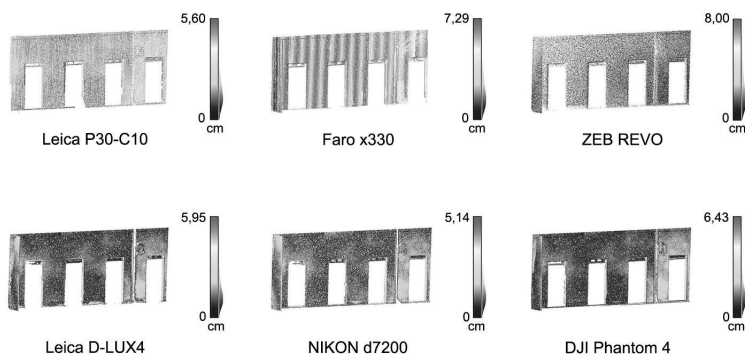
A vizsgálat során különböző statisztikai mutatókat számoltunk, amelyek között vannak önmagukban is értelmezhetők (átlagos pontsűrűség pont/m²-ben),

	LOD x.0	LOD x.1	LOD x.2	LOD x.3
LOD0				
	LOD0.0	LOD0.1	LOD0.2	LOD0.3
LOD1				
	LOD1.0	LOD1.1	LOD1.2	LOD1.3
LOD2				
	LOD2.0	LOD2.1	LOD2.2	LOD2.3
LOD3				
	LOD3.0	LOD3.1	LOD3.2	LOD3.3

5. ábra Épület LOD-szintek (forrás: TUDelft)

1. táblázat Az egyes pontfelhők statisztikai összehasonlítása

	Leica P30+C10	FARO x330	ZEB REVO	DJI Phantom 4	Leica D-LUX 4	Nikon d7200
min (cm)	0	0	0	0	0	0
max (cm)	25,63	21,3041	29,2797	28,4982	21,3621	15,9395
átlag (cm)	0,865277	1,37659	1,85294	0,640017	0,610381	0,420537
szórás (cm)	2,36132	2,84813	3,22381	2,12724	2,12021	1,70023
pontsűrűség (p/m²)	1 625	10 173	4 795	51 723	27 476	71 595



6. ábra Egyes pontfelhők távolsága ugyanazon referencia-felülettől

valamint olyanok is, amelyek csak egy referenciához viszonyítva érthetők. Ezek az egyes pontok modellhez viszonyított távolságának leíró statisztikái, azaz a minimum, a maximum, az átlag és a szórás. A kiértékelés előtt valamennyi pontfelhőt pontosan georeferáltuk, valamint az előfeldolgozás során elvégeztük azok zajszűrését is. Az 1. táblázat és 6. ábra mutatja az egyes pontfelhők paramétereit.

Fontos megjegyezni, hogy a fenti összehasonlítás alapját egy lézeres távmérővel készült épületmodell képezte, ami idealizált formáival eltérhet a valóságtól. Így a pontfelhők távolságát leíró paraméterek sem a mérési hibát, hanem a modelltől való eltérést mutatják.

Szembevetendő a fotogrammetriai úton előállt pontfelhők lényegesen nagyobb részletessége, amelyen még a köporos vakolat mintázata is meglátszik. Mivel a felvételezés meglehetősen közlelről (néhány m-ről) történt, az adatok pontossága is nagyobb, mint a lézerszkennereké – minden esetben 1 cm alatt maradv. A lézerszkennerek közül azonban egyértelműen elvállik a két véglet, azaz a Leica eszközök ugyancsak 1 cm alatti eltérése, valamint a jóval gyorsabb felmérésre képes ZEB REVO átlagosan 2 cm-es hibája – ami mellett meg kell említeni, hogy az adatoknak több, mint 3 cm-es szórása is volt. Fontos azonban kiemelni, hogy e két eszköz – illetve a minden tekintetben a köztük álló FARO x330 – mérési sebessége sem azonos. Míg a mintaként használt falfelület felmérése egy Leica szkennerral felállással együtt több percig is eltarthat (360°-os szkennelés esetén akár jóval tovább is), addig a pontatlanabb mobil szkennerral néhány mp alatt felmérhető. Az,

hogy melyik eszközt kívánja a felhasználó kézbe venni kizárólag a munka célján, a kívánt pontosságon és a felmérésre szánt időn múlik. A fotogrammetriai felmérések rendszerint kisebb anyagi befektetést igényelnek, illetve egy UAV segítségével olyan felületről is elkészíthetők, ahová egy lábon álló lézerszkennel nem biztos, hogy rálát (pl. az épületek tetejéről).

Az egyes méréseken más részletek rajzolódtak ki vagy tűntek el – a mobil lézerszkennel felmérés során pl. a lépcsők korlátján a vasrudak nem váltak el élesen egymástól, így effajta részletmérést nem engedett meg, viszont a felmérési idő nagyságrendekkel kevesebb volt.

Bár a fotogrammetriai állományok hibája jellemzően (ebben az esetben) kisebb volt, mégis jellemző hibákat fedezhetünk fel. Az éles geometriájú épületrészeknél (pl. sarkoknál) pontatlanabb eredményt kaptunk, ráadásul egy-egy az épület előtt álló objektum (pl. fa) komoly hibákkal terhelheti az adatot.

Következtetések

Fontos megjegyezni, hogy a fenti összehasonlítás kizárólag egy épületre fókuszált, távolabbi, nagyobb területet érintő felmérés esetén a pontosság rendszerint kisebb lesz (RAUTENBACH ET AL. 2015). Azonban kültéri felméréseknél ha nem is minden esetben, de a fotogrammetriai mérések sokszor elérik a lézerszkennelés pontosságát, így alkalmazási területük is hasonló lehet (SZABÓ ET AL. 2016). Városmodellek esetében azonban nem követelmény a nagy részletesség és pontosság, hiszen a LoD 2.1-es modellek elkészítéséhez idealizált formákat kívánunk kinyerni, amelyek a valóságot csak a legritkább esetben közelítik meg 5 cm-es vagy akár 10 cm-es pontossággal.

A módszertan kiválasztása tehát minden esetben a felhasználóra van bízva, aki a kimeneti állomány figyelembevételével nyúl hagyományos vagy lézerszkennel méréshöz, illetve választja meg a kimeneti állomány részletességi szintjét. Általánosságban elmondhatjuk, hogy napjainkra egyre kifinomultabb a lézerszkennel vagy fotogrammetriai felmérések alkalmazása, hiszen a megrendelők igénye is egyre inkább nő a részletes BIM modellek, illetve az egyszerű alaprajzhoz képest többletinformációt adó adatbázisok iránt.

Felhasznált irodalom

INTERNET 1: <http://www.scanopus.hu/>

AYDIN C.C. (2009): Designing building façades for the urban rebuilt environment with integration of digital close-range photogrammetry and geographical information systems, *Automation in Construction*, vol. 43, pp. 38–48.

DEÁK M. – PESTI M. – RIEDEL M.M. – SIK A. (2017): A fototípiától a drónfelvételig: Az MTA székháza, *Mérnök újság*, vol. 1-2. pp. 37–40.

- FANGI, G. (2009): The multi-image spherical panoramas as a tool for architectural survey, in: szerk.: Efstratios Stylianidis, Petros Patias, Mario Santana Quintero, Cipa Heritage Documentation Best Practices and Applications, Greece, Ziti Publications, ISSN 1682-1750
- GUARNERI A. – REMONDINO F. – VETTORE A. (2006): Digital photogrammetry and TLS data fusion applied to cultural heritage 3D modelling, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, vol. 36, p. 6.
- RAUTENBACH V. – ÇÖLTEKİN A. – COETZEE S. (2015): Exploring the impact of visuel complexity levels in 3D city models ont he accuracy of individuals's orientation and cognitive maps, ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, vol. 2, pp. 499–506.
- VÁRNAGY SZ. – DEÁK M. – HARMATH T. – KARI SZ. – KATONA A. – SIK A. – RIEDEL M.M. (2016): Műemléképületek lézerszkennere felmérésének módszertana és tapasztalatai, Metszet, vol. 5., pp. 50–57.
- SZABÓ SZ. – ENYEDI P. – HORVÁTH M. – KOVÁCS Z. – BURAI P.– CSOKNYAI T.– SZABÓ G. (2016): Automated registration of potential locations for solar energy production with Light Detection And Ranging (LiDAR) and small format photogrammetry, Journal of Cleaner Production, vol. 112, pp. 3820–3829.

Az Airbnb térbeliségének vizsgálata raszteres adatábrázolási technika alkalmazásával

Dudás Gábor¹ – Boror Lajos² – Kovalcsik Tamás³ – Kovalcsik Balázs⁴

¹ tudományos munkatárs, MTA KRTK RKI ATO, Békéscsaba, dudasgabor^s@gmail.com

² egyetemi adjunktus, SZTE TTIK Gazdaság- és Társadalomföldrajz Tanszék, borosl@geo.u-szeged.hu

³ egyetemi hallgató, SZTE TTIK Gazdaság- és Társadalomföldrajz Tanszék, mrkovalcsik@gmail.com

⁴ egyetemi hallgató, SZTE TTIK Számítástudomány Alapjai Tanszék, kobalaz@hotmail.com

Abstract: It is widely known that web 2.0 and ICT technologies have a great impact on the world economy and one of these manifestations is the sharing economy. The sharing economy essentially means that users via a P2P based online platform share their unused capacities on an on-demand basis. In this milieu, large sharing economy firms emerged such as Airbnb or Uber, which offer solutions for changing consumer habits taking advantage of the opportunities offered by IT. The aim of this paper is to present a method to map the spatiality of Airbnb – a sharing economy pioneer offering short term accommodation – using a 3-band raster representation technique. Our study was based on quantitative research methods and we performed internet data query and applied GIS-based mapping methods. Our results present the hotspots of Airbnb accommodations within the city and the effects of distance and attractiveness on Airbnb prices.

Bevezetés

Az utóbbi évtizedben a web 2.0 és az infokommunikációs technológiák fejlődése és elterjedése elősegítette és lehetővé tette a peer-to-peer (P2P) alapon működő online platformok széleskörű elterjedését, amelyek elősegítik a felhasználók által generált tartalmak létrehozását, azok megosztását és a közöttük lévő együttműködést is (HAMARI, J. ET AL. 2017; KALÓZ, E. 2015; KAPLAN, A. M. – HAENLEIN, M. 2010). Ezek a platformok egy sokkal nagyobb gazdasági-technológiai jelenség az ún. sharing economy melléktermékei (HAMARI, J. ET AL. 2017; PIZAM, 2014). A jelenség önmagában nem új, azonban az Internet elősegíti a hétköznapi életbe való beépülését és hatása a különböző iparágakra meghatározó jelentőséggel bír (OLSON, M. J. – KEMP, S. J. 2015). A PricewaterhouseCoopers 2014-es felmérése alapján az öt fő sharing economy szektor (közösségi finanszírozás és P2P hitelezés; online távmunka; P2P lakásmegosztás; autómegosztás; online zene és videó streamelés) 2013-ban 15 mrd amerikai dollár bevételt generált ezeknek a cégeknek és az előrejelzések alapján ez az öt szektor 2025-ben már 335 mrd dollár bevételt fog termelni (PWC, 2014).

A sharing economy-val összekapcsolt P2P piacterek elsősorban az utazás és a turizmus területén működnek (ERT, E. ET AL. 2016). Ezeket a piactereken a fogyasztók közvetlenül az eladókkal kerülnek direkt kapcsolatba és az egész tranzakciós folyamat egy harmadik fél által biztosított Internet platformon keresztül valósul meg (ERT, E. ET

AL. 2016; PIZAM, 2014). A legnépszerűbb P2P utazási szálláshely szolgáltató oldal az Airbnb (GUTIÉRREZ, J. ET AL. 2016; PIZAM, 2014), amely úgy definiálja magát mint egy „megbízható közösségi piactér azoknak, akik szeretnék egyedülálló szálláshelyeket meghirdetni, felfedezni és lefoglalni szerte a világon – online, mobiltelefonról vagy táblagépről” (AIRBNB, 2017). A megalapítása óta rendkívül gyors ütemben növekszik és napjainkra mind piaci érték mind a kínált szállások száma tekintetében felülmúlja a nagy szállodaláncokat (GUTTENTAG, D. 2015; OSKAM, J. 2016; OSKAM, J. – BOSWIJK, A. 2016). Az Airbnb napjainkban 34 000 városban és 191 országban van jelen, több mint 2 millió szállást kínál globálisan (AIRBNB, 2017), és több mint 24 mrd dollárra értékelték a céget 2015-ben (WINKLER, R. – MACMILLAN, D. 2015). Mivel azonban az Airbnb felemelkedése viszonylag új jelenség a nemzetközi szakirodalomban eddig kevés tanulmány foglalkozott a közösségi szállásadással, azonban még így is az Airbnb az egyik legjobban dokumentált (OSKAM, J. – BOSWIJK, A. 2016).

A viszonylag kevés számú tanulmány fókuszában elsősorban a bizalom és az online értékelési rendszer megbízhatósága (ERT, E. ET AL. 2016; GUTTENTAG, D. 2015; IKKALA, T. – LAMPINEN, A. 2014), a jogi kérdések (GUTTENTAG, D. 2015; KAPLAN, R. A. – NADLER, M. L. 2015), vagy a hotelekre gyakorolt hatások (CHOI, K-H. ET AL. 2015; ZERVAS, G. ET AL. 2016) állnak. Mindemellett fokozódó érdeklődés mutatkozik az Airbnb városon belüli elterjedésével kapcsolatban (DUDÁS, G. ET AL. 2016A; GUTIÉRREZ, J. ET AL. 2016), valamint az Airbnb elterjedése következtében erősödő turizmus negatív hatásai iránt is (BLICKHAN, M. ET AL. 2014; OSKAM, J. – BOSWIJK, A. 2016).

Az előbbi bekezdések alapján fontosnak tartjuk az Airbnb térbeliségének szélesebb körű vizsgálatát, azonban nem a szokásos ábrázolási mód felhasználásával. Kutatásunk célja egy olyan térkép és módszer bemutatása, amely raszteres adatábrázolási technika segítségével ábrázolja az Airbnb térbeliségét Budapesten különböző földrajzi mutatók figyelembe vételével. A kutatás első felében létrehoztunk egy adatbázist, amely a budapesti Airbnb szállások paramétereit, a központtól való távolságukat és a magyar fővárosban található érdekes pontokat tartalmazta. A vizsgálat második felében GIS szoftver segítségével ábrázoltuk az Airbnb térbeliségét raszteres adatábrázolási mód felhasználásával.

Alkalmazott módszerek

A kutatás kezdetén az Airbnb térbeliségének vizualizációjához szükséges adatbázisokat állítottuk össze. A 3 sávós raszterrétegek meghatározásához 3 indikátort választottunk: Airbnb szállások ára, távolság, és a vonzerő. Első lépésként a Budapesten található Airbnb szállások árait kérdeztük le. A közösségi gazdaság területén a rövid-távú szálláskiadáshoz köthető adatok gyűjtése igen nehézkes, egyrészt a hivatalos adatbázisok hiányában, másrészt, hogy az Airbnb-n keresztül történő szálláskiadás döntően az illegális, félig illegális szektorban történik (GUTTENTAG, D. 2015). A megfelelő adatbázisok hiányában, így vizsgálatunkat

nemzetközi szakirodalomban is elfogadott internetes adatgyűjtésre (DUDÁS, G. ET AL. 2016B; BOROS, L. ET AL. 2016; EDELMAN, B. – LUCA, M. 2014; LIANG, S. ET AL. 2017) alapoztuk. A korlátozott erőforrásaink, valamint az adatok forrásául szolgáló oldal (www.airbnb.com) korlátai miatt egy manuális lekérdezést végeztünk. Szükségesnek tartjuk azonban megjegyezni, hogy ennek a tanulmányunknak döntően módszertani eredményei vannak, így az eredmények értelmezésénél figyelembe kell venni, hogy az adatfelvétel volumenének növelésével eltérő területi mintázatok is kirajzolódhatnak. Az adatlekérdezés 2016. június 1-én volt és a 2016 augusztus 19-i napra vonatkozott (check in: 2016.08.19, check out: 2016.08.20). A vizsgált időpontban minden alkalommal egy fő egy éjszakai szállásköltségét és az Airbnb szállás paramétereit kérdeztük le. A második és a harmadik indikátorunk forrásául a www.geofabrik.de oldal szolgált amelyről az OpenStreetMap adatbázisát használtuk és Budapest útvonalhálózatát, valamint Point of Interest (POI) adatokat kérdeztük le a magyar fővárosra. Az adatok lekérdezése és rendezése után a térképi megjelenítést Corel Draw X7, valamint ArcGIS szoftverek segítségével végeztük el.

A tanulmányban alkalmazott vizualizációs eljárást elsősorban természetföldrajzi vizsgálatokban használják (AGHAYEV, A.T.–RUSTAMOV, R.B. 2015; SZATMÁRI, J. ET AL. 2016), de születtek vizsgálatok a magyar városok belső szerkezetének modellezésére is (GYENIZSE, P. ET AL. 2016). A térképezés során GIS segítségével 3 különböző indikátort jelenítünk meg egy térképen. A vizualizációhoz a mutatókat (Airbnb ár, távolság, vonzerő) raszteres képpé alakítjuk az adott mintaterületen (Budapest) és ezt a három grid réteget az RGB színskombináció segítségével egyszerre jelenítjük meg.

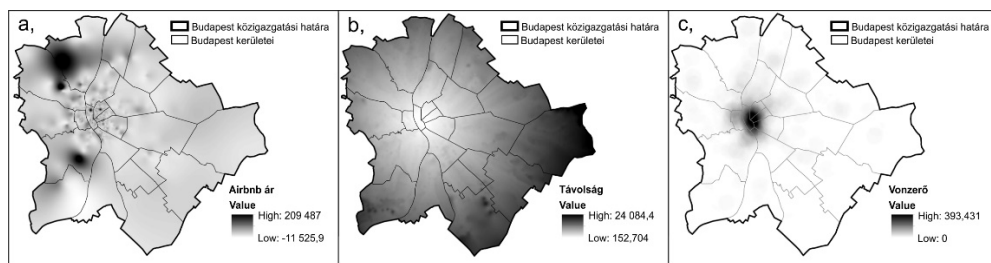
Az első mutatónak az Airbnb szállások árait választottuk és a raszterizálást az Airbnb lakások pozícióját (latitude és longitude koordináta) és attribútum adatait tartalmazó shape állomány segítségével végeztük el. A folyamat szoftveres hátterét az ArcGIS 10.2 biztosította. A raszterizálás során a Spatial Analyst tool/Interpolation/Topo to Raster eszközt használtuk. Ez az eszköz elsősorban hidrolódiailag megfelelő digitális domborzati modellek (DEM) megalkotására alkalmas (ESRI, 2017), azonban mi megváltoztattuk a bemeneti adatokat és egy olyan felszínmodellt alakítottunk ki, amelyen a kiemelkedések és a mélyedések az Airbnb árakat reprezentálják. Mindezt egy egysávos raszterkép segítségével, amelynek felbontását 100 méterben határoztuk meg, mert a begyűjtött adataink is 100 méteres pontossággal bírnak. Ezután a kapott raszter rétegen egy maszkolást végeztünk el a Spatial Analyst tools/Extraction/Extract by Mask eszköz segítségével, annak érdekében, hogy a raszterben lévő pixelek csak Budapest területét fedjék le (*1.a. ábra*).

A második indikátor (távolság) az Airbnb szállások Budapest központjától (Deák tér) való Manhattan távolságát reprezentálja. A Deák térre azért esett a választásunk mert hozzávetőlegesen földrajzilag is Budapest központjában van és a turisták körében is népszerű, továbbá jelentős közlekedési csomópont is. A távolságok meghatározásához az OpenStreetMap vektoros úthálózat adatállományát használtuk fel. Első lépésként az adatbázist leszűkítettük az autóval használható kategóriákra, majd az így kapott vonalas vektor réteget az Imagine logo szoftver segítségével egy

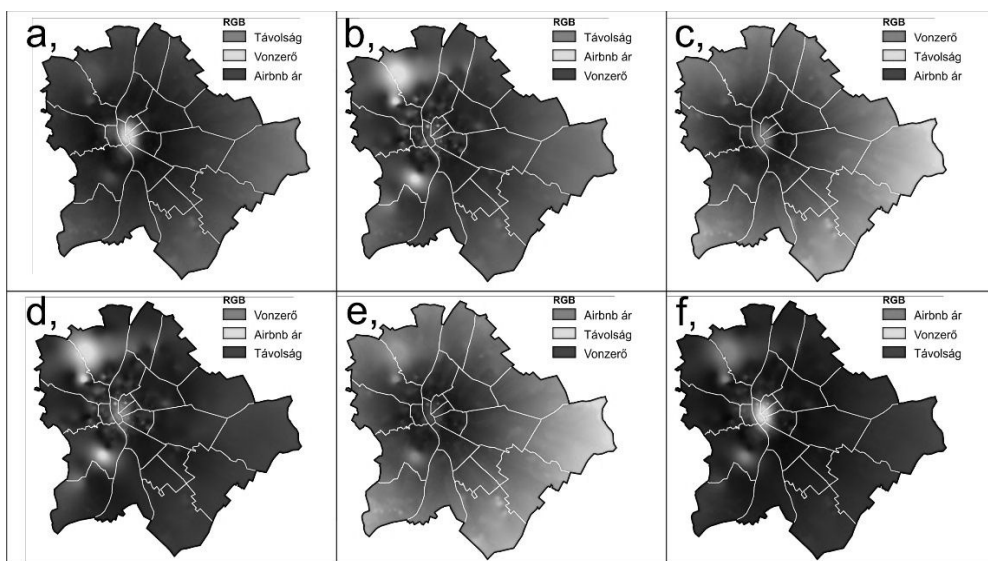
gráfá alakítottuk, továbbá specifikáltuk a gráf paramétereit (szegmensek hossza, sebességkorlátok, egyirányú, kétirányú szegmensek). Az irányított gráf elkészítése után egy egyenletes útkereső algoritmussal Dev-C++ szoftverkörnyezetben minden Airbnb pontra meghatároztuk az időbeli és térbeli legrövidebb távolságot a Deák tértől. Az algoritmus minden esetben az ideális közlekedési feltételeket vett figyelembe, azonban fontos kiemelni, hogy a járművek a sebességüket a forgalomhoz igazítják (BOEL, R. – MIHAYLOVA, L. 2006) ezért, hogy „valós” forgalmi helyzetet tudjunk szimulálni a megengedett sebességkorlát 60 százalékát használtuk a számításaink során. Az így kialakult rétegre ugyanazt az eljárást alkalmaztuk, mint az Airbnb árak esetében, így itt is kialakítottunk egy felületet, amelyen az alacsony és a magas értékek a Deák tértől való vonalas infrastruktúrán való távolságot jelenítik meg (1.b. ábra).

A harmadik mutató a vonzerőt reprezentálja, amelyhez az OpenStreetMap érdekes helyeket (Point of Interest, továbbiakban POI) tartalmazó rétegét használtuk fel. A POI-k a kórházaktól kiindulva az éttermeken át a hotelekig rendkívül széles spektrumot ölelnek fel. Ezekből kiválogattuk a kutatásunk szempontjából fontos kategóriákat, amelyek esetlegesen vonzhatják az Airbnb szolgáltatásait igénybe vevő egyéneket: „vendéglátóipari egységek”, „ attrakciók, látványosságok”, „kiskereskedelem”, valamint „sport, szabadidő, szórakozás”. Az így kialakult pontrétegből a Spatial Analyst tools/Density/Point Density tool segítségével készítettük el a felületmodellt. A transzformáció során a rádiusznak 1000 métert állítottunk be, ami azt eredményezte, hogy minden egyes POI 1000 méteres környezetében lévő pixel kap egy egységnyi értéket, így egy buffer zónát kialakítva maga körül. Ezt a műveletet minden POI-ra alkalmazva kaptunk egy olyan felületet amely reprezentálja, hogy adott pont 1000 méteres környezetében mekkora a tényezőellátottság, vagyis hány POI található. Ezután ezen a rétegen is egy maszkolást végeztünk el a Spatial Analyst tools/Extraction/Extract by Mask eszköz segítségével, annak érdekében, hogy a raszterben lévő pixelek csak Budapest területét fedjék le (1.c. ábra).

Végül, az így kapott három réteget a Data Management/Raster/Raster Processing/Composite Bands eszköz segítségével egyetlen raszterképpé rendeztük. Ennek eredményeként 6 különböző képet kaptunk annak függvényében, hogy milyen RGB színskombinációt használunk (2. ábra).



1. ábra A három mutató raszterizált képe



2. ábra Az Airbnb térbelisége Budapesten a különböző mutatók raszterizált képe alapján

Az eredmények értelmezése

A három rétegű raszteres ábrázolásnak köszönhetően, hat különböző térképet tudunk létrehozni ugyanazzal az adattartalommal, azonban RGB rétegek változtatásával különböző összefüggéseket tudunk hangsúlyozni az egyes mutatók között. Az 123 színkombináció esetében (2.a. ábra) A piros szín reprezentálja a távolságot, és minél sötétebb ez az árnyalat annál közelebb van a városközponthoz (Deák tér). Ebben a réteg elrendezésben a leghangsúlyosabb réteg a vonzerő, és minél zöldebb annál nagyobb a POI ellátottság. Ennek nyomán ez a színkombináció elsősorban a POI ellátottság és a távolság közötti összefüggést hangsúlyozza – minél közelebb vagyunk a központhoz annál sűrűbb a POI ellátottság -, és az Airbnb ellátottság kevésbé jelentős. Ez a kombináció azt is alátámasztja, hogy megfelelő központot választottunk, mert itt található a legtöbb turisták által is felkeresett érdekes hely. Az 132 rétegsorrend esetében (2.b. ábra) a piros továbbra is a távolságot reprezentálja, azonban ez az elrendezés az Airbnb szállások sűrűségét sokkal jobban szemlélteti továbbá minél zöldebb annál drágábbak, valamint minél sűrűbbek a zöld szigetek annál sűrűbb az Airbnb kínálat. Másrészt, a sötét területek azokat a területeket reprezentálják, ahol alacsonyabb az Airbnb sűrűség, azonban ezek a helyek minél jobban kékes árnyalatot vesznek fel, annál nagyobb a vonzereje annak a területnek. A 213 és a 231 színkombináció (2.c., 2.d. ábra) hasonló képet mutat, mint az első két kombináció, azzal a különbséggel, hogy a 213 kombináció jobban hangsúlyozza az Airbnb kínálatot Budapest külsőbb részein. Véleményünk szerint a 6 kép közül a 312 színkombináció (2.e. ábra) a leginformatívabb. Ez reprezentálja legértelmezhetőbb formában a központtól való távolságot (zöld) és a vonzerőt (kék), továbbá az Airbnb sűrűséget és az Airbnb szállások polarizációját. Mindemellett a

narancs és magenta szigetek az Airbnb sűrűségét és a szállások relatív pozícióját mutatják, és minél sűrűbbek ezek a szigetek annál sűrűbb az Airbnb kínálat. Továbbá, minél pirosabbak a pixelek annál drágábbak az Airbnb szállások.

Összességében az ábrák alapján a POI ellátottság és a távolság között erős korreláció feltételezhető, ami alátámasztja, hogy a Deák tér esetében megfelelő központot választottunk, hiszen a fő látványosságok ennek a közelében helyezkednek el. Az ábrák továbbá azt is hangsúlyozzák, hogy a POI kínálat korrelációt mutat az Airbnb szállások elhelyezkedésével, hiszen az Airbnb sűrűség azokon a területeken magas, amelyek a turisták által látogatottak. Mindemellett az eredmények azt is mutatják, hogy az Airbnb szállások elhelyezkedése és azok árai között nem mutatható ki jelentős korreláció Budapesten, azonban ez érdekes kutatási téma lehet a jövőre nézve, hogy ez egy magyar sajátosság, vagy egy általános jelenség azokon a helyeken, ahol az Airbnb jelen van.

Összefoglalás

A kutatás során az Airbnb térbeliségét vizualizáltuk Budapesten, azonban nem a hagyományos módszertani bázisra, hanem 3-sávós raszteres adatábrázolási technikára építve. A vizsgálat során kialakítottunk egy nagy adatbázist, amely a különböző Airbnb szállások paramétereit tartalmazták, valamint kialakítottunk egy módszert, amely lehetőséget biztosított számunkra, hogy meghatározzuk az Airbnb szállások központi ponttól való távolságát. A kutatás fő eredménye olyan térképek megalkotása, amelyek mutatják az Airbnb sűrűségét valamint azok árát figyelembe véve további indikátorokat, mint a távolság vagy a vonzerő. Habár jelen kutatás többnyire módszertani eredményeket prezentál és egy pillanatképet mutat a közösségi szállásadás térbeliségéről Budapesten, azonban a közösségi gazdaság gyors változásai és a szabályozás esetleges változásával ez a helyzet gyorsan megváltozhat.

A kutatás térinformatikai szempontból folytatható újabb indikátorok bevonásával. Ezek középpontjában az ingatlanpiac valamint a hotel kínálat állhat, hiszen az Airbnb nagymértékben átformálja mind az ingatlanok adásvételét és árviszonyait, mind a bérleti (albérlési) piacot. A kutatás továbbá továbbfejleszthető további városok adatainak elemzésével – elsősorban kelet-közép-európai fővárosok – elemzésbe vonásával, ami széles körű összehasonlításra adna lehetőséget.

Felhasznált irodalom

AGHAYEV A.T. – RUSTAMOV R.B. (2015): Remote Sensing and Geographic Information System/Geodatabase in River Flood Mapping. *Journal of Surveying and Mapping Engineering*, 3 (1), pp. 1–11.

AIRBNB (2017): Rólunk. <https://www.airbnb.hu/about/about-us>

BLICKHAN, M. – BÜRK, T. – GRUBE, N. (2014): Touristification in Berlin. *sub|urban. Zeitschrift für kritische Stadtforschung*, 2, pp. 167–180.

- BOEL R. – MIHAYLOVA L. (2006): A compositional stochastic model for real time freeway traffic simulation. *Transportation research Part B: Methodological*, 40 (4), pp. 319–334.
- BOROS L. – PÁL V. – DUDÁS, G. (2016): A budapest közösségi szállásadás vizsgálata térinformatikai módszerekkel. VII. Térinformatikai konferencia és szakkiállítás kiadványa, Debrecen, pp. 99–106.
- CHOI K-H. – JUNG J. – RYU S. – KIM S-D. – YOON S-M. (2015): The relationship between Airbnb and the hotel revenue: in the case of Korea. *Indian Journal of Science and Technology*, 8 (26), pp. 1–8.
- DUDÁS G. – BOROS L. – PÁL V. (2016a): Községi szállásadás Budapesten – Az Airbnb térnyerése. *Településföldrajzi Tanulmányok*, 5 (3-4), pp. 66–83.
- DUDÁS G. – BOROS L. – PÁL V. – PERNYÉSZ P. (2016b): Mapping cost distance using air traffic data. *Journal of Maps*, 12 (4), pp. 695–700.
- EDELMAN B.–LUCA M. (2014): Digital Discrimination: The Case of Airbnb.com. Harvard Business School Working Paper 14-054.
- ERT E. – FLEISCHER A. – MAGEN N. (2016): Trust and reputation in the sharing economy: The role of personal photos in Airbnb. *Tourism Management*, 55, pp. 62–73.
- ESRI ARCGIS PRO TOOL REFERENCE (2017): How Topo to Raster works. <http://pro.arcgis.com/en/pro-app/tool-reference/3d-analyst/how-topo-to-raster-works.htm>
- GUTIÉRREZ J. – GARCÍA-PALOMARES J. C. – ROMANILLOS G. – SALAS-OLMEDO M. H. (2016): Airbnb in touristic cities: comparing spatial patterns of hotels and peer-to-peer accommodations. ArXiv. <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1606/1606.07138.pdf>
- GUTTENTAG D. (2015): Airbnb: disruptive innovation and the rise of an informal tourism accommodation sector. *Current Issues in Tourism*, 18 (12), pp. 1192–1217.
- GYENIZSE P. – TRÓCSÁNYI A. – PIRISI G. – BOGNÁR Z. – CZIGÁNY SZ. (2016): A multi-factor model developed on residents' opinions for the classification of urban residential areas. *Geografie*, 121 (1), pp. 1–31.
- HAMARI J. – SJÖKLINT M. – UKKONEN A. (2016): The sharing economy: Why people participate in collaborative consumption. *Journal of the Association for Information and Science and Technology*, 67 (9), pp. 2047–2059.
- IKKALA T. – LAMPINEN A. (2014): Defining the price of hospitality: networked hospitality exchange via Airbnb. *Proceedings of the companion publication of the 17th ACM conference on Computer supported cooperative work & social computing*, pp. 173–176.
- KALÓZ E. (2015): A közösségi gazdaság – elméleti megfontolások és gyakorlati jellemzői. *Információs Társadalom: Társadalomtudományi folyóirat*, 15 (1), pp. 30–47.
- KAPLAN A. M. – HAENLEIN M. (2010): Users of the world unite! The challenges and opportunities of Social Media. *Business horizons*, 53 (1), pp. 59–68.
- KAPLAN R. A. – NADLER M. L. (2015): Airbnb: a case study in occupancy regulation and taxation. *The University of Chicago Law Review Dialogue*, 82, pp. 103–105.
- LIANG S. – SCHUCKERT M. – LAW R. – CHEN C-C. (2017): Be a “Superhost”: The importance of badge-systems for peer-to- peer rental accommodations. *Tourism Management*, 60, pp. 454–465.

- OLSON M. J. – KEMP S. J. (2015): Sharing Economy – An In-Depth Look At Its Evolution & Trajectories Across Industries. PiperJaffay. Investment Research. <http://collaborativeconomy.com/wp/wp-content/uploads/2015/04/Sharing-Economy-An-In-Depth-Look-At-Its-Evolution-and-Trajectory-Across-Industries-.pdf>
- OSKAM J. (2016): Airbnb or “Networked Hospitality Businesses”: Between Innovation and Commercialization. A Research Agenda. The proceedings of HONG KONG 216: 2nd Global Tourism & Hospitality Conference and 15th Asia Pacific Forum for Graduate Students Research In Tourism Vol. 1.
- OSKAM J. – BOSWIJK A. (2016): Airbnb: the future of networked hospitality businesses. Journal of Tourism Futures, 2 (1), pp. 22–42.
- PIZAM A. (2014): Peer-to-peer travel: Blessing or blight? International Journal of Hospitality Management, 38, pp. 118–119.
- PWC – PRICEWATERHOUSECOOPERS (2014): The sharing economy – sizing the revenue opportunity. <http://www.pwc.co.uk/issues/megatrends/collisions/sharingeconomy/the-sharing-economy-sizing-the-revenue-opportunity.html>
- WINKLER R. – MACMILLAN D. (2015): The Secret Math of Airbnb’s \$24 Billion Valuation. The Wall Street Journal. <https://www.wsj.com/articles/the-secret-math-of-airbnbs-24-billion-valuation-1434568517>
- ZERVAS G. – PROSERPIO D. – BYERS J. (2016): The Rise of the Sharing Economy: Estimating the Impact of Airbnb on the Hotel Industry. Boston U. School of Management Research Paper No. 2013-16.

Terrain and speed-limit optimized cruise control for heavy road vehicles

Zoltán Fazekas¹– Balázs Németh²– András Mihály³ – Péter Gáspár⁴

¹ senior research fellow, Institute for Computer Science and Control (MTA SZTAKI),
zoltan.fazekas@sztaki.mta.hu

² research fellow, Institute for Computer Science and Control (MTA SZTAKI),
balazs.nemeth@sztaki.mta.hu

³ research associate, Institute for Computer Science and Control (MTA SZTAKI),
andras.mihaly@sztaki.mta.hu

⁴ academic research professor, Institute for Computer Science and Control (MTA SZTAKI),
peter.gaspar@sztaki.mta.hu

Abstract: Ensuring proper driver behaviour and driving style is an essential and ongoing task for transportation enterprises, including those that operate heavy road vehicle fleets. Aspects and subtasks of this general task range from issues concerning road and vehicular safety, vehicle and cargo security to issues of environmental friendly and economic operation of the fleet. In the paper, one particular facet of the economic operation is addressed, namely the proper choice of momentary speed for heavy road vehicles along a route. One approach to handle this facet is to define fleet-level guidelines and policies concerning the recommended vehicular speed and monitor their enactment regularly. A more promising option in this respect that can be considerably better monitored is the application of semi-automatic and the fully automatic cruise control devices in the vehicles. A method was proposed recently for the longitudinal speed control of heavy land vehicles. The method relies on appropriate brake and traction forces to attain the required velocity. By choosing the vehicle speed in accordance with the mentioned road and traffic characteristics, the number of unnecessary accelerations and brakings, as well as the durations required for carrying these out can be significantly reduced. The control method was designed, modelled and initially tested with a control design tool-set for robust control of the linear parameter variant (LPV) systems. After series of software-in-the-loop simulations carried out in an up-to-date professional vehicle and road simulation environment, an on-the-road testing of the implemented control method is in preparation.

Introduction

Ensuring proper driver behaviour and driving style is an essential and ongoing task for transportation enterprises, including those that operate heavy road vehicle fleets. Aspects and subtasks of this general task range from issues concerning road and vehicular safety, vehicle and cargo security, environmental friendly, and economic operation of the fleet.

Issues of the road and vehicular safety were looked at – in conjunction with heavy road vehicles, such as trucks – in (FAZEKAS, Z. – GÁSPÁR, P. 2010) and later in (FAZEKAS, Z. ET AL. 2012). In the frame of these studies, emergency braking data was collected from vehicular sensors by logging their messages sent over the vehicle's CAN bus. In the data collection, a small fleet of commercial trucks was involved.

The location data for the braking events was obtained from the navigation devices on-board. Apart from the location, the data describing a braking event included a time-stamp, the vehicle speed just before the braking event and the maximum deceleration intended. Issues of vehicle and cargo security were touched upon in (FAZEKAS, Z. ET AL. 2011). The authors lay emphasis on truck-related aspects. The low-speed maneuvers and stoppages were looked at in particular. To make the post-trip assessment of the trajectory data easier and faster, a method for rendering route sections to vehicle activity classes was proposed therein. The method computed and used certain spatiotemporal features of the trajectory. The linguistic approach used by the authors to characterize trajectory data took care of the multiple spatial and temporal resolutions. The multi-resolution capability was deemed necessary to recognize different – usual, as well as unusual – vehicle/driver activities.

In the present paper, the third and the fourth of the issues listed above are touched upon. Particularly, a facet of the economic operation of the heavy road vehicles is addressed, which has also environmental relevance. The facet is the proper choice of momentary speed for heavy road vehicles along their routes. One approach to handle this problem is to define fleet-level guide-lines and policies concerning the recommended vehicular speed and monitor their enactment regularly. The recommendations could depend on many aspects of the freight, route and itinerary. These aspects include the terrain characteristics, the actual road type, the speed limits along the route, as well as data on traffic intensity and weather conditions.

Related work

A more promising option in the above respect – that can be considerably better monitored – is the application of semi-automatic and automatic cruise control devices in the vehicles. However, to reach a good compromise between the conflicting objectives associated with the profitable operation of the heavy road vehicles (e.g., between the minimization of the fuel consumption and that of the journey time) as normally dictated by the economy of managing and operating a vehicle fleet, one needs to solve an optimization problem and use its solution in the cruise control device.

Such optimization problems can be solved using various approaches ranging from pragmatic engineering approaches to theoretically sound – but in many cases not quite feasible – mathematical ones. For instance, the implementation of a receding horizon control, and the modelling the terrain and traffic flow with Markov chains are examples of viable engineering solutions with appropriate mathematical basis. For references, see (NÉMETH, B. – GÁSPÁR, P. 2015). A number of cruise control methods are known from the literature that take certain road conditions (e.g., inclinations along the road, changes of the friction coefficient due to various forms of precipitation) into consideration in an explicit quantitative manner when choosing the vehicle velocity. For references see the paper cited above.

The look-ahead control methods – including the method proposed in (NÉMETH, B. – GÁSPÁR, P. 2016) that was put to work in the simulations presented herein and is described briefly in the next section – assume that some upcoming disturbances (e.g., disturbances over a certain road length) are known in advance. These disturbances include inclinations of the road, speed-limits along the route, intense traffic encountered, etc.

For instance, in the look-ahead control system described in (HELLSTRÖM, E. ET AL. 2009), a road-slope database was compiled and used on-board of a truck – in combination with a GPS unit – to extract the road geometry ahead. This information was used for the optimal choice of the vehicle speed with respect to a criterion weighing up journey time against fuel consumption. A dynamic programming algorithm was used for feeding the conventional cruise controller with new set points. On-road experiments were also conducted. The results of these experiments were covered in depth in the cited paper.

Materials and methods

A look-ahead control method was proposed recently in (NÉMETH, B. – GÁSPÁR, P. 2015) and was developed further in (NÉMETH, B. – GÁSPÁR, P. 2016) for the longitudinal speed control of heavy road vehicles. The method relies on appropriate brake and traction forces to attain the required velocity. By choosing the vehicle speed in accordance with the road and traffic characteristics, the number of unnecessary accelerations and brakings, as well as the durations required for carrying these out can be significantly reduced. The control method was designed, modelled and initially tested with a tool-set serving the development of robust control of the linear parameter variant (LPV) systems.

After long series of software-in-the-loop simulations – carried out in an up-to-date professional vehicle and road simulation environment – the on-road testing of the implemented look-ahead control method is in preparation. The on-road test drives will take place in the coming weeks and will be carried out in close cooperation with our industrial partner.

The main modules of the simulation architecture are shown in *Fig. 1*. These are the simulator module appearing at the top of the block diagram, the software module that carries out the map-related calculations is shown below it, while the block representing the mathematical optimization module is placed to the bottom.

Most simulation runs concerned the route marked light gray in *Fig. 2*. It is a section of the main road No. 3 between Gyöngyös and Kápolna in Hungary. Its altitude profile appears in *Fig. 3*.

The sizeable change in the altitude along the road and particularly the rise and the slope close to Gyöngyös ensure that some practical savings can be accomplished, if the truck is driven with care either by a human driver, or controlled in that manner

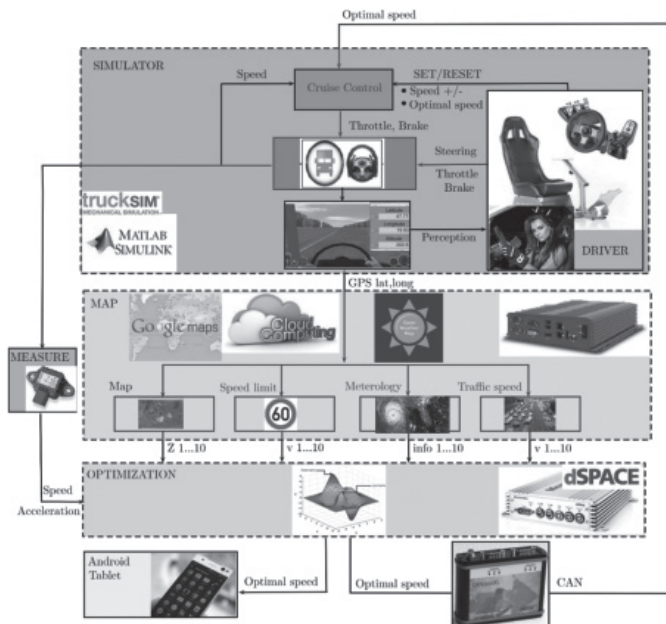


Fig. 1. The software architecture used for the simulations concerning the look-ahead control for trucks



Fig. 1. The software architecture used for the simulations concerning the look-ahead control for trucks

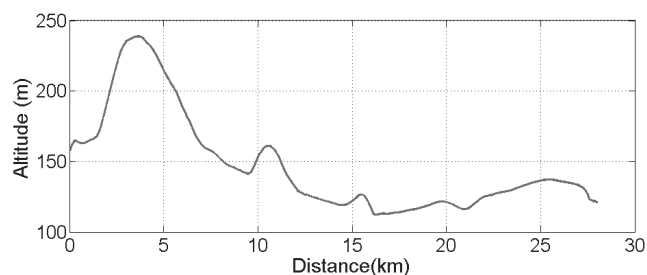


Fig. 3. The altitude profile of the Gyöngyös to Kápolna route

by a cruise control application. A short road segment of the route is displayed quite realistically – even the slopes of the Mátra Mountains show up at some distance in the background – in Fig. 4 by the virtual reality module of the TruckSim simulation environment. TruckSim is shown as a submodule of simulator module in Fig. 1.

During the on-road test, the implemented control method will be physically located and work on-board of a truck. The software architecture designed for the purpose is sketched in Fig. 5. The functions implemented within this software architecture are the look-ahead control method, the necessary communication with the vehicle control system, gathering data from the high-precision navigation system, and accessing and displaying a region of the downloaded map.



Fig. 4. A short segment of the route displayed with the virtual reality module of the TruckSim simulation environment

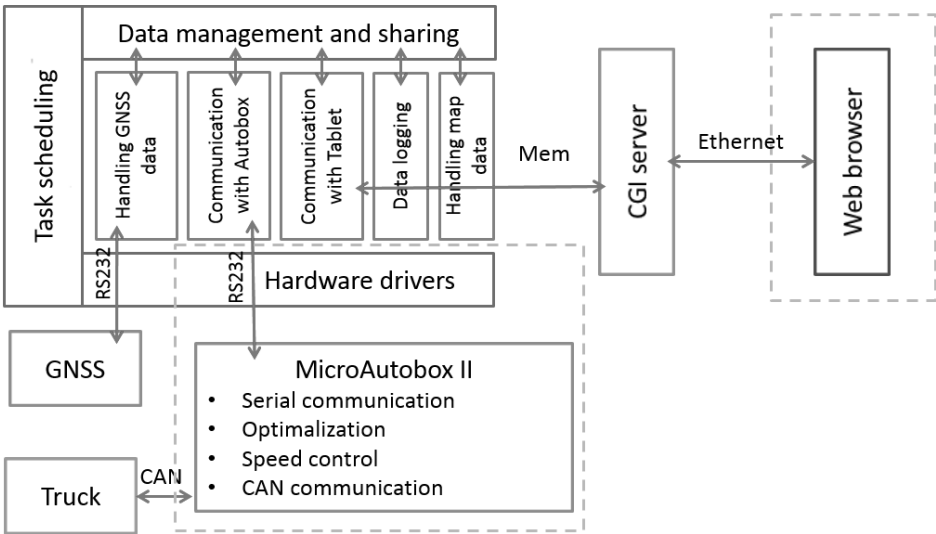


Fig. 5. The software architecture implemented for the on-road experiments

Results

The primary purpose of the simulations in the context of the cruise control is to gain information about the truck's responses – in the present case mostly in time domain – to certain control inputs. For instance, transient signals, settling times, time-lag are normally calculated and analysed by the control engineers to improve the control method. In the look-ahead control method used herein – see its mechanical and mathematical formulation in (NÉMETH, B. – GÁSPÁR, P. 2016) – for the simulations, there are several important parameters to be tuned for a satisfactory control performance.

The different settings of these parameters result in quite different vehicular behaviours and in very different environmental and economic costs. These parameters include the performance weighting parameter R_I , which effects – among other characteristics of the speed profile – the overshoots (e.g., when a speed limit sign is encountered), the number n of equidistant discrete spatial points – along the route ahead – which are taken into consideration in the speed optimization, and L , which is the actual look-ahead distance. In regards of the different control scenarios and parameter settings, a number of simulation-based experiments were carried out and reported in research articles, see e.g., MIHÁLY, A.–GÁSPÁR, P. 2016, MIHÁLY, A. ET AL. 2013 and NÉMETH, B.–GÁSPÁR, P. 2016.

The simulation results presented herein concern the look-ahead distance L is being varied in the simulation runs, while – initially and most of the simulated time – $R_I = 0.5$. The latter parameter is modified only briefly to ensure that the speed limits are heeded to. L/n , i.e. the distance between consecutive look-ahead points – is kept constant 100 meters throughout the experiment. The following speed limits apply along the route: 50 km/h (0 – 2 km), 70 km/h (2 – 16 km) and 40 km/h (16 – 28 km). These speed limits were obtained from the Open Street Map road database and were checked against the data collected during earlier traffic sign data collection trips in the area (Fazekas Z. et al. 2017). In *Fig. 6*, the truck velocities derived for different look-ahead distances L are shown for the route indicated in *Fig. 2*. The times required to cover the route in case of various L look-ahead distances are given diagrammatically in *Fig. 7*, while *Fig. 8* presents the truck's total fuel consumption for different L 's.

In the simulation runs, the speed profiles were not perfect, e.g., a few overshoots over the actual legal speed limit can be identified in *Fig. 6*. These occurred due to the parameter setting used in the simulation. Nevertheless, these settings and the tested method of the temporary modification of the performance weighting parameter R_I gave us considerable insight on how to choose the aforementioned parameters for the on-road test and what kind of adaptation via parameter R_I can be achieved.

For the purpose of on-road testing several other safety functions will be implemented and actively used, e.g., too large abrupt increase/decrease of vehicle speed will not be allowed.

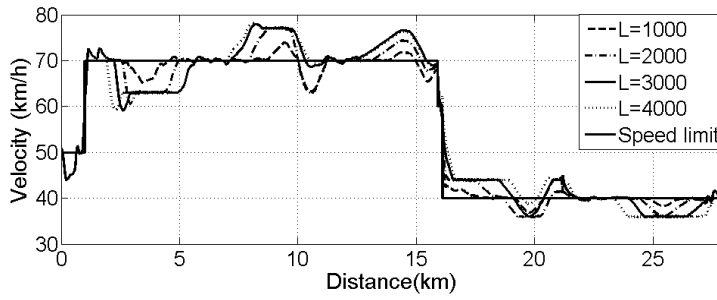


Fig. 6. The speed profile computed for the Gyöngyös - Kápolna route for different control look-ahead distances

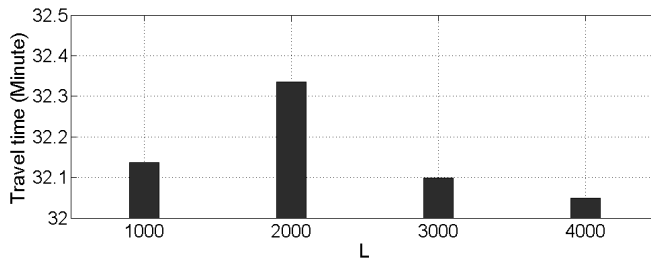


Fig. 7. The time required to cover the route in case of various L look-ahead distances used in the look-ahead cruise control

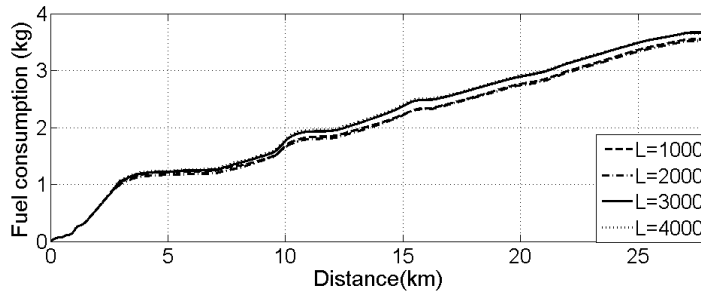


Fig. 8. According to the simulations, the total fuel consumption for the route varies with the parameter L

Conclusions

A look-ahead cruise control method was proposed recently for heavy road vehicles. The method was designed, modelled and initially tested with a control design tool-set for robust control of the linear parameter variant systems. After a long series of software-in-the-loop simulations, an on-road testing of the method is in a final stage of preparation. Some of the tasks associated with turning a truck simulation into a real experiment were pointed out.

Acknowledgements

The research presented herein was supported by the National Research, Development and Innovation Fund through the project ‘SEPPAC: Safety and Economic Platform for Partially Automated Commercial Vehicles’ (VKSZ 14-1-2015-0125). Furthermore, co-author Balázs Németh is partially supported by the János Bolyai Research Scholarship of the Hungarian Academy of Sciences.

References

- FAZEKAS Z. – GÁSPÁR P. (2010): Visualisation and safety evaluation of truck route and braking data. Proceedings of 11th International Congress on Automotive and Transport Engineering. Brasov, Romania, pp. 11–16.
- FAZEKAS Z. – BIRÓ Zs. – GÁSPÁR P. (2012): Statistical analysis of data describing the relationship between driver, truck and characteristics of the road. *Transport Problems*, 7(3), pp. 77–85.
- FAZEKAS Z. – GÁSPÁR P. – KOVÁCS R. (2011): Determining truck activity from recorded trajectory data. *Procedia - Social and Beh. Sciences*, 20, pp. 796–805.
- FAZEKAS Z. – GERENCSÉR L. – GÁSPÁR P. (2017) Detecting change in road environment via analysis of marked point processes associated with traffic signs. *Transportation Research Procedia*, DOI 10.1016/j.trpro.2017.03.011.
- HELLSTRÖM E. – IVARSSON M. – ÅSLUND J. – NIELSEN L. (2009) Look-ahead control for heavy trucks to minimize trip time and fuel consumption. *Control Engineering Practice*, 17(2), pp. 245–254.
- MIHÁLY A. – GÁSPÁR P. (2016) Simulator-based driver categorization and linear model identification. *IFAC-PapersOnLine*, 49 (3), pp. 255–260.
- MIHÁLY A. – NÉMETH B. – GÁSPÁR P. (2013) Enhancement of driver speed based on multi-criteria optimization. *Periodica Polytechnica. Transportation Engineering*, 41(1), pp. 71–76.
- NÉMETH B. – GÁSPÁR P. (2015): Design of vehicle cruise control using road inclinations. *International Journal of Vehicle Autonomous Systems*, 11(4), pp. 313–333.
- NÉMETH B. – GÁSPÁR P. (2016) The impact of traffic flow on the look-ahead cruise control. *Proceedings of the American Control Conference, IEEE, Boston (MA), USA*, pp. 5988–5993.

Központi víziközmű nyilvántartások hazai helyzete

Fülöp Júlia

¹ PhD hallgató, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építőmérnöki Kar Víz Közmű és Környezetmérnöki Tanszék, fulop.julia@epito.bme.hu

Abstract: The aim of the paper is to introduce Hungary's central databases for water utility services. The main features are: regulation background, the availability of data, the operator of the database. Considering the actual issue of the reconstruction of water utilities, it is also reviewed whether the existing databases can be used to national, regional, local reconstruction planning and if so, up to which level.

Bevezetés

Magyarországon az ivóvíz-ellátottság teljes körűnek tekinthető, míg a szennyvíz-csatorna bekötéssel rendelkező lakások aránya 74,8% (KJT, 2015). A víziközmű-hálózatok a térképeken vonalas létesítményként jelennek meg, két ágazatban (víz, szennyvíz), ezt azonban az üzemeltetés pontszerű létesítményei egészítik ki (átemelők, vízikivételi helyek, szennyvíztisztító telepek). A felhasználók szempontjából tekintve a felhasználási pont ellátását biztosító hálózat és a szolgáltató személye adott, választási lehetőség nincs. A jogszabályban meghatározott egység a víziközmű-rendszer, mely a víziközművek olyan egybefüggő struktúrája, ami egy vagy több település ellátását biztosítja.

A vízellátó rendszerek döntő többsége 1990 előtt épült ki, a kistelepülések szennyvízelvezető rendszere ezzel ellentétben a 1990-es évektől napjainkig. 1990-es években megtörtént a víziközművek tulajdonosi szempontú felaprózódása, mely a nyilvántartások adattartalom, tárolási rendszer szerinti egységesítését nem támogatta. Változást 2012-től a víziközmű törvényben (Vksztv.) előírt integrációs folyamat hozott, azonban a korábbi szabályozás és felügyelet hiánya rányomja a bélyegét a nyilvántartások mai állapotára.

A szakági, központi víziközmű nyilvántartások és az integrált nemzeti és nemzetközi nyilvántartások viszonya

A közműnyilvántartások célja, hogy az adott szabályozási, fejlesztési, tervezési, üzemeltetési feladatok ellátásához egységes térbeli adatokat biztosítsanak.

Csak a víziközmű ágazatot tekintve is belátható, hogy könnyen található példa (*1. táblázat*) – vegyesen a szolgáltatói, a felhasználói, a hatósági oldalról – az egyes feladat típusok adatszükségletére a legkisebb nyilvántartási egységtől és részletes absztrakciós szinttől a regionális szintig. Ebből következik az igény, hogy a víziközmű-szektor szempontjából a Nemzeti Téradat Infrastruktúra (NTI) és az EU INSPIRE és az INSPIRE alapját képező regionális nyilvántartás egyértelműen átjárható legyen, egymásnak kölcsönösen megfeleljen. A jelenlegi nyilvántartások az alapvető szakági feladatokat ellátják, de jelentős kihívás az általuk kezelt feladatok, adatok, interoperabilitása eltérő rendszerekben történő zökkenőmentes használata. Alapkérdés, hogy a megfelelő, integrált nyilvántartás(ok) alkalmazásával ezek a szakági feladatok hatékonyabban, gyorsabban, pontosabban, költségtakarékosan végezhetők-e el.

Ez utóbbi gondolat – a hatékonyság növelése, a párhuzamosságok kiküszöbölése, az adatkarbantartás, megosztás hatékonyságának javítása – az NTI alapfeladatai között szinte minden, az NTI-t megvalósító országban megjelenik (SZABÓ GY. ET AL, 2016).

Emellett az INSPIRE által támasztott elvárások jelentenek kihívásokat az adatbázisok tervezésekor, üzemeltetésekor, például:

- a szabványosítás által az egyes tagállamokból, illetve a különböző szektorokból érkező információk és ismeretek összekapcsolhatók legyenek,
- egy része a nyilvánosság számára ingyenesen elérhető legyen (IRÁNYELV, 2007).

A rekonstrukciós kérdések aktualitása

A víziközmű-hálózatok állapota folyamatosan romlik hazánkban, a rekonstrukciós feladatok folyamatos elmaradása pedig tovább ronthatja a helyzetet (SOMLYÓDY L. 2011). A hazai víziközmű hálózatok rekonstrukciójának kérdésével a 2015-ös Kvassay Jenő Terv Nemzeti Vízstratégia (KJT, 2015) is kiemelt figyelmet szentelt és megállapította, hogy szükséges egy nemzeti rekonstrukciós program és finanszírozási stratégia kidolgozása. Megszületett tehát a 1110/2017. (III. 7.) Korm. határozat a Nemzeti Vízstratégia és a végrehajtást biztosító intézkedési terv elfogadásáról, mely előírta, hogy felmérés készítése szükséges a víziközművek állapotáról és rekonstrukciós feladatairól, valamint végrehajtására program és finanszírozási modell összeállítása a feladat 2017. december 31.-i határidővel.

A víziközmű rendszerek tervezhető és ütemezhető rekonstrukciója nem csak hazánkban aktuális kérdés. A meghibásodások előrejelzésére és döntéstámogató módszerekben történő alkalmazására számos módszer került kidolgozásra (FÜLÖP R. 2012). A különböző módszerek alkalmazásának gyakorlatilag a bementi adatok rendelkezésre állása szab határt. A hazai adatbázisok vizsgálata kapcsán célszerű tehát áttekinteni, hogy mik a leggyakrabban alkalmazott bemenő adatok. A statisztikai

1. táblázat Feladat típusok a víziközmű ágazatban

	NTI szint (telek-település)	Regionális szint
Döntéstámogatás	rekonstrukció tervezés a településen belül	rekonstrukció tervezés a szolgáltatási területen / országos szinten
Terület felhasználás	vízbazisvédelem, illetve a felszíni vizek védelme adott víziközmű-rendszerre vonatkozóan	területrendezés eszközrendszerének támogatása
Tervezés	új felhasználó bekötésének tervezése, közműegyeztetés	Gördülő Fejlesztési Tervek elkészítése
Irányítás, operatív üzemeltetés	felhasználói szintű problémák kezelése, erőforrás allokáció meghatározása	regionális rendszerek ellátásának biztosítása, optimális üzemszervezés kialakítása
Statisztikák, felmérések, elemzések készítése	településszintű kiépítettség meghatározása, rákötési arányszám teljesülésének vizsgálata	közműolló mértéke országos szinten, szolgáltatási díjak díjmegállapítása, fajlagos közműellátottság mérése, kapacitás kihasználtság mérése

alapon történő meghibásodás előrejelzésben a leggyakrabban használt adatok (KLEINER ÉS RAJANI, 2001):

- vezetékek életkora (üzembe helyezés éve),
- meghibásodás időszora (meghibásodási ráta, első meghibásodásig eltelt idő),
- vezetékek anyaga,
- átmérő,
- vezetékhossz.

A különböző modellek alkalmazhatóságát meghatározó kérdés továbbá a homogenizálás. A vezetékek helyes besorolása – jellemzően vezetékatmérő és -hossz, hálózati nyomás, talaj és talajvíz agresszivitása, felszíni terhelés szerint – jelentősen befolyásolhatja az eredményeket (FÜLÖP R. 2012).

E-közmű

Az egységes elektronikus közműnyilvántartási rendszer (e-közmű) jogszabályi háttérét a 324/2013. (VIII. 29.) Korm. rendelet adja, üzemeltetője a Lechner Tudásközpont. Tájékoztatást ad egy adott földrészlet közművezetékekkel való ellátottságáról, azok tulajdonosáról, üzemeltetőjéről. Az e-közmű kimondott célja, hogy támogassa a közműegyeztetések egykapus elektronikus folyamatát is.

Az adatbázisból szolgáltatható adatok a közművezeték nyomvonala, elhelyezkedésének módja, a közműhálózati hierarchiában betöltött funkciója, szakági típusa (víziközmű, elválasztott rendszerű csapadékvíz-elvezetés, gáz, távhő és villamos energia ellátás), a szállított közeg és a szállítás módja. A szolgáltatók által már feltöltött adatok az ügyfélkapun keresztül ingyenesen jelenleg is elérhetők, azonban a véletlenszerű beletekintés a vízközművek feltöltöttsége esetében jelentős hiányokat mutat.

Az adatbázis a rekonstrukció tervezéshez korlátozottan vehető igénybe, mivel az egyes vezetékszakaszokra vonatkozó részletes információkat nem tartalmaz.

Víziközmű online

A Víziközmű online rendszere 2014 óta elektronikusan gyűjti az OSAP (Országos Statisztikai Adatgyűjtési Program) „A közműves vízellátási és csatornázási tevékenységek főbb műszaki gazdasági adatai” elnevezésű, 1376 számú adatlapjának adatait (OSAP ÚTMUTATÓ, 2016). Egyes adatok tekintetében a 90-es évekre vonatkozó adatok is rendelkezésre állnak.

Az OSAP 1376 a víziközművekre vonatkozóan széles körben tartalmaz adatokat az alábbi kategóriákban:

- A közüzemi vízellátási és csatornázási tevékenységekkel összefüggő műszaki-gazdasági adatok,
- Víztermelés, nyersvíztisztítás, vízszállítás és ivóvízvízelosztás létesítményei, mennyiségi, minőségi, kapacitás és technológiai adatai,
- Ivóvízellátó hálózatok rendszerkapcsolatai, vízforgalmi adatok,
- Nyomásonak jellemző adatai,
- Szennyvízrendszerek létesítményei gyűjtőhálózati, szállítóművi, tisztítóművi, mennyiségi, kapacitás és technológiai adatai,
- Szennyvíz iszap kezelése, hasznosítása, elhelyezése, megújuló energia, biogáz hasznosítás,
- Az ivóvízszolgáltatás, illetve a szennyvízelvezetés és -tisztítás nettó árbevétele, az ivóvízszolgáltatás, illetve a csatornahasználat átlagos díja (288/2009. (XII. 15.) Korm. rendelet).

Az adatokat a víziközmű-szolgáltatók szolgáltatják, tárgyévét követő március 31.-i határidővel.

A gyűjtött adatok között megjelennek olyanok, melyek a rekonstrukció tervezés szempontjából hasznosak lehetnek, térképi adatokat azonban nem tartalmaz: a vezetékek helyét a település, településrész megadásával lehet megadni. Fontos kérdés továbbá, hogy az adatok aggregáltak, településekre, településrészekre vonatkozóan kell megadni őket. A vezetékek hossza mellett az ivóvíz vezetékekre vonatkozóan az adott évben történt csőtöréseinek számát és ezek okát (tervezési, kivitelezési, anyag, konstrukció) is meg kell adni, a szennyvíz-elvezetés esetében ez kiegészül a dugulások számával. További információt adhat a vezetékek állapotára vonatkozóan a vízszállítás veszteségének megadása. Nem tartalmaz adatokat azonban a víziközművek méretére, korára, állapotára vonatkozóan.

Nemzeti Víziközmű Nyilvántartás

A Nemzeti Víziközmű Nyilvántartás (NVNy) létrehozását a Vksztv. 2013. évi módosítása írta elő, azzal az indokkal, hogy a víziközmű-szolgáltatás területén

2. táblázat Az NVNy főbb adatai

Víziközmű rendszerre vonatkozó adatok	Ellátásért felelősre vonatkozó adatok	Víziközmű szolgáltatókra vonatkozó adatok
megnevezés, azonosító kód, szolgáltatási ágazat és felhasználói egyenérték	tulajdonába tartozó víziközmű-rendszerek megnevezése és azonosító kódja	víziközmű-szolgáltató tulajdonosi szerkezete
engedélyes víziközmű-szolgáltató neve, működési engedély száma		működési engedély kiadásáról rendelkező határozat száma
tulajdonosok neve és tulajdoni részesedés		az üzemeltetett rendszerek megnevezése és azonosító kódja
ellátásért felelős(ök) neve		üzemeltetési jogviszony (ide értve a közérdekű üzemeltetői jogviszonyt is) típusa

központi és közhitelesnek tekinthető adatbázis nem működött az országban (Vksztv. 2013). A Nyilvántartást a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (MEKH) vezeti, a legtöbb adat tekintetében közhiteles és nyilvános. Adatokat tartalmaz a víziközművekre, az ellátásért felelősökre és a víziközmű szolgáltatókra vonatkozóan. A főbb adatokat a 2. táblázat tartalmazza (Vksztv. 2017).

Amint az látható, az adatbázis a rekonstrukciós tervezés szempontjából nem tartalmaz releváns adatokat. Térképi adatok a víziközmű-rendszerekre vonatkozóan nincsenek benne, továbbá megállapítható az is, hogy a nyilvántartás egysége a víziközmű-rendszer, mely rekonstrukciós szempontból túlságosan nagy léptékű.

VIKKA

A VIKKA a KEOP-1.4.0/12-2013-0001 azonosítószámú projekt keretén belül megvalósult adatbázis, országos közhiteles víziközmű kataszter. Létrehozásának célja a pályázati felhívásban foglaltak szerint összefügg a víziközművek kötelező vagyonértékelésének elvégzésével, azt megalapozza a közmű alapadatok és alaptérképek egységes formában történő felállításával, egységes térképi nyilvántartás létrehozásával. Országos, egységes alapelvek és műszaki szempontok mentén tartalmazza a közműveket egy térinformatikai adatbázisban, mely web-es felhasználói felületen érhető el (VIKKA, 2013).

A VIKKA adatbázisban megtalálható közhiteles adatok a 2016. november 30. tól a 3. táblázatban láthatók (VHR. 2017).

Közhitelesnek minősülnek továbbá az egyéb víziközmű létesítmények felületszerű, vonalszerű és pontszerű egységeit leíró adatok.

A VIKKA üzemeltetési feltételeit a Vksztv. 13/A. §-a teremti meg, az üzemeltetés pontos feltételeit előíró kormányrendelet azonban még nem született meg. Ilyen módon nem került kijelölésre az azt üzemeltető hatóság, így nem

3. táblázat A VIKKÁ-ban található közhiteles adatok

Ivóvízellátás	Közműves szennyvízelvezetés
víz kivételek	szennyvíztisztító telep
vízkezelő létesítmények	észlelő hálózat létesítményei
nyomásfokozók	szennyvízátemelő telep
víz tározók	vákuumgépházak
ivóvízhálózat vezetékei	gravitációs, illetve kényszeráramoltatású szennyvízhálózat vezetékei

biztosított az adatok hatósági ellenőrzése. A jogszabály ugyan előírja a szolgáltatók részére a változások bejelentését, de a hatóság, aki felé ezt meg kell tenni, nem került még kijelölésre.

A rendszer térképes adatbázisa a vikka.hu oldalon bárki számára elérhető. Rekonstrukciós tervezéshez tartalmaz felhasználható adatokat, azonban ezek ellenőrzése és aktualitása az üzemeltető kijelölése hiányában nem biztosított.

További adatbázisok

A fentiekben a jogszabály alapján létrehozott, meglevő, elérhető, adatbázisokat vettem sorra. A teljesség érdekében célszerű azonban említést tenni a többi fellelhető adatbázisról is, azok rövid bemutatásával:

A MEKH-nál rendelkezésre álló további adatok potenciális alapot képeznek egy teljes körű adatbázis létrehozására – beleértve a rekonstrukciós tervezéshez szükséges adatokat –, tekintettel az adatok széles körére. Itt rendelkezésre állnak az évente aktualizált gördülő fejlesztési tervek, az elkészített vagyonerőtelékelések, a víziközmű díjak megállapításához szükséges adatok. Ezek mellett a MEKH évente elemzést készít a szektorról, mely tartalmazza a víziközmű-szolgáltatási piac általános helyzetét, a műszaki feltételek alakulását, az ágazat gazdálkodási helyzetét (NFM rendelet, 2015). Ezek az adatok azonban nem hozzáférhetőek, több adat szolgáltatása nem elektronikusan történik, illetve felhasználásuk körülményes.

Az Integrált közcélú víziközmű adatbázis (IKVA) létrehozására forrást a KÖFOP-2.3.6-VEKOP-16 konstrukciók biztosítanak. Célja egy olyan adatbázis kialakítása, amely komplex ágazati rendszerként működik és magába foglalja a víziközmű-szolgáltatói adatbekérésnek, az adatforrások adatkapcsolatainak, az adatok tisztításának, normalizálásának, a víziközmű-rendszerek és a hozzájuk kapcsolódó adatok térinformatikai megjelenítésének és a meghatározott adatkörök tekintetében az információszolgáltatás rendszerlemeinek megvalósítását is. Cél továbbá, hogy a rendszer használhatósága, hasznosulása érdekében a jogszabályi háttér is biztosított legyen. Az IKVA rendszernek biztosítania szükséges az adatkapcsolatot a MEKH adatforrásaival és a víziközmű-szolgáltatás területén már korábban létrehozott vagy a későbbiekben kialakításra kerülő adatforrásokkal, így a VIKKÁ-val is (IKVA, 2016). Ezen adatbázis megfelelő minőségű megvalósítása és üzemeltetése hosszú távon a rekonstrukciós szempontú adatigényeket kielégítheti.

A MAVÍZ (Magyar Víziközmű Szolgáltatók Szövetsége) Benchmarking Klubja 2007-ben alakult meg. Célja a tagvállalatok részletes adatszolgáltatásán alapuló összehasonlító elemzések készítése, a jó működési gyakorlat előmozdítása. 2008 áprilisában 22 szolgáltató a tagja, melyek az összes magyarországi ivóvíz szolgáltatás 60%-át adják és valamivel több, mint 25%-át vezetik el az összes keletkezett szennyvíznek. A gyűjtött adatok köre a Világbank IBNET (International Benchmarking Network) felmérésekre épül, ami további – részben ország specifikus adattal – került kiegészítésre. A nyolc témakör (Adottságok, Beruházások, Csatorna, Munkavállalók, Pénzügyek, Ügyfélszolgálat, Vállalatirányítás, Vízellátás) adatai komplex adatelemzést tesznek lehetővé (MAVÍZ, 2008).

A Vízmű Panoráma 2016/2 száma szerint a MAVÍZ tervezi a Víziközmű Szakmai Adatbank létrehozását, mely várhatóan tartalmazza majd a tagszervezetek különböző hatásági adatszolgáltatásait.

Összefoglalás

Jelentősen elősegítené az ágazat szabályozási, hatásági, műszaki (beleértve a rekonstrukciós tervezést) feladatainak végrehajtását egy teljeskörű, hiteles nyilvántartás. A jelenlegi szakági környezet számos fragmentált nyilvántartást tartalmaz, melyek összekapcsolhatósága, interoperabilitása nem biztosított. További feladat a nemzetközi, európai szabványokhoz való illeszkedés biztosítása, az eltérő területi, szervezeti egységekben létrehozott adatok összekapcsolhatóságának biztosítása. Ez a követelmény csak a helyi sajátosságokat toleráló, a heterogén felhasználói igényeket kiszolgáló, nemzetközi és nemzeti szabványokhoz igazodó, jogi hitelességet garantáló környezetben biztosítható.

Felhasznált irodalom

- 288/2009. (XII. 15.) Korm. rendelet az Országos Statisztikai Adatgyűjtési Program adatgyűjtéseiről és adatátvételeiről
- 324/2013. (VIII. 29.) Korm. rendelet az egységes elektronikus közműnyilvántartásról
2011. évi CCIX. törvény a víziközmű-szolgáltatásról
- FÜLÖP R. (2012): Ivóvízhálózatok rekonstrukciós stratégiájának kiválasztása térbeli és időbeli meghibásodás modellezéssel, doktori értekezés
- IKVA (2016): Felhívás az Integrált közcélú víziközmű adatbázis (IKVA) megvalósítására. <https://www.palyazat.gov.hu/kfop-236-vekop-16-integralt-kzhiteles-vizikm-adatbzis-ikva>
- IRÁNYELV (2007): Az Európai Parlament és a Tanács 2007/2/EK Irányelve (2007. március 14.) az Európai Közösségen belüli térinformációs infrastruktúra (INSPIRE) kialakításáról
- KJT, 2015 Kvassay Jenő Terv Nemzeti Vízstratégia, https://www.vizugy.hu/vizstrategia/documents/CE3BFF09-6D1B-4C8F-88B3-CDF70D2AF133/KJT_151120.pdf utolsó megtekintés: 2017. március

- KLEINER Y. – RAJANI B. (2001): Comprehensive review of structural deterioration of water mains: statistical models, Urban Water 3 (2001), pp. 131-150
- MAVÍZ (2008): A MAVÍZ Benchmarking Klub első éve - A Világbank kiadványába készített cikk magyar nyelvű verziója, 2008 http://rekk.hu/downloads/projects/maviz_benchmarking_klub_elso_ev_magyar_1.pdf
- NFM RENDELET (2015): a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal miniszter részére történő víziközmű-szolgáltatáshoz kapcsolódó adatszolgáltatások rendjéről szóló 17/2015. (IV. 9.) NFM rendelet
- OSAP ÚTMUTATÓ (2016): ÚTMUTATÓ az 1376 ny.sz. „A közműves vízellátási és csatornázási tevékenységek főbb műszaki gazdasági adatai, 2016. év” című kérdőív kitöltéséhez, <http://www.ovf.hu/hu/osap-doc>, letöltés dátuma: 2017.03.22.
- SOMLYÓDY L. (szerk.) (2011): Köztisztviselői Stratégiai Programok - Magyarország vízgazdálkodása: helyzetkép és stratégiai feladatok, Magyar Tudományos Akadémia, http://mta.hu/data/Strategiai_konyvek/viz/viz_net.pdf, utolsó megtekintés: 2017. március
- SZABÓ GY. – BARKÓCZI ZS. – MIKUS D. – TAKÁCS A. A. – WIRTH E. (2016): Nemzeti Téradat Infrastruktúrák nemzetközi bevezetési tapasztalatai, Térinformatikai konferencia és szakkiállítás konferencia kiadványa, Debrecen, pp. 25–31.
- VIKKA (2013): Pályázati felhívás a Környezet és Energia Operatív Program Országos közhiteles víziközmű kataszter elkészítése KEOP – 1.4.0./12 konstrukcióhoz <https://www.palyazat.gov.hu/doc/4031>
- VÍZIKÖZMŰ SZAKMAI ADATBANK, Vízmű Panoráma, A Magyar Víziközmű Szövetség lapja XXIV/2016. 2. szám, pp. 9–10.
- VHR. (2017): 58/2013. (II. 27.) Korm. rendelet a víziközmű-szolgáltatásról szóló 2011. évi CCIX. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról
- VKSZTV. (2013): Az egyes energetikai tárgyú törvények módosításáról szóló T/13055. számú törvényjavaslathoz tartozó bizottsági módosító javaslat, 2013. november 25., p. 25. URL: <http://www.parlament.hu/irom39/13055/13055-0002.pdf>

Aszály kialakulásának vizsgálata térinformatikai eszközökkel a Szolnok–Túri-sík és a Nyírség területén

Gálya Bernadett¹ – Riczu Péter² – Blaskó Lajos³ – Tamás János⁴

¹ tanársegéd, DE- MÉK Víz-és Környezetgazdálkodási Intézet, bernadett.galya@agr.unideb.hu

² tudományos segédmunkatárs, DE- MÉK Víz-és Környezetgazdálkodási Intézet, riczu@agr.unideb.hu

³ egyetemi tanár, DE- MÉK Víz-és Környezetgazdálkodási Intézet, blasko@agr.unideb.hu

⁴ egyetemi tanár, DE- MÉK Víz-és Környezetgazdálkodási Intézet, tamas@agr.unideb.hu

Abstract: A térben és időben egyaránt nagyon változó vízháztartási szélsőségek jellemzőek a Kárpát-medencére. Hazánk természeti adottságai mezőgazdasági termelés szempontjából az átlagosnál kedvezőbbek, hiszen 5,3 millió ha mezőgazdasági termelésre alkalmas, művelhető földterülettel rendelkezünk. Magyarországon 10 év átlagában rendszeresen 2–3 év belvizes, míg 2–3 év aszályosnak tekinthető. Ezek az extrém vízgazdálkodási szélsőségek gyakran azonos évben és nagyrészt azonos régióban következnek be, amelyek a jövőben egyre gyakoribbak lehetnek különösen az alföldi régiókban. A kutatás céljaul tűztük ki, hogy az Alföldön általunk kiválasztott két mintaterület (a Nyírség és a Szolnok–Túri-sík) példáján keresztül megvizsgáljuk az aszály kialakulásának körülményeit környezetinformatikai eszközökkel. A kutatás során célkitűzéseink között szerepelt, hogy MODIS műhold felvételek alapján, kiértékeljük a biomasza növekedésének összefüggéseit aszályos években májusi és augusztusi időszakokban, valamint kiértékeljük a talajnedvesség anomália értékek és az NDVI értékek közötti összefüggéseket a mintaterületeink esetében.

Bevezetés

A klímaváltozás és az időjárás súlyosan károsíthatja a természeti környezetet, a természeti erőforrásokat. Hazánk természeti adottságai mezőgazdasági termelés szempontjából az átlagosnál kedvezőbbek, hiszen több mint 5,7 millió, ha mezőgazdasági termelésre alkalmas, művelhető földterülettel rendelkezünk.

A mezőgazdasági termelést számos tényező befolyásolhatja, többek között az éghajlat, hidrológiai viszonyok, a talajadottságok és az emberi tevékenység. Az extrém vízgazdálkodási szélsőségek gyakran azonos évben és nagyrészt azonos régióban következnek be, továbbá térben és időben egyaránt nagyon változóak lehetnek, és a jövőben egyre gyakoribban fordulhatnak elő (VÁRALLYAY, 2008).

A kutatás során célkitűzéseink között szerepelt, hogy MODIS műhold felvételek alapján, kiértékeljük a biomasza növekedésének összefüggéseit belvizes és aszályos években májusi és augusztusi időszakokban, valamint kiértékeljük a talajnedvesség anomália értékek és az NDVI értékek közötti összefüggéseket a mintaterületeink esetében.

Anyag és módszer

A kutatás során az egyik mintaterületünknek a Szolnok–Túri-síkot választottuk (*1. ábra*), mivel az ország legszárazabb vidéke ez a terület. Továbbá a kistérség összterületéből 80% a mezőgazdasági termőterület, ezen belül dominál a szántó területek aránya (az összterület 70%-a). A másik mintaterületünk a Nyírség volt, amely kiemelkedő jellege a belterjes mezőgazdasági termelésben: döntően a növénytermesztésben, amelyben az országos színvonalat 42%-kal haladja meg (*1. ábra*)

A vegetáció aktivitását 10 éves idősorban 2003–2013 elemeztük. Az elemzés során májusi és augusztusi MODIS felvételeket dolgoztunk fel, amely időpontok a területen található búza, őszi árpa, tritikálé valamint a kukorica virágzás- és termésképződés időszakait fedik le. Először átalakítottuk a MODIS HDF fájlokat Terrset szoftver környezetben raszter formátummá.

Első lépésként a MODIS felvételekből kiválasztottuk a RED és NIR csatornákat, majd a VEGINDEX művelet segítségével a két csatorna alapján létrehoztuk a raszteres fájlokat, amelyek már a területre jellemző NDVI értékeket tartalmazták. Az általunk kiválasztott mintaterületek (Szolnok–Túri-sík és Nyírség) shape fájlját átalakítottuk MODIS Sinusoidal vetületbe, majd pedig ezeket raszterre átalakítottuk a RASTERVECTOR művelet segítségével.

Ezt követően kivágotat készítettünk a MODIS felvételekből WINDOW művelettel, majd pedig OVERLAY művelet segítségével hozzáadtuk a mintaterületeket, így megkapva az azokra jellemző NDVI értékeket. Azonban nem a teljes terület NDVI értékeit szerettük volna kiértékelni, hanem csak a nem öntözött szántóterületek esetében kívántuk megvizsgálni az NDVI értékeket, így a Corine Land Cover 2012-es adatbázisából kiválogattuk a nem öntözött szántóterületeket (211-es kategória) Global Mapperben, majd pedig Terrset szoftverkörnyezetben a megfelelő lépések után ezt a kivágotat hozzáadtuk a mintaterületünk NDVI térképéhez, így



1. ábra Szolnok–Túri-sík és a Nyírség elhelyezkedése (World Street Map, Global Mapper)

1. táblázat Beosztályozási kategóriák (saját szerk.)

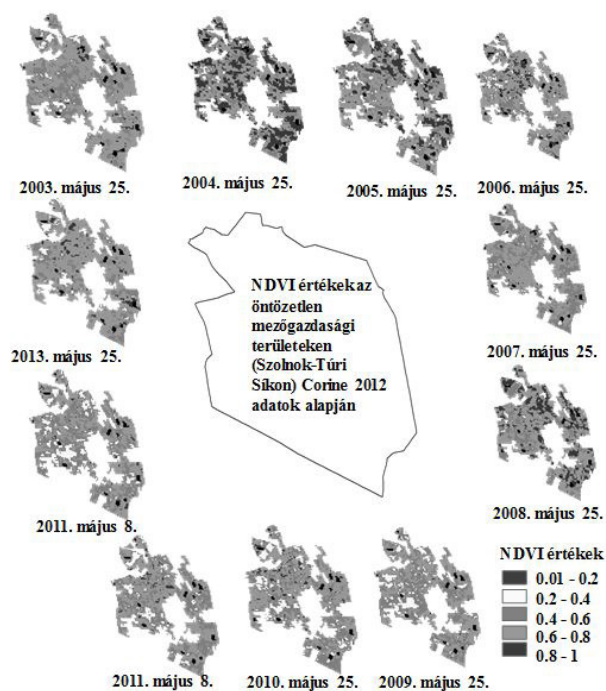
Kategória	NDVI érték
1	0–0.2
2	0.2–0.4
3	0.4–0.6
4	0.6–0.8
5	0.8–1

megkapva a mintaterületeinket található nem öntözött szántóterületek NDVI értékeit. Ezt követően Histo művelettel megkaptuk az adott időszakra jellemző NDVI értéket, majd pedig újraosztályoztuk a területeket RECLASS művelettel az NDVI értékek szerint, alábbi beosztályozási kategóriákkal (1.táblázat).

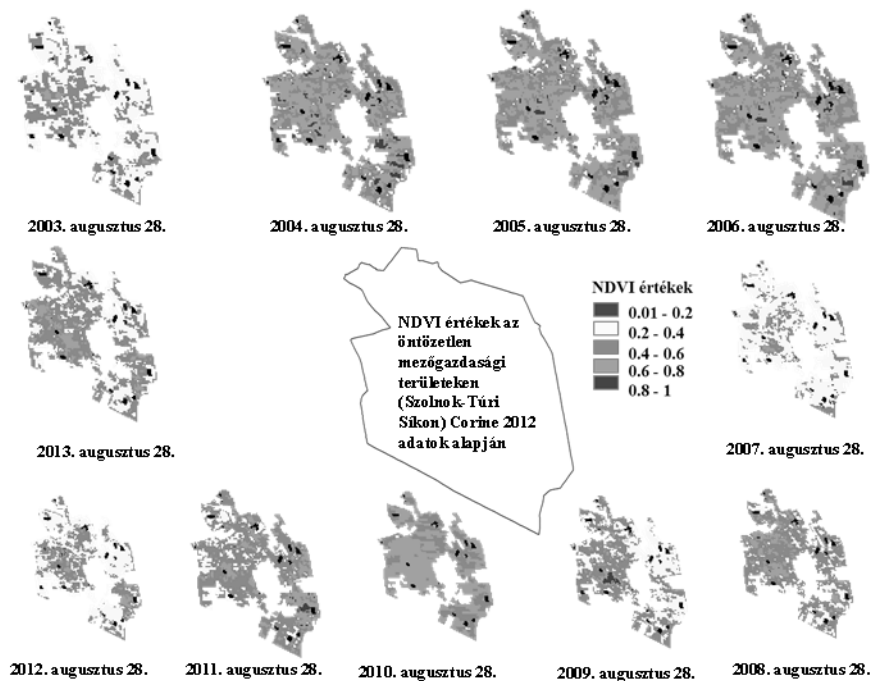
A kutatás során további célunk volt, hogy megvizsgáljuk a talajnedvesség anomália értékek (az értékeket az Európai Aszályközpont honlapjáról töltöttük le, INTERNET 1) és a NDVI értékek közötti összefüggéseket.

Eredmények

Elsőként a Szolnok–Túri-sík esetében kapott eredményeket mutatjuk be, májusi és augusztusi NDVI felvételek és a Nem öntözött szántóföldi területek (211-es kategória) alapján kapott eredményeket mutatjuk be (2. és 3.ábra).



2. ábra NDVI értékek a Szolnok–Túri-sík esetében 2003–2013 májusi időszakban között (saját szerk.)

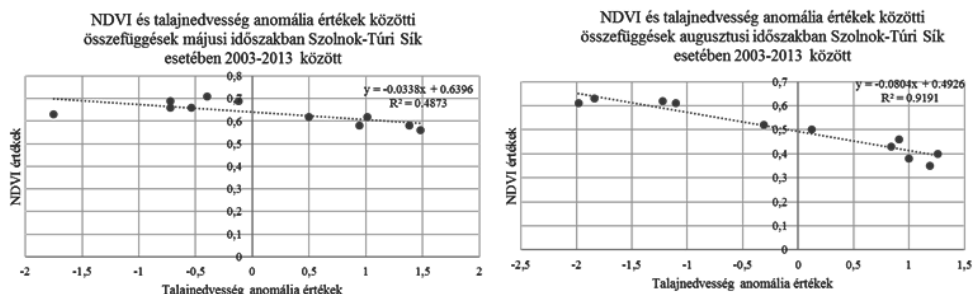


3. ábra NDVI értékek a Szolnok-Túri-sík esetében 2003–2013 augusztusi időszakban között (saját szerk.)

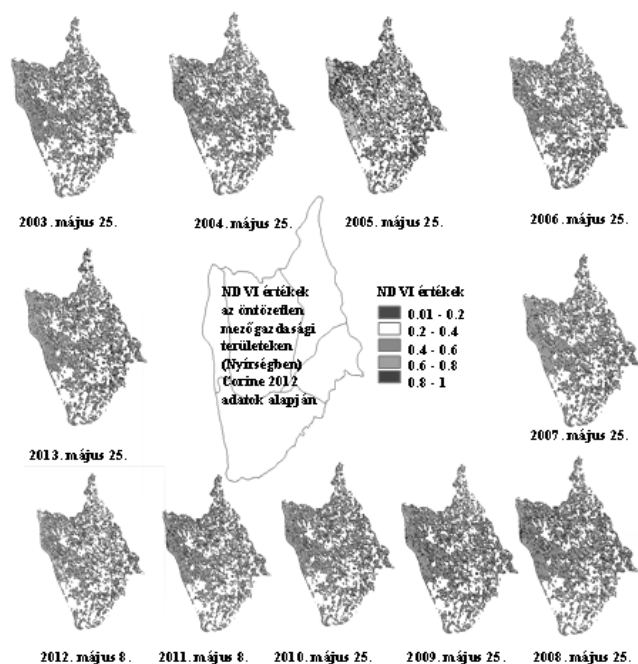
A 2. ábra alapján elmondható, hogy a 2003, 2007, 2009 és 2012-es évek aszályosak voltak, ami megmutatkozik az alacsonyabb NDVI értékekben, míg a 2004, 2005, 2008 esetében pedig magasabb NDVI értékek figyelhetők meg.

A 3. ábra alapján elmondható, hogy a 2003, 2007, 2009 és 2012-es évek aszályosak voltak, ami megmutatkozik az alacsonyabb NDVI értékekben, míg a 2004, 2005, 2006, 2010 esetében pedig magasabb NDVI értékek figyelhetők meg. A továbbiakban pedig megvizsgáltuk a talajnedvesség anomália értékek és az NDVI értékek közötti összefüggéseket, a májusi és augusztusi időszakokban (4. ábra).

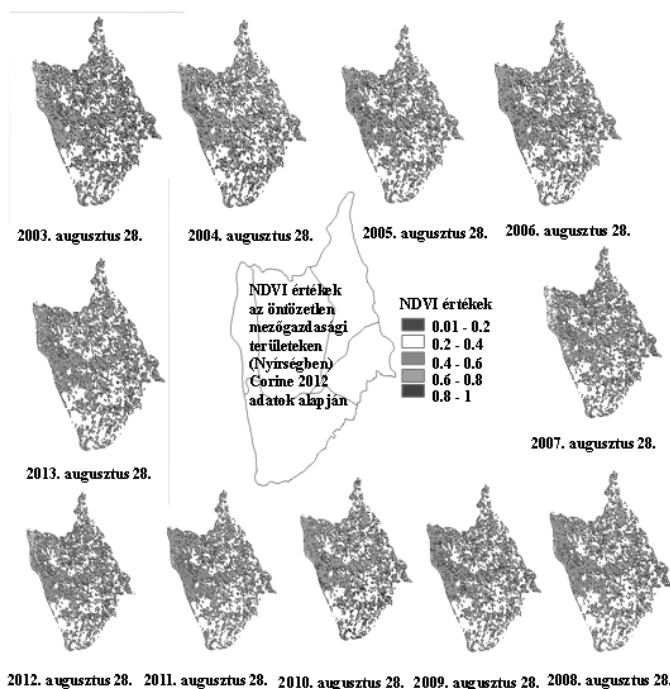
A 4. ábra alapján elmondható, hogy a talajnedvesség anomália értékek és az NDVI értékek közötti összefüggés az augusztusi időszakban jelentősebb.



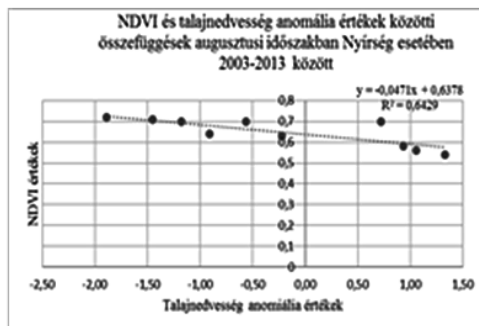
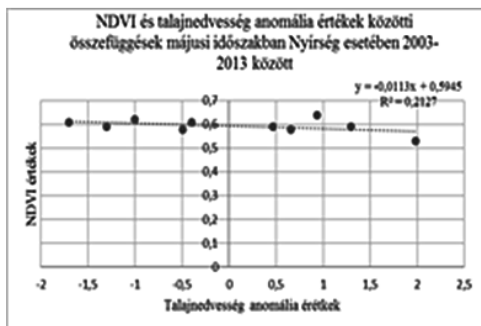
4. ábra Talajnedvesség anomália és NDVI értékek közötti összefüggések alakulása



5. ábra NDVI értékek a Nyírség esetében 2003–2013 májusi időszakban között (saját szerk.)



6. ábra NDVI értékek a Nyírség esetében 2003–2013 augusztusi időszakban között (saját szerk.)



7. ábra Talajnedvesség anomália és NDVI értékek közötti összefüggések alakulása

Ahogy az korábban említettük, a Nyírség esetében is elvégeztük az NDVI felvételek feldolgozását (5. és 6. ábra).

A 5. ábra alapján elmondható, hogy a 2005, 2007, 2009 és 2012-es évek aszályosak voltak, ami megmutatkozik az alacsonyabb NDVI értékekben, míg a 2004, 2005, 2006, 2010 esetében pedig magasabb NDVI értékek figyelhetők meg.

A továbbiakban pedig megvizsgáltuk a talajnedvesség anomália értékek és az NDVI értékek közötti összefüggéseket, a májusi és augusztusi időszakokban (7. ábra)

A 7. ábra alapján elmondható, hogy a talajnedvesség anomália értékek és az NDVI értékek közötti összefüggés az augusztusi időszakban jelentősebb a Nyírség esetében is.

Összefoglalás

A kutatás céljából tűztük ki, hogy az Alföldön általunk kiválasztott két mintaterület (a Nyírség és a Szolnok- Türi Sík) példáján keresztül megvizsgáljuk az aszály kialakulásának körülményeit környezetinformatikai eszközökkel. A kutatás során célkitűzéseink között szerepelt, hogy MODIS műhold felvételek alapján, kiértékeljük a biomassza növekedésének összefüggéseit aszályos években májusi és augusztusi időszakaiban, valamint kiértékeljük a talajnedvesség anomália értékek és az NDVI értékek közötti összefüggéseket a mintaterületeink esetében.

Felhasznált irodalom

VÁRALLYAY GY. (2008): A talaj szerepe a csapadék-szélsőségek kedvezőtlen hatásainak mérséklésében. „Klíma-21” Füzetek., 52., 57–71.

INTERNET 1: <http://edo.jrc.ec.europa.eu/edov2/php/index.php?id=1000>

Tektomorfológiai vizsgálatok fizikai kisminta modelleken

Halmai Ákos¹ – Kiss Kinga² – Hervai András³ – Máté Kornél⁴ – Czigány Szabolcs⁵ – Pirkhoffer Ervin⁶

¹ tanársegéd, Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Kar Földrajzi Intézet,
halmaia@gamma.ttk.pte.hu;

² Ph.D. hallgató, Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Kar Földtudományok Doktori Iskola, kissk@gamma.ttk.pte.hu;

³ Ph.D. hallgató, Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Kar Földtudományok Doktori Iskola, ahervai@gamma.ttk.pte.hu;

⁴ Ph.D. hallgató, Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Kar Földtudományok Doktori Iskola, mkornel@gamma.ttk.pte.hu;

⁵ habil. egyetemi docens, Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Kar Földrajzi Intézet, sczigany@gamma.ttk.pte.hu;

⁶ habil. egyetemi docens, Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Kar Földrajzi Intézet, pirkhoff@gamma.ttk.pte.hu

Abstract: Scientific analyses in physical and analytical models are among the state of the art in the field earth sciences and represent cutting-edge approaches in the understanding of many natural phenomena (Bertalan, L. et al. 2016). Technological advancements over the past years, however, have enabled us to computer-control physical processes at laboratory scale in the model domain and recreate the processes in a visualized and virtual realm. In multiple analogue experiments, carried out in a geomodel domain of 4.2×2.3 meters, we identified and quantified various tectonic and fluvial morphologic features. During the experiments, the downscaled natural processes were virtualized with close-range photogrammetric and remote sensing techniques to quantify and reanalyze the observed phenomena.

Bevezetés

Kísérletünk során olyan mesterséges kísérleti környezetet hoztunk létre, melyben plasztikus, rugalmas és rideg (töréses) alakváltozásra képes anyagokat helyeztünk többirányú, idő függvényében jól szabályozható mértékű erőhatás alá.

Ezt a kísérleti környezetet a természetben előforduló kőzettestekhez hasonlatos, változatos mérettartományú inhomogenitásokkal és anizotrop tulajdonságokkal szabdalt, rideg és plasztikus alakváltozásokra egyaránt képes anyaggal töltöttük fel, mellyel a természetben lezajló szerkezetföldtani folyamatokat modelleztük. Jelen kísérletben ezen folyamatok közül a rideg alakváltozások megfigyelésére koncentráltunk.

Ha egy kőzettest időben növekvő erő hatása alá kerül, kezdetben rugalmas – majd ha az erőhatás mértéke meghalad egy kritikus értéket – rideg alakváltozással reagál: ekkor a kőzettest eltörik; a kőzet eredeti folytonossága megszakad és (legalább) két tömbre törik, melyek egy-egy határfelület mentén érintkeznek egymással. Ezen rideg, töréses alakváltozásokat a két határfelület mentén bekövetkezett mozgás és

annak iránya alapján csoportosíthatjuk (CSONTOS L. 1998).

Ha a határfelületek síkjába besimuló irányvektorú mozgás nem, csak a síkok normálvektorával (közel) egybeeső elmozdulás történik, akkor hasadékról (a mozgás irányvektora a szomszédos felülethez képest ellenkező irányba mutat), vagy nyomásoldási jelenségről beszélünk, ahol az elmozdulás vektora a szomszédos határfelület irányába mutat.

Ha az elmozdulás irányvektorának legnagyobb komponense a határfelület síkjába simul és a létrehozó erők vektora a határfelületekhez képest kifelé mutat, akkor normálvető keletkezik (extenzió); ha befelé, a határfelületek irányába mutat, akkor feltolódás (kompresszió); ha mind az erők irányvektora, mind az elmozdulás irányvektora a határfelületek síkjába esik, akkor oldalelmozdulás következik be (nyírási jelenség).

Ezek az elvi típusok (normálvető, feltolódás és oldalelmozdulás) ritkán jelennek meg a természetben önállóan; rendszerint kevert formákat alkotnak (ollós vető), szín-, vagy antitetikus csoportokba szerveződnek; számos mérettartományban együttesen és tömegesen jelennek meg; esetleg komplex, Mohr-, vagy Riedel-rendszerekben egyesülnek (CSONTOS L. 1998; KONRÁD GY. 2011), melyeket a kísérleteink során mi is megfigyeltünk.

A kísérleteink legfontosabb célja, hogy automatizált morfometriai modellek segítségével a felszínen észlelhető elváltozások alapján azonosítsunk olyan tektonikai folyamatokat, amelyek befolyásolhatják az épített környezet biztonságát. Ezen megoldások és CT valamint MR mérések összekapcsolásával próbálunk olyan eljárásokat kidolgozni, amelyek a nagy költséggel járó, szerkezetkutató fúrásokat esetlegesen kiválthatják, illetve ezek sűrűségét mérsékelhetik.

Anyag és módszer

A tektomorfológiai folyamatok modellezését a Pécsi Tudományegyetem hidromorfológiai laboratóriumában végeztük el. A modellezés során felhasználtuk a számítógépes vezérléssel ellátott terepasztalunkat, valamint a hozzá tartozó, „közelfotogrammetriai” felvételek készítésére alkalmas képalkotó rendszert (KISS K. ET AL. 2015; PIRKHOFER E. ET AL. 2014).

A terepasztal beállításai, a felhasznált eszközök és szoftverek:

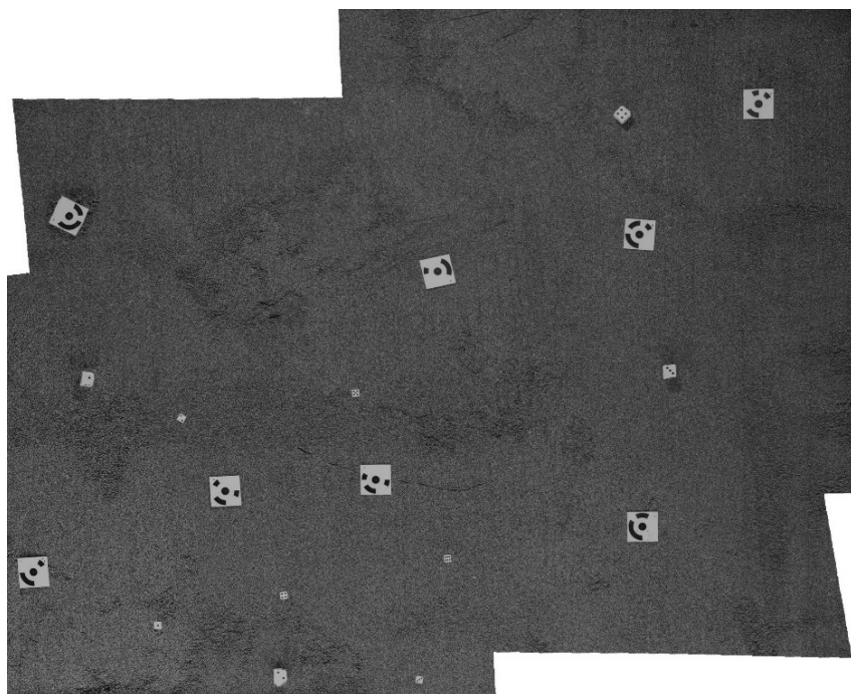
- A modelltér lejtése: 0° .
- Kamerák: 6 db Canon EOS 1100D, 12 Mpix. felbontású fényképezőgép.
- Objektívek: 4 db Samyang 16 mm $f/2,2$ és 2 db Sigma 24 mm $f/1,4$.
- Modellanyag: 33,3 m/m% 0,4 mm átmérőjű fehér mészkő; 33,3 m/m% 0,6 mm átmérőjű vörös mészkő; 33,3 m/m% 0,8 mm átmérőjű andezit; valamint 33,3 m/m% 1,0 mm átmérőjű bazalt mesterséges örleményének homogenizált keveréke.
- Felvételezési sűrűség: 20 másodpercenként 60 alkalommal.

- Feldolgozó szoftver: Agisoft PhotoScan Professional Edition 1.3.1; ArcGIS for Desktop 10.5; Microsoft Image Composite Editor (ICE).

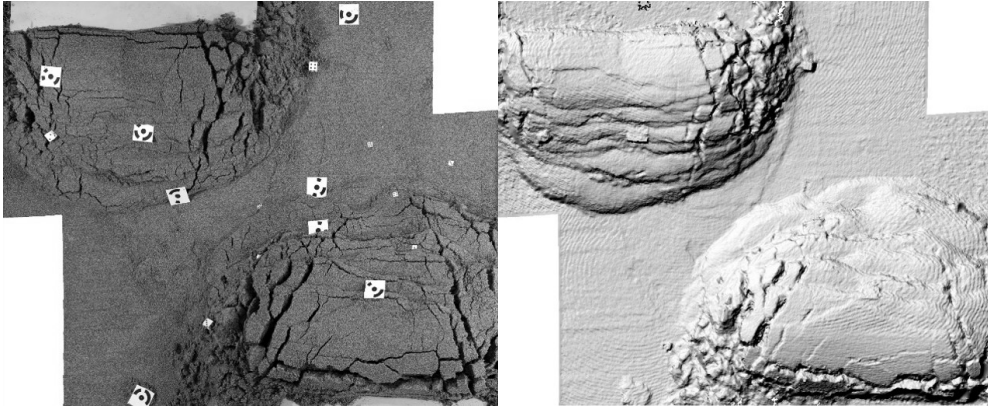
A modell térben a négykomponensű örleményt 5 centiméteres vastagságban elterítettük, majd egy 1 centiméteres vastagságú, egységes markerfelületet alakítottunk ki világosszürke andezit örleményből, melyre ismét 5 centiméternyi négykomponensű örlemény került. A felületet egységesen tömörítettük, majd a felszínen két különböző típusú, a fotogrammetria számára automatikusan detektálható kontrollpont-hálózatot hoztunk létre. A fényképek illesztéséhez 12 bites cirkuláris markereket; míg a mozgásdetektáláshoz a felszínbe süllyesztett, gumi alapanyagú, hatlapú, pontszámozással ellátott jelölőket (radír dobókockákat) használtunk (1. ábra).

A nyomóerőt a kétoldali tolólapok segítségével hoztuk létre. A tolólapokat aszimmetrikusan 50, illetve 62,5 mm/perces sebességgel mozgattuk. A kísérletben két aszimmetrikus, primitív antiklinálist hoztunk létre annak megállapítására, hogy a létrejövő formakincs automatizált térinformatikai módszerek segítségével feldolgozható-e.

A kísérlet során 20 másodpercenként felülnézeti képeket rögzítettünk, valamint a folyamatok pontosabb detektálásáért egy átlátszó felületen keresztül oldalnézeti képeket készítettünk. A modellezés befejeztével, a kialakult formakincset szisztematikus keresztshelvényekre szabdaltuk, amelyekről ugyancsak fotódokumentációt készítettünk.



1. ábra A kísérlet alapbeállítása



2. ábra Orthofotó és árnyékolt domborzatmodell

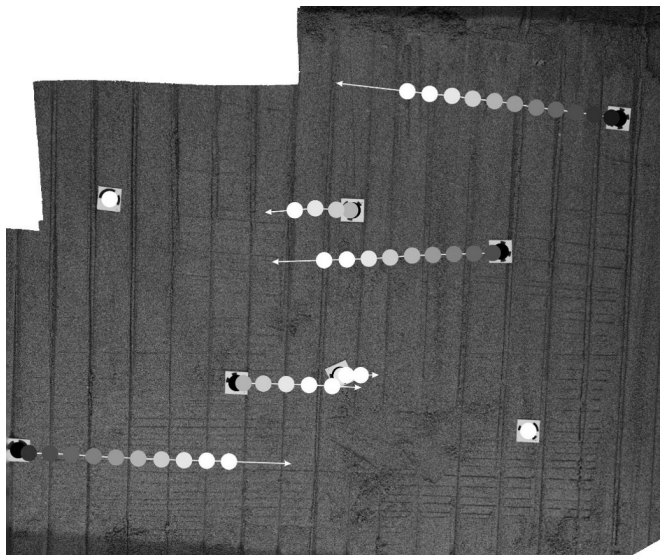
Eredmények

A felülnézeti felvételek elkészítése után az Agisoft PhotoScan segítségével, SfM eljárás keretében orthofotót és domborzati modelleket hoztunk létre (2. ábra).

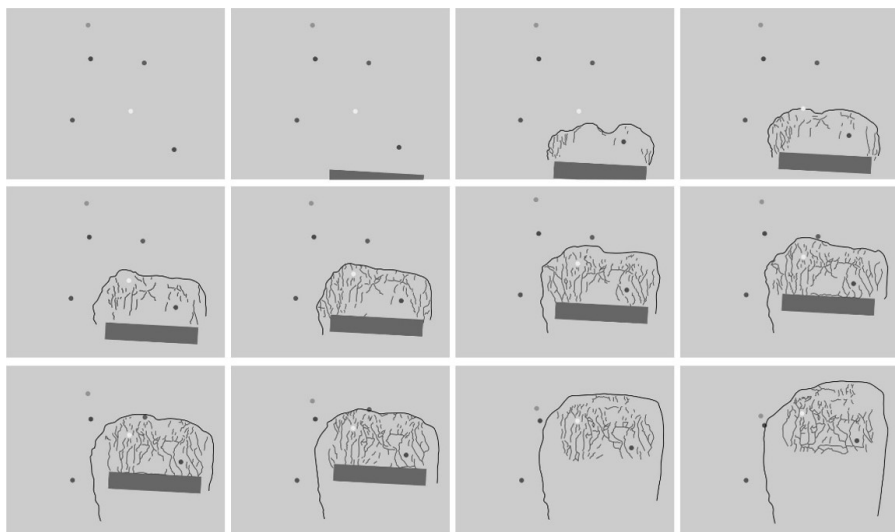
A markerek elmozdulásának vizsgálatával elemeztük a sebesség vektorok irányát és nagyságát (3. ábra).

Az elmozdulások vizsgálatával pontosabb kép alakulhat ki a mozgásban résztvevő anyagmennyiség nagyságáról, valamint az egyes esetlegesen blokként mozgó területek lehatárolásáról.

Az orthofotók elemzésével elkészítettünk egy sematikus drótváz modellt, amely időléptékben bemutatja, hogy egy elméleti antiklinális szerkezet hogyan szabdalódna fel a hasadékok mentén (4. ábra).



3. ábra A kontrolpontok elmozdulásának nagysága és iránya

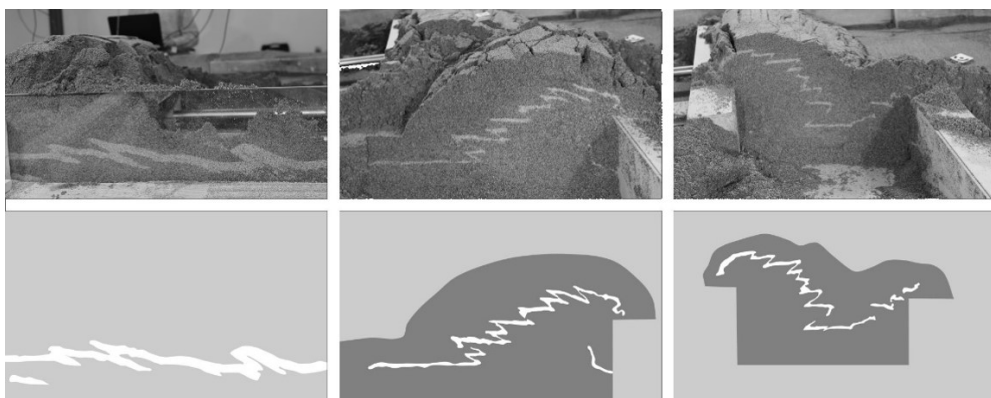


4. ábra A kialakult hasadékok drótváz modellje

Az egyik primitív antiklinális nagyobb elmozdulási sebessége miatt lényeges morфомetriai eltéréseket mutatott a lassabban haladóhoz képest.

A gyorsabban mozgó oldalon a központi blokk ékszerűen halad előre, míg a lassabb blokk „girlandos” képet mutat. A peremi hasadékok a gyorsabban mozgó blokk esetében nagyobb számban jelennek meg és határozottabban felnyíltak (2. ábra orthofotója).

Az antiklinálisok belső szerkezetének feltárására létrehozott 1 cm vastag andezit markerfelület vizsgálatát sorozatmetszeteken végeztük el. A metszeteken redőszerkezetek és feltolódások tárulnak fel (5. ábra). Ezt a belső szerkezetet vizsgáljuk a későbbiek során roncsolásmentes CT és MR vizsgálatok segítségével.



5. ábra A primitív antiklinális belső szerkezetének oldalnézeti fotója és drótváz modellje

Felhasznált irodalom

- BERTALAN, L. – TÓTH, Cs. A. – SZABÓ, G. – NAGY, G. – KUDA, F. – SZABÓ SZ. (2016): Confirmation of a theory: reconstruction of an alluvial plain development in a flume experiment. *Erdkunde* 70(3): 271-285.
- CSONTOS L. (1998). Szerkezeti Földtan. Budapest: ELTE Eötvös Kiadó Kft. p 199.
- KISS K. – HALMAI Á. – CZIGÁNY SZ. – BALASSA B. – BUGYA T. – LÓCZY D. – PIRKHOFFER E. (2015). Deltatorkolat az alagsorban!? – Kismintás hidromorfológiai. In: Boda J. (szerk.): Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VI. pp.: 217–223. Debrecen, Debrecen Egyetemi Kiadó. p. 495.
- KONRÁD Gy. (szerk.) (2011): Környezettan: Földtudományi alapismeretek. Pécs, Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Kar.
- PIRKHOFFER, E. – HALMAI, Á. – CZIGÁNY, SZ. – BUGYA, T. – RÁBAY, A. – BÖTKÖS, T. – NAGY, G. – BALASSA, B. – JANCSEKÁRNÉ ANWEILER, I. – LÓCZY, D. (2014): New opportunities for experiments in fluvial geomorphology: the flume PTETHYS. *Hungarian Geographical Bulletin* (2009-), 63(4):425-436.

Generation of DEMs of the Syrian coastal mountains from Sentinel-1 data

Muhannad Hammad¹– Boudewijn Van Leeuwen² – László Mucsi³

¹ PhD student, University of Szeged Department of Physical Geography and Geoinformatics, muhannad@geo.u-szeged.hu;

² assistant Professor, University of Szeged Department of Physical Geography and Geoinformatics, leeuwen@geo.u-szeged.hu;

³ associate Professor, University of Szeged Department of Physical Geography and Geoinformatics, mucusi@geo.u-szeged.hu;

Abstract: Digital elevation model (DEM) is a three-dimensional digital model showing the physical and the topographic situation of the earth's surface using an appropriate interpolation method. DEMs are used in many fields such as natural resources management, geo-hazard, hydrology analysis, archaeology... etc. Digital elevation models have been obtained using traditional method of digitizing contour maps. Recently, digital elevation model data can be generated by processing of stereo optical satellite data, radar data and lidar data using special remote sensing techniques. This paper explains the method used to generate a DEM of the Syrian coastal mountains from Sentinel-1 data, Interferometry Wide Swath mode in ascending pass direction and VV polarisation. The error of elevation was computed and the maximum error was equal to 2.74 m.

Introduction

Modern radar technologies like Synthetic Aperture Radar (SAR) and Interferometry SAR (InSAR) result in an increased use of digital elevation models for visualization of the earth's surface. Also, because they have some special advantages, such as fast, high precision, and working without the limitation of time and climates (SANSOSTI ET AL. 2014).

SAR uses amplitude and phase differences between the sent signal and received signal. InSAR measures the radiation travel path accurately because it is coherent, and travel path variations as a function of the satellite position and time of acquisition allow for the generation of digital elevation models (DEM) and measurement of centimeter scale surface deformations of the terrain (FERRETTI ET AL. 2007).

Many different software packages exist to process SAR data, and each providing a special set of algorithms combinations. Nowadays many open source solutions are available, which can be downloaded free of charge from the internet (GRANDIN R. 2015).

In 2014, the Sentinel-1A satellite was launched by the European Space Agency (ESA). Its twin satellite, the Sentinel-1B launched in 2016 carries an identical instrument to acquire SAR images. Compared with its predecessors such as ERS-1/2 SAR and ENVISAT ASAR, its revisit time and coverage have dramatically improved

(TORRES ET AL. 2012). The satellites carry a C-band SAR sensor which offers medium and high-resolution imagery in all weather conditions and provides a high level of service reliability with near-real-time delivery of data within 24 hours (RUCCIA A. ET AL. 2012).

Material and methods

In this paper, Sentinel-1 data, single look complex, interferometry wide swath mode in ascending pass direction and with VV polarisation for two different acquisition dates 06/10/2014 and 18/10/2014 were co-registered as master and slave respectively. These images with a 40.6 m perpendicular and a 12 days temporary baseline (*Table 1*) and a coherence better than 95 % were used to generate an interferogram for the study area using the ESA’s SNAP 5.0.2 software (*Fig. 1*).

After flattening the generation interferogram and applying the deburst process to seamlessly join all burst data into one single image (NIKOLAKOPOULOS K. 2015), goldstein phase filtering of the interferogram phase was applied to remove the phase noise in the generated interferogram, which is directly related to interferometric coherence and the look number of the interferogram (LI ET AL. 2008).

Then, with the help of SNAPHU, the statistical-cost network-flow algorithm, the interferogram phase was unwrapped to recover the integer number of cycles n to be added to the wrapped phase φ so that the unambiguous phase value ψ can be finally obtained for each image pixel from this equation (FERRETTI ET AL. 2007):

$$\psi = \varphi + 2\pi * n$$

Finally, the relative values of the unwrapped phase were converted into absolute elevation values, and at the end a digital elevation model (DEM) was produced (*Fig. 2*).

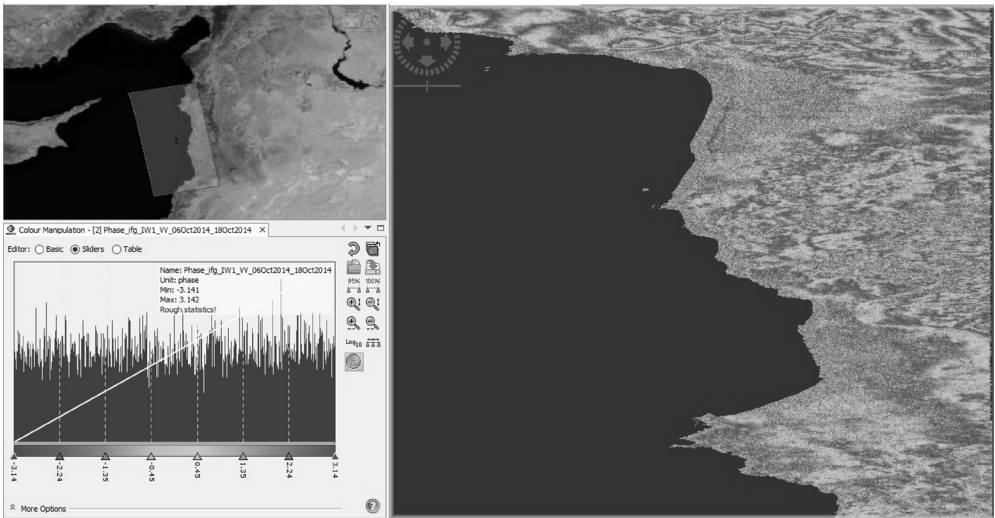


Figure 1. Interferogram for the Syrian coastal mountains

Table 1. Overview of used Sentinel-1 data

File Name	Mst/Slv	Acquisition	Orbit	Bperp [m]	Btemp [days]	Modeled Coherence
S1A_IW_SLC_1SDV_20141006	Master	06Oct2014	2711	0.00	0.00	1.00
S1A_IW_SLC_1SDV_20141018	Slave	18Oct2014	2886	-40.60	-12.00	0.96

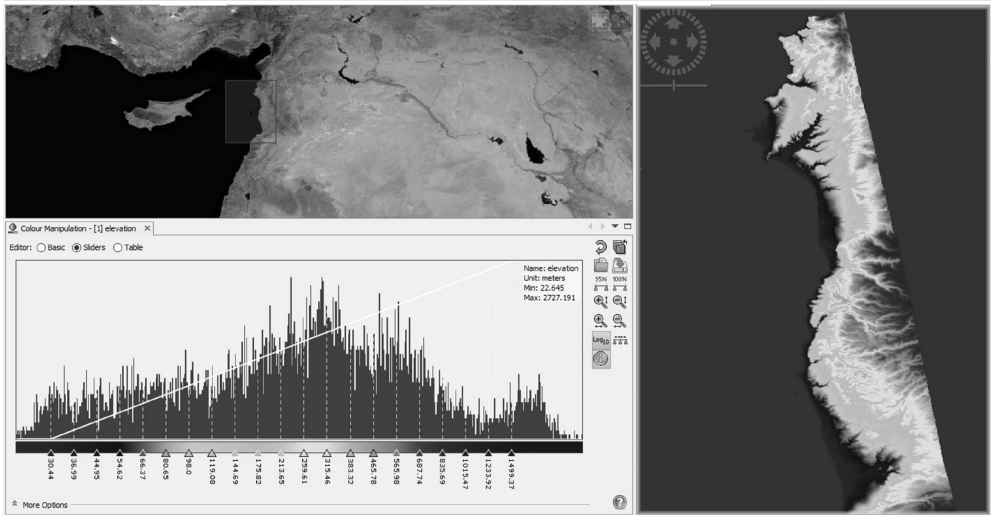


Figure 2. Digital Elevation Module (DEM) for the Syrian coastal mountains

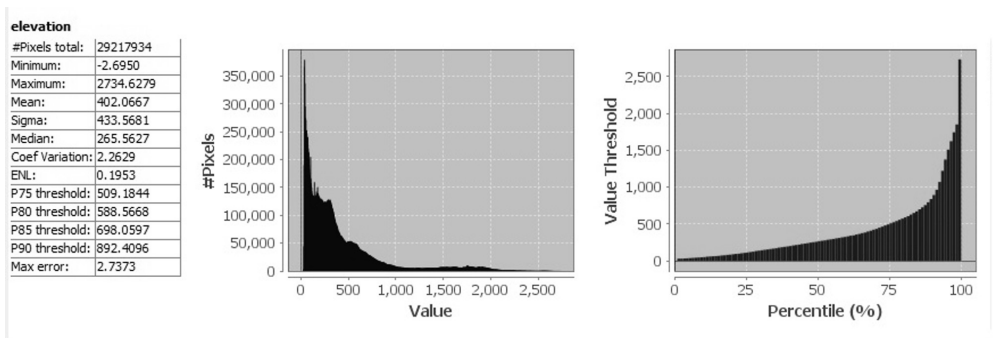


Figure 3. The Maximum error of the elevation values in the generated DEM

Results

A digital elevation model (DEM) for more than 2000 km² area along the Syrian and part of Lebanese coastal mountains was produced with pixel spacing [2.3 x 14] m [range x azimuth]. The highest elevation in the area was 2734 m in the Lebanese part, while the highest elevation in the Syrian part was 1582 m. Statistic analysis available in SNAP software was applied on the generated DEM. The coefficient variation was 2.26, and the maximum error was 2,74 m (Fig. 3).

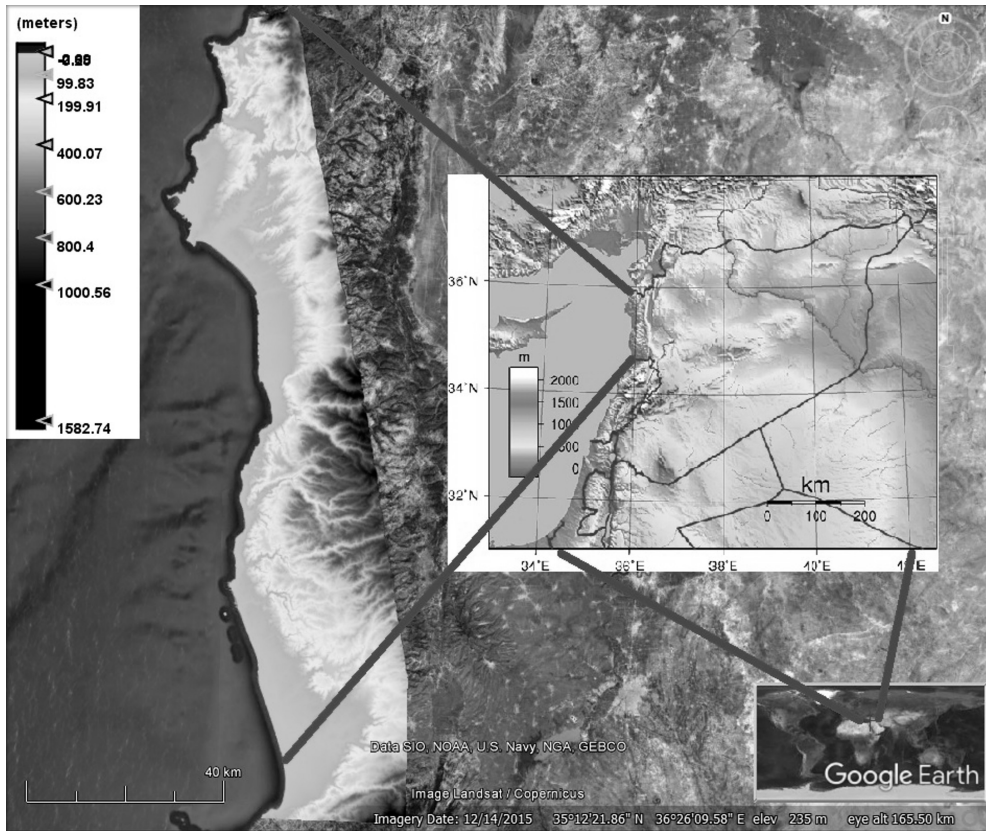


Figure 4. The generated digital elevation model DEM on GoogleEarth image

The digital elevation model was visualized on top of a high resolution satellite image in GoogleEarth to evaluate its' accuracy. In (Fig. 4), Arwad, the only island in Syria, is shown in the south part of the syrian coast beside Tartous city even its' maximum elevation is almost 10 m.

Conclusion

The paper confirmed the ability of free Sentinel-1 radar data to generate high resolution digital elevation modules using freely available open-source software. It is useful and effective specially in the inaccessible areas such as in Syria. The availability of Sentinel-1 radar data for the generation of more accurate DEMs and the measurements of centimetric surface deformations of the terrain is very promising for future applications.

References

- FERRETTI A. – GUARNIERI A. – PRATI C. – ROCCA F. – MASSONNET D. (2007): InSAR Principles: Guidelines for SAR interferometry processing and interpretation, ESA Publications.
- GRANDIN R. (2015): Interferometric Processing of SLC Sentinel-1 TOPS Data, Proceedings of ESA Fringe 2015 Workshop.
- LI Z. – DING X. – HUANG C. – ZHUB J. – CHEN Y. (2008): Improved filtering parameter determination for the Goldstein radar interferogram filter, *Journal of Photogrammetry & Remote Sensing* 63 (2008) pp. 621–634.
- NIKOLAKOPOULOS K. – KYRIOU A. (2015): Preliminary results of using Sentinel-1 SAR data for DSM generation, *European Journal of Geography* 6(3): 52–68.
- RUCCIA A. – FERRETTI A. – MONTI GUARNIERI A. – ROCCA F. (2012): Sentinel 1 SAR interferometry applications: The outlook for sub millimeter measurements, *Remote Sensing of Environment* 120, pp. 156–163.
- SANSOSTI E. – BERARDINO P. – BONANO M. – CALÒ F. – CASTALDO R. – CASU F. – MANUNTA M. – MANZO M. – PEPE A. – PEPE S. – SOLARO G. – TIZZANI P. – ZENI G. – LANARI R. (2014): How second generation SAR systems are impacting the analysis of ground deformation, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 28, pp. 1–11.
- TORRES R. – SNOEIJ P. – GEUDTNER D. – BIBBY D. – DAVIDSON M. – ATTEMA E. – ROSTAN F. (2012): GMES Sentinel-1 mission. *Remote Sensing of Environment*, 120, pp. 9–24.

A Nemzeti Térinformatikai Alaptérkép koncepciója

Harsányi Melinda¹ – Kovács Iván²

¹ térinformatikus, Budapest Főváros Kormányhivatala, Földmérési, Távérzékelési és Földhivatali Főosztály, harsanyi.melinda@bfkh.gov.hu, doktorandusz, Eötvös Loránd Tudományegyetem;

² földrendező mérnök, térinformatikai szakmérnök, Budapest Főváros Kormányhivatala, Földmérési, Távérzékelési és Földhivatali Főosztály, kovacs.ivan@fomi.hu

Abstract: In recent years, different spatial analysis techniques, information and services based on various types of spatial data are becoming available for a wide range of the society. As can be seen nowadays in Europe, governmental geodata systems are used to create and operate different spatial data infrastructures in many areas of the economy (public and private sector).

In Hungary, there is a strong demand for up-to-date geodata to fulfill the role of topographic maps. There are several consistent, homogenous and regularly updated geodata themes in the different branches of the public sector, which potentially provide a good basis to produce and maintain a country-wide National GIS Basemap by their aggregation.

Bevezetés

Az elmúlt években a térbeli adatok és az azokra épülő szolgáltatások, elemzések, információk egyre szélesebb kör számára váltak elérhetővé. Megerősödött az igény a téradatok szabványos szerkezetben és felületeken, szolgáltatásokon keresztül elérésére. Egyre több külföldi példát látunk téradat-infrastruktúrák létrehozására és működtetésére, melyeket tanulmányozva megállapítható, hogy egyik geoportál sem támaszkodik sem a Google, sem pedig az OpenStreetMap által forgalmazott térképekre. Jellemző rájuk továbbá, hogy a fenti műszaki megoldásokon túl az adathozzáférés, adatpolitika, jogi szabályozás és kapcsolódó területek összehangolásával komplex, irányított rendszert alkotnak.

Anyag és módszer

Egy ideális téradat-infrastruktúra felépítéséhez megfelelő adatok szükségesek. Az ilyen téradatok, adatbázisok előállítására, karbantartására és szolgáltatására rendelkezésre álló lehetőségek bővülnek, ugyanakkor az eltérő adatforrások és referencia-adatok használatával nő a párhuzamos adatrendszerek közötti ellentmondások lehetősége, az adatok heterogénné válnak. Hazánkban ez a jelenség fennáll az állami szervek által előállított és kezelt adatok tekintetében is. Egy ilyen nemzeti téradat-infrastruktúra hatékony működtetéséhez ugyanakkor létfontosságú a konzisztens közös referencia-adatok megteremtése is, emellett komoly igény

tapasztalható egy olyan topográfiai szemléletű adatbázis iránt, amely naprakész, friss adatokat tartalmaz.

Megállapítható, hogy a közsférában rendelkezésre áll számos önmagában konzisztens, adatminőségileg homogén és naprakész adatkészlet, amelyek integrációjával előállítható és folyamatosan karbantartható lenne egy egységes, naprakész, országos térképi referencia-adatbázis (ún. Nemzeti Térinformatikai Alaptérkép). Az országosan rendelkezésre álló, rendszeresen frissített ortofotók garantálhatják az adatrendszer geometriai konzisztenciáját.

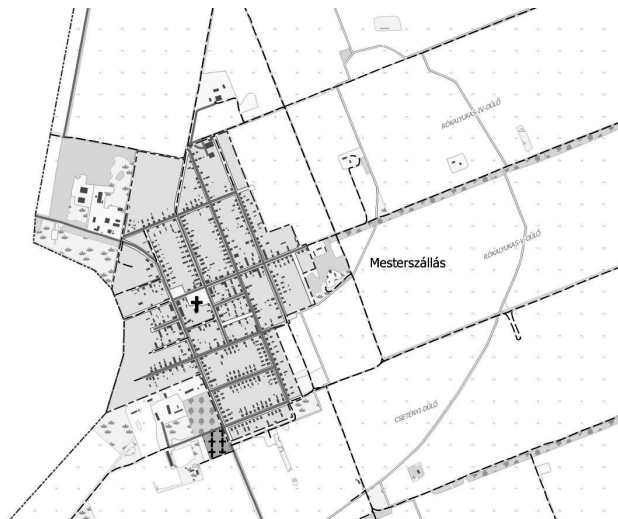
A koncepció tervezett méretarány sorozata:

- <1:10000
- 1:25000
- 1:50000
- 1:100000
- 1:200000

Felhasználandó kormányhivatali, főosztályi adatkészletek:

- Magyar Közigazgatási Határok (MKH adatbázis)
- Kataszteri adatbázis (ingatlan-nyilvántartás térképi alapadatbázisa) (forrása a Téradatárház kataszteri adatbázisa) (1. ábra)
- Vektoros topográfiai adatbázis, Dítab 10 v.1 (elavult, ezért korlátozottan)
- DDM-5
- Mezőgazdasági Parcellaazonosító Rendszer (továbbiakban MEPAR)
- Saját készítésű út és vasút adatbázis felhasználása
- Magassági és vízszintes alappontok (MAG, VAB)
- 1:50 000-es Földrajzinév-tár adatai
- KCR adatbázis a névrajzhoz

Kormányhivatali, főosztályi adatkészlet adaptálása a térkép tematikájához.



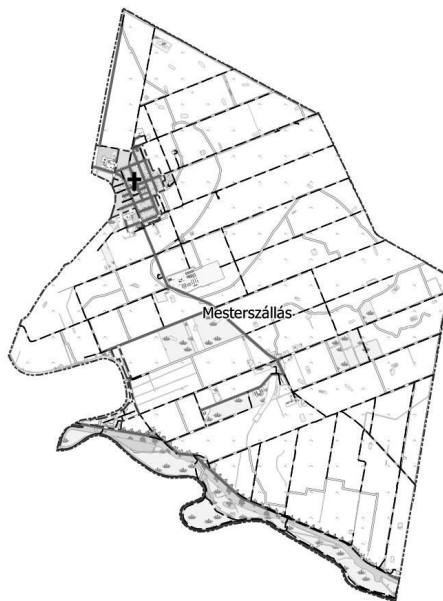
1. ábra Kataszterből generált belterületi tömb és generalizált épületek egy adott mintaterületen

NTA megjelenítése, adatok tárolása

- Megjelenítés Web Map Service (WMS) szolgáltatáson keresztül
- Adatok tárolása PostgreSQL - Relációs adatbázis-kezelő rendszerben (Open source software)
- PostGIS – Alkalmassá teszi a Postgre-t geometriai objektumok kezelésére és különböző geometriai műveletek végrehajtására. (Open source software)

Az NTA kidolgozásának folyamata

- Az elvárt adattartalom és adatminőség definiálása befejeződött
- A felhasználható adatkészlet vizsgálata folyamatban, a tesztelés során felmerült problémák megoldása szintén. Például az útatadbázis felülvizsgálata, javítása, adatkészlet ellenőrzése, topológiai korrekció végrehajtása. Folyamatosan épül!
- Elsősorban az <1:10 000-es méretarányú alaptérkép (2. ábra) elkészítése a cél, az ettől kisebb méretarányokba történő automatikus generalizálási folyamatok vizsgálata a későbbiekben.



2. ábra NTA koncepció Mesterszállás területén

A térinformatika szerepe a hazai nagyvárosok közösségi közlekedésének vizsgálatában

Hegedüs László Dávid

PhD-hallgató, DE TTK Társadalomföldrajzi és Területfejlesztési Tanszék, laccyrac16@gmail.com

Abstract: Geoinformatic systems' importance going to be rise up in the regional studies and city developments. Local public transport makes 75% of total public transport output, so we have to be interested about it and search its advantages and disadvantages and compare with different qualities of private transport. Aim of this article isn't about find the optimal variation of system or research method, much rather to map these systems and methods and elucidate some previous researches in Hungary. Primary importance of researches came from field like traffic engineering, city development, social studies, so this topic really complex, we have to thinking in inter-or multidisciplinary. This multidisciplinary way must be use when we investigating about cities' public transport.

Bevezetés

A közlekedésföldrajz a különböző közlekedési módok térbeliségével foglalkozó tudományág (KECSKÉSNÉ VÖLGYI. Á. 2012), amely komplex vizsgálatához napjainkban már értelemszerűen kapcsolódik a térinformatika, mint a földrajzi kérdések folyamatosan fejlődő számítógépes rendszerekkel és programokkal történő vizsgálati eszköze.

A közlekedési pályák és a vonalhálózat, a hozzá kapcsolható demográfiai állapotok és tendenciák, valamint az ezek összességéből keletkező utazási igények és lehetőségek összehangolható elemzése és értelmezése szempontjából nélkülözhetetlen akár többféle elméleti alapból induló vizsgálatot folytatni a megfelelő térinformatikai eszközökkel. A technológiai fejlődés hatására a mobilitás egyre fontosabbá válik, amelyhez multidiszciplináris vizsgálati háttér szükséges (KECSKÉSNÉ VÖLGYI. Á. 2012). A közösségi közlekedés vizsgálatakor célszerű kijelölni, hogy a többféle paraméterből melyek azok, amikkel a szándékunknak megfelelően a lehető leghatékonyabb elemzést tudjuk végrehajtani. Az alapvető paraméterek meghatározása során előkerül többek között a vonalak száma, indított járatszám (általában munkanapi), az elérési idő, a sebesség, az átszállás, a rágyaloglás, a kereslet-kínálat aránya (KECSKÉSNÉ VÖLGYI. Á. 2012, BÓI L. 2014, KISS B. 2016). Ez a sokszínűség – úgy, hogy a demográfiai, városszerkezeti mutatók nem kerültek szóba, mindössze a közlekedési elemek – a közlekedésföldrajzot érintő társadalmi-gazdasági-technikai összefüggések megértése szempontjából érkező kényszer miatt

teszi szükségessé az olyan térinformatikai módszerek alkalmazását, mint a különféle rácsmodellek, izokron vonalak, időtérképek, potenciálmódel, a Kriegel-módel vagy a Spline-módszer (KECSKÉSNÉ VÖLGYI. Á. 2012, BÓI L. 2014, KISS B. 2016).

Módszertani háttér és diszciplínák

Jelen kutatás feladata nem kimondottan egy eszköz vagy módszertan egzakt bemutatása, csupán a további, közösségi közlekedéshez kapcsolódó kutatások elősegítése az által, hogy meghatározásra kerülnek a legfontosabb, valamilyen térinformatikai módszerrel előállítható vagy elemezhető formulák. Habár a terjedelmi korlátok nem teszik lehetővé mindegyik módszer részletes bemutatását, azonban alapvető ismertetésüket szükségessé teszi a térinformatikának a területi kutatásokban betöltött egyre fontosabb szerepköre. Vizsgálatuk jelenleg néhány korábbi kutatás módszereinek és eredményeinek szekunder elemzésén alapul (PÁLÓCZI G. – PÉNZES J. 2012, 2013; KECSKÉSNÉ VÖLGYI Á. 2012; BÓI L. 2014; KISS B. 2016). Közlekedésföldrajzi háttéranyag szükséges a közösségi közlekedés (fontos) szerepének tisztázásához (ERDŐSI F. 1994, 2002; HARDI T. – NÁRAI M. 2005; HEGEDŰS L. 2014; VIDÉKI I. 2008), amely komplexitásához hasonlóan annak kutatása és eredményei is összetettek, csupán egy-egy tudományágból történő „merítés” legfejjebb elégséges, a széles látókörhöz inter- vagy multidiszciplináris megközelítés kell.

A közlekedésföldrajz – mint a bevezetésben említésre került – a közlekedés(i módok) térbeli kiterjedésével, alapvető felépítésével foglalkozik. Az infrastruktúra elemei kapcsán felvetődik a versenyképesség vagy épp az életminőség (ERDŐSI F. 2002), előbbi gazdasági, utóbbi inkább szociológiai szemléletet kíván. A közösségi közlekedés szervezése kapcsán a járatok indítása, vonalhálózati, csomóponti jellemzők, a járművek kapacitása és fordái, ezek különböző számítási mechanikái pedig inkább közlekedésmérnöki szemszögből tekintenek erre a kérdéskörre. Térinformatikai programok és módszerek használata során e különböző diszciplínák elemeit nem csak együtt kezelni, de ábrázolni, szemléltetni is egyszerűbb, ugyanakkor komplexebb értékelések is egyszerűvé, célszerűvé válhatnak.

A közösségi közlekedés társadalmi háttere

A közösségi közlekedés közszolgáltatás, így használatából alapvetően – leszámítva pl. a deviáns viselkedésű, veszélyes csomagot szállítani kívánó személyeket, – nem zárható ki belőle senki (HEGEDŰS L. 2014). Társadalmi fontossága többrétű, mely egyik eleme a „híd-szerep”, tehát igénybe vehető ez a közszolgáltatás úgy, hogy ezzel más (köz)szolgáltatások elérhetővé válhatnak, a sokféleképp értelmezett elérhetőség és a hozzá logikailag kapcsolódó szolgáltatásminőség magas színvonalú megléte pedig a gyengíti a társadalmi kirekesztés mértékét (HEGEDŰS L. 2014), valamint elősegítheti – de nem garantálja – a gazdasági, társadalmi fejlettség

volumenének növekedését (ERDŐSI F. 2002, MÉSZÁROSNÉ KIS Á. – HAJDÚ S. 2007, BÓI L. 2014).

A közösségi közlekedés támogatása többek között Európai Unió alapelve, amelyet a közös egyezményen alapuló ún. Fehér Könyv többek között a biztonság, a gazdasági növekedés, a környezetbarát technológiák fogalmi körével fenntarthatóként értelmez (TÓTHNÉ TEMESI K. 2008). Fejlett területeken az egyéni közlekedés – és az általa keltett forgalmi torlódások – mérséklése, míg a fejletlenebb részekben társadalmi szükségletet elégít ki. Mivel Magyarország ennek lényegében átmenetét jelenti, az adott rendszernek egyszerre kell(ene) ellátnia ezt a kettős szerepét, a közlekedéspolitikai döntések által (igénybe vétel és jogi szempont alapján is) működőképes lehessen (PÁLFALVY J. 2009).

Amennyiben a közösségi közlekedésnek nem a kényszerű használatát vesszük alapul, hanem azt, hogy ez alapvetően egy igénybe vehető, választható szolgáltatás, akkor maga a közlekedési kereslet függ a nyújtott szolgáltatás minőségétől (pl. az utazási idő, kényelem/zsúfoltság, csatlakozási lehetőségek/csomópontiság, intermodalitás, stb.) (TIMÁR A. 2002, HARDI T. – NÁRAI M. 2005). Demográfiai szempontból pedig adott esetben a közösségi közlekedés alkalmas lehet települések (vagy távolabbi városrészek és a központi város) közötti kapcsolatrendszerek elemzéséhez, a kereslet és kínálat mellett a valós ingázás feltérképezésével szükséges (PÁLÓCZI G. – PÉNZES J. 2012), tekintve, hogy a szuburbanizáció során a gazdasági tevékenység, és (legfőképp) a lakhatás térigénye – az infrastruktúra viszonylagos fejletlensége ellenére is – átlépte a városhatárt (ENYEDI GY. 2011) és kiterjedt az ún. város-vidék peremzónáig (TIMÁR J. 1994). Ezzel együtt, illetve részben ennek hatására is az utazási igények változtak, több helyen igen markáns változások is tapasztalhatók, Debrecen körül is megjelenő tendencia, hogy az elővárosi övben járat- és megállósűrítések következtében ugyan elérhetőségben rugalmasabb, menetidőben viszont romló szolgáltatással találkozni (PÁLÓCZI G. – PÉNZES J. 2012). Az elérési idővel vonzáskörzetek jelölhetők ki, a járatszám és a menetidő vizsgálatával következtetni lehet a települések közötti kapcsolatokra, azok erősségére, megállapíthatunk ún. „közlekedési hierarchiát” (KISS B. 2016).

Térinformatikai módszerek a közösségi közlekedés vizsgálatában

Az előző fejezetben olvasottak alapján kitűnik a közlekedés, azon belül a közösségi közlekedés vizsgálatának fontossága, illetve több ok, amely miatt komplex vizsgálat szükséges. A hazai primer kutatások során kitűnik a szintén elmitett kettősség, tehát a közösségi közlekedés, mint lehetőség és mint szükségszerűség. Megfelelő értékeléshez azonban nem feltétlen elegendő a primer adatok, információk szimpla értékelése, szükséges valamilyen szekunder adatokra és információkra is, amelyet leginkább a térinformatikai eszközök segítségével állíthatunk elő.

A nagyvárosok térségében jelenlévő szuburbanizáció nem csak Budapest, hanem a többi, nagyobb megyeszékhely esetén is nagyobb volumenű (bár kétségtelen,

hogy a főváros körül a legmarkánsabb), már egyszerűbb statisztikai adatokkal is levonhatók következtetések.

Bár nem kifejezetten térinformatikai eszközzel, inkább egyszerűbb számítási programmal (pl. Microsoft Excel, IBM-SPSS) a járatpárok, a népesség és a lakások építésének változásával – melyekhez különböző időadatok nyújtanak segítséget – korreláció számítható, amely kapott értékeinek megfelelően le lehet írni a folyamatok közötti összefüggéseket.

Pálóczi Gáborék (PÁLÓCZI G. – PÉNZES J. 2012) Hajdú-Bihar megyére vonatkoztatva vizsgáltak menetidő-változásokat, a megyében közlekedő autóbusz járatokat vették górcső alá, három különböző időszakban (1990, 2000 és 2010) érvényes menetrendet vizsgálták meg. Mivel a Debrecenbe és onnan történő eljutás volt a kutatás kérdése, az induló és érkező járatok menetidejét is a civis városhoz viszonyították. Ezt a táblázatos szemléltetés mellett izokron térképpel (az *1. ábrán* látható módon) tették vizuálisan is markánsabbá.

Ezen kívül kiemelendő a vonalhálózati adatokkal megjelenített összetett változást mutató, gráfokkal szemléltetett hálózati térkép, amely az 1990 és 2010 közötti járatpárok szerinti változások szemléltető ábrája. Ebből kivehető, hogy a járatok számának bővülése koncentráltan jelentkezett, a Debrecen körülvéő kisvárosi települészónán belül, amely Debrecen elővárosi-szuburbanizációs zónájának tekinthető. E két ábrával a hazai nagyvárosok vonzáskörzete tehát felmérhető, nyilvánvalóan a rájuk jellemző időadatok esetében más a lépték (hiszen a 100, 120 perces vagy azt meghaladó elérhetőség véleményem szerint már súlyos hátrányt jelentene), de mint módszertan, lehetőleg minél több megállóhely adatával felhasználható és szemléltethető.

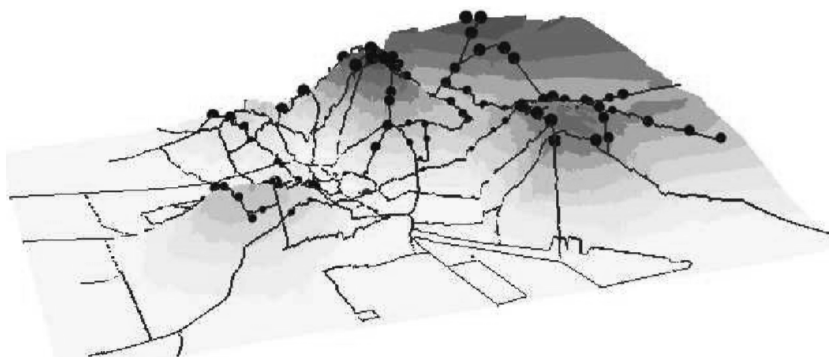
Mint ahogy szintén Debrecenhez kapcsolható példát is találhatunk a városi közlekedés vizsgálatánál (KECSKÉSNÉ VÖLGYI Á. 2012), ahol a még szemléletesebb bemutatást nyújt a háromdimenziós ábrázolás (*2. ábra*). Mechanikájában ez is izokron térkép, mint ahogy a többi hasonló értelmű térkép jelentős része is, a kutatásban pedig terjedelmileg lehetségessé vált a város több, fontosabb megállójától vagy decentrumtól számított menetidő szerinti elérhetőség bemutatása, mindez úgy, hogy a vonalhálózatot és a megállókat egymástól elkülönülten sikerült elemezni, figyelve a területi kiterjedésre. Egyszerűbb (kétdimenziós) térképeken is megjelenik a komplexitás, tehát a közösségi közlekedés bizonyos (sűrűségi) értékeit ötvözi olyan demográfiai adatokkal, mint pl. az iskolai végzettség vagy népsűrűség. Ez az előző kutatási példa vonalas ábrázolásának többféle adattal dolgozó összetett változata, hozzá kell tenni, hogy mindkét esetben az adott kérdéskörnek megfelelő ábrázolás készült el.

A térinformatikai ábrázolások között egyre nagyobb teret nyernek és egyre népszerűbbek a rácsmodellek. Ezek lényege, hogy nem egy-egy pont, hanem akár több pont adatai alapján elkészített attribútum adatok jelennek meg adott méretű (pl. hektár mértékegységgel számoló) rácshálóban. Feltételezésem, hogy magát a közlekedési hálózatot is lehet magával a rácshálózattal elemezni, azonban ez a mintavétel kutatási



1. ábra Debrecen autóbusszal való elérési idejének alakulása 2010-ben, izokron térképpel szemléltetve, perc

Forrás: Pálóczi G. – Péntes J. 2012, p.289.

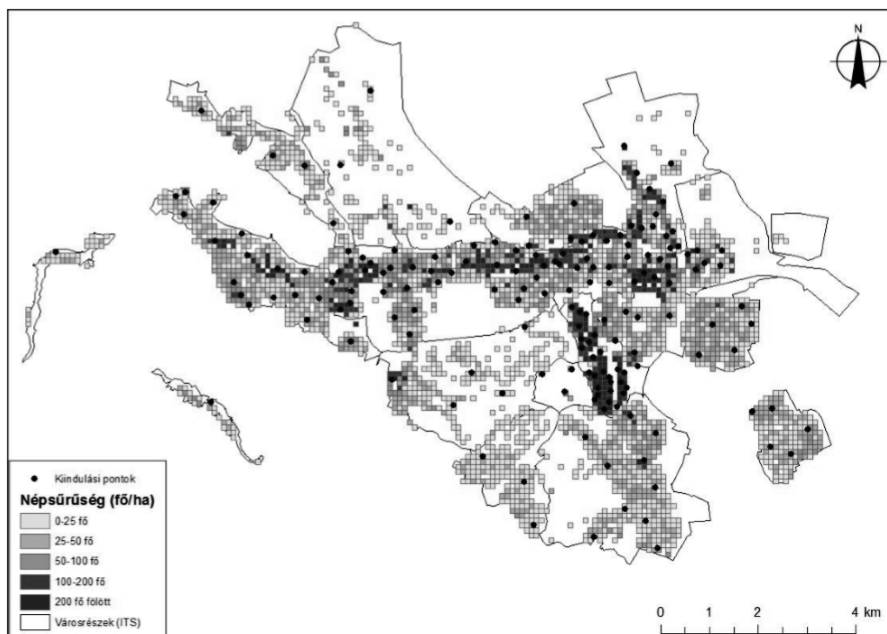


2. ábra A Csokonai Színház megállótól közvetlenül elérhető megállók időbeli távolsága – 3D-s ábrázolással

Forrás: Kecskésné Völgyi Á. 2012, p.102.

részegységként is alkalmas lehet, pl. népsűrűségi adatokat használva, egyéb adatokat rávetítve komplex értékelés válik elérhetővé.

Az ábrázolási módszerekben itt is (Kiss B. 2016) az izokron-vonalak kerültek előtérbe, a rácshálózat mindössze a népesség ábrázolását és a menetidőkhöz kapcsolódó referenciapontok meghatározását segítette. Ebben az esetben ez a módszer is hatékonynak bizonyult, lényege ugyanis a különféle közlekedési módok által történő menetidő-különbség vizsgálata és konklúziók levonása.



3. ábra Miskolc népsűrűsége a TeIR adatai alapján, valamint a random generált kiindulási pontok (Ómassa kivételével)
 Forrás: Kiss B. 2016, p.24.

A nagyvárosi közösségi közlekedés vizsgálata esetében egzakt módszerektől független eredmények születtek, amelyek meghatározóak lehetnek további kutatások számára településtől függetlenül. Alapvető megállapítás ugyanis, hogy a közösségi közlekedés a külvárosi területeken egyértelmű hátrányban van az egyéni közlekedéssel – nem csak a személygépjárművel, de még akár a kerékpárral – szemben, a belváros felé haladva viszont egyre inkább előnybe tud kerülni.

Ez a megállapítás viszont egyértelműen kiemelendő, ugyanis a szuburbanizációval, sőt konkrétan PÁLÓCZI G. – PÉNZES J. (2012) cikkéhez viszonyítva is felvet kérdéseket. Habár jelen kutatásban nem nyílt lehetőség részletesen a szuburbanizációról értekezni, jellemző tendenciája a magasabb végzettségű, magasabb anyagi helyzetű és társadalmi státuszú lakosoknak a városból való kiköltözése a központi városban maradó munkahely megtartása – így utazási kényszer – mellett. Statisztikai adatbázisokból és szociálgeográfiai kutatásokból a személygépjárművek lakókhoz viszonyított arányának növekedése is kimutatható, mint ahogy a közösségi közlekedés mellőzése is. Ezzel szemben PÁLÓCZI G. – PÉNZES J. (2012) épp Debrecen szuburbán zónájában mutatott ki járatszám-bővülést úgy, hogy a rendszerváltás óta a személyautók száma megugrott, a közlekedésben összességében jelentős utasszám-csökkenés és ezzel járó (vagy azt kiváltó) járatritkítások zajlottak (HEGEDŰS L. 2014) a városokban és azok térségében is.

Konklúzió

A területi korlátok ellenére láthatóvá válhatott, hogy a közösségi közlekedés vizsgálatánál – legyen az helyi vagy helyközi, közúti vagy kötöttpályás mód – szükséges valamiféle térinformatikai szoftver vagy módszer használata, ezzel ugyanis komplex adatokkal bíró értékelés és szemléltetés lehetségessé válik viszonylag könnyen.

Csupán három, az utóbbi években elkészült kutatási példát sikerült bemutatni, a bennük lévő potenciált további közösségi közlekedéshez kapcsolódó értekezés elkészítéséhez. A három esetből ugyan egy nem nagyvárosi településre, hanem megyei szintre fókuszál, tekintve, hogy annak alapját a nagyvároshoz (Debrecenhez) viszonyított eljutási lehetőségek vizsgálata jelentette, módszertana mellett a kapott eredmények is nem csak relevánsak, de kifejezetten fontosak lehetnek városi vizsgálat esetén is.

Leszűrhető konklúzió, hogy a városi közösségi közlekedés vizsgálata esetében akár többféle ábrázolási és értékelési módszert válasszunk, egyrészt pont, vonal és poligon alakzatokkal is dolgozni kell, másrészt vonalas és izokron ábrázolási módok is megjelennek. A modern térinformatikai szoftvereknek köszönhetően ezeket akár összetetten is lehet ábrázolni, a többféle adat egyidejű ábrázolásával komplex értékelés válik elérhetővé. A közlekedési adatok mellett demográfiai adatok és folyamatok bemutatásával, valamint a különböző területről érkező látszólag ellentmondásos információk összevetésével valószínűleg könnyebb releváns megállapítást adni. Amennyiben valamilyen térinformatikai eszközzel vizsgáljuk meg ezeket, gondolatmenetben a komplexitásra kell törekedni és a különféle tudományágak használatával a multidiszciplinaritás válik elsődlegessé.

Felhasznált irodalom

- BÓI L. (2014): Két középvárosi vonzáskörzet (Karlsruhe és Debrecen) közlekedési modelljeinek értékelése. Doktori disszertáció, Debrecen p. 149.
- ENYEDI GY. (2011): A városnövekedés szakaszai - újragondolva. Tér és Társadalom 2011/1. pp. 5–19.
- ERDŐSI F. (2002): Gondolatok a közlekedés szerepéről a régiók / városok versenyképességének alakulásában. Tér és Társadalom 2002/1. pp. 135–159.
- HARDI T. – NÁRAI M. (2005): Szuburbanizáció és közlekedés a győri agglomerációban. Tér és Társadalom 2005/1. pp. 81–101.
- HEGEDŰS L. (2014): Kecskemét helyi tömegközlekedési rendszere és a társadalmi különbségek elemzése. Szakdolgozat, Szeged. p. 48.
- KECSKÉSNÉ VÖLGYI. Á. (2012): A városi közforgalmú közlekedés kialakulása és jelenlegi helyzete a debreceni közösségi közlekedés példáján. Doktori disszertáció, Debrecen. p. 192.

- KISS B. (2016): A közösségi közlekedési elérhetőség összehasonlító vizsgálata Miskolc példáján, OTDK dolgozat, Debrecen. p. 51.
- MÉSZÁROSNÉ KIS Á. – HAJDÚ S. (2007): Közlekedési rendszerek átfogó stratégiai környezeti értékelésére szolgáló alapelvek. KTI Évkönyv 2006. pp. 75–79.
- PÁLFALVY J. (2009): A közösségi közlekedés állami támogatása az Európai Unióban. KTI Évkönyv 2008. pp. 115–122.
- PÁLÓCZI G. – PÉNZES J. (2012): Térinformatikai módszerek Debrecen autóbusszal való elérhetőségének vizsgálatában. Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában, pp. 287–294.
- TIMÁR J. (1994): A szuburbanizáció néhány elméleti kérdése és alföldi vonásai. Kandidátusi értekezés, Békéscsaba. p. 115.
- TIMÁR A. (2002): Közlekedési létesítmények gazdaságtana. Műegyetemi Kiadó.
- TÓTHNÉ TEMESI K. (2008): A közösségi közlekedés fejlődésének lehetséges irányai. KTI Évkönyv 2007. pp. 126–131.
- VIDÉKI I. (szerk.) (2008): Fejezetek az ipar-és közlekedésföldrajzból. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest. p. 311.

A mezőgazdasági táblaméret változása 1986-tól napjainkig idősoros távérzékelte adatok alapján

Henits László¹ – Liska Csilla Mariann² – Mucsi László³

¹ egyetemi adjunktus, Szegedi Tudományegyetem, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék,
henits@geo.u-szeged.hu;

² phd hallgató, Szegedi Tudományegyetem, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék,
csliska@geo.u-szeged.hu

³ egyetemi docens, Szegedi Tudományegyetem, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék,
mucsi@geo.u-szeged.hu;

Abstract: Landsat time series data provide an adequate basis for monitoring agricultural land cover/land use change over past decades at regional or county level. After the collapse of communism the field size decreased in Hungary and led to land fragmentation. In this study we derived land-cover/land-use maps for 1986, 2000 and 2015 using Landsat time series data for Csongrad county. Land-cover/land-use maps were produced by Random Forest classifier using 9 to 15 images from each year. The agricultural field size was derived from multitemporal cloud-free Landsat images using segmentation algorithm. We analyzed the changes of statistical parameters of field size (mean field size, number of fields, etc.) between 1986 and 2015. We concluded that classification of Landsat time series make it possible to accurately map agricultural land-cover and land-use changes and estimate the changes of agricultural field size.

Térinformatika megjelenítés alkalmazásának lehetősége a szövegelemzésekben

Homoki Erika¹ – Sütő László² – Kohán Balázs³

¹ adjunktus, Nyíregyházi Egyetem Tanítóképző Intézet, homoki.erika@nye.hu;

² egyetemi docens, Eszterházy Károly Egyetem Földrajz- és Környezettudományi Intézet, sutogeo@gmail.com;

³ adjunktus, ELTE TTK Környezet- és Tájföldrajzi Tanszék, kohanb@caesar.elte.hu

Abstract: For measuring earth scientific – geographical terms used in everyday life the method of content analysis was used with which no research with such aims has been carried out yet in Hungary. Selection of the particular sheet numbers was performed on the basis of simple random selection among the sheets of 2000-2012. Word-list of 17 007 521 words in the digital database created in the content analysing software of Atlas.ti developed by German scientists was categorized based on earth scientific content according to the curriculum framework. Ratio of geographical terms appearing in leading media reflects the spatial structural relations of Hungary which was presented in GIS software.

Bevezetés

Sokszor próbálkozunk más tudományterületeken alkalmazott módszerek adaptálásával, mely mindig nehezebb, mint a már jól bevált metodika alkalmazása. Az itt alkalmazott geoinformatikai módszerek a földrajz tantárgy tartalmi változtatási igényét segítő kutatás részeként születtek olyan feldolgozásra, amellyel eddig még nem próbálkoztunk. A földrajzoktatás egyik fontos feladata a térbeli tájékozódás megtanítása. A körülöttünk zajló események információhalmazát gyakran igyekszünk földrajzi térhez kötni. Ennek egyik fontos részét a médiában megjelenő földrajzi elemek jelentik. A hely ismerete, az esemény távolsága, a téma ismerete befolyásolják az egyéni, illetve a társadalmi viszonyulást. Avizsgálat háttérében annak az igénynek az elterjedése áll, hogy olyan tudáselemeket próbáljuk megtanítani, melyek a valós életben viszaköszönnek, megértésük segíti a mindennapi tájékozódást. Az sem elhanyagolható cél, hogy rávilágítsunk arra a tényre, hogy milyen sok információ a mindennapokból a földrajzi tudáshoz kötődik.

A kutatásban médiából származó szövegeket elemeztünk tartalomelemzési szoftver segítségével. az így nyert adatok földrajzi tartalmának további vizsgálatához és megjelenítéséhez különböző geoinformatikai szoftvereket alkalmaztunk. Jelen tanulmányban a tartalomelemzés eredményeinek térinformatikai alapú feldolgozását mutatjuk be.

Anyag és módszer

A kvalitatív tartalomelemzés számítógépes vizsgálatára az 1980-as években nyílt lehetőség. Napjainkra közel 50 erre a célra használható szoftver létezik, de kifejezetten földrajzi tartalomelemzésről eddig még nem publikáltak. Az adatbázis építését Atlas.ti szoftverrel végeztük el.

A program képes az automatikus kódolásra, sokféle fájl típusból tudunk adatot nyerni, de az elemzéshez elengedhetetlen egy elektronikus kódrendszer. Földrajzi tartalommal azonban nem létezik ilyen, ezért a 813 576 sorból álló 17 007 521 darabos szöszedetet kódolási szempontból is feldolgoztuk, kiválasztva a rendszer alapelemeit. Az állomány mérete és az elektronikus kódszótár hiánya miatt előzetes szűrésre nem nyílt módunk, csak utókorrekció során tudtuk az adatbázist egyszerűsíteni. Nem tudtuk kiküszöbölni a földrajzi kifejezések helyén álló névmások valamint a külön írt összetett szókapcsolatokból adódó adatsökkenést.

Az Excel fájlba exportált adahalmaz elemeiből félautomata módszerrel kiszűrtük a speciális karaktereket, manuálisan kijavítottuk a szoftver által értelmezhetetlen rövidítéseket és a helyesírási hibákat is. A különböző toldalékok használatából eredő adatredundancia kiküszöbölésére az adatokból a hasonló szó szerkezeteket és a szótöveket összevontuk.

A tartalomelemzéshez többlépcsős nem valószínűségi mintavétellel (BABBIE, E. 2001) választottuk ki az Origo elektronikus és a HVG írott média lapszámait, melyet digitális állományba rendeztük és elemeztük meg a fentebb említett szotverrel. Az online felület bevonását az olvasottsági adatok és az olvasási szokások megváltozása tette szükségessé (MELLES K. 2009; SZUHI A. 2014). Az elemzésbe bevont lapszámok 2000.01.01. és 2012.12.31. időszakban jelentek meg. A minta nagyságát a pedagógiai kutatásokban elfogadott 95%-os konfidencia intervallum mellett, 5%-os hibahatárt szem előtt tartva számoltuk ki egy mintaméret kalkulátor segítségével (Sample size calculator. 2012) (1. táblázat).

Az adatfeldolgozás során a földrajzi szemlélet megjelenítéséhez geoinformatikai módszereket és eszközöket is bevontunk a vizsgálatba. A geoinformatikai adatbázis feltöltéséhez az egyes földrajzi nevekhez kapcsolódó koordinátákra volt szükségünk, így ezeket geokódolni kellett. A geokódoláshoz a GPS visualizer webes alkalmazás geokódoló algoritmusát és Google Earth szoftvert használtunk, melyek segítségével 34 712 topográfiai fogalom került térképre, mely 777 591 gyakoriságot rejtett magába.

1. táblázat A vizsgált lapok száma 95% konfidenciaszint és 5% hibahatár esetén (saját)

	Megjelenési gyakoriság	Éves lapszám	Kezdő dátum	Teljes lapszám	Vizsgálandó lapszám
Origo	Internetes napilap	365	2000	4749	356
HVG	hetilap	51	2000	663	244
Összesen				5412	600 (11%)

Ez a vizsgált teljes adatállomány 4,5%-a. A GPS visualizer egyszerre körülbelül 300–400 adat geokódolását tette lehetővé. A térképi ábrázolás külön problémáját jelentette a topográfiai nevek változatos alakú írásmódja. A szoftverek viszont csak egyféle változatot tárolnak, s az egységesítést csak manuális korrekció során tudtuk megoldani. Az automatikusan nem kódolható fogalmak (több helyen előforduló topográfiai hely a Földön) koordináta-rendszerbe illesztéséhez a Google Earth felületet használtuk. Ezt követően ArcGIS 10.2 szoftverrel vittük fel a különböző fogalmakat a térképre.

Tekintve a 11 évnyi cikkek teljes összefüggő szövegállományát, nem elemeztük a szövegösszefüggésekből eredő tartalmi háttérinformációkat. Ehelyett a fogalmakat a közoktatásban használt halmaz- és rendszerképző fogalmak szerint csoportosítottuk (tenger, táj, hegy, népesség, pénzügy stb.). Ezután a közoktatási földrajz tantárgyi témakörök szerint rendszereztük őket, majd mindegyiket besoroltuk a három fő földrajztudományi ág valamelyikébe: természet- és társadalomföldrajz, valamint regionális földrajz. Utóbbi csoportba osztottunk minden topográfiai nevet. Végül a tudományterület ágazatait, tudományrendszertani fogalmait külön földrajz-földtudomány csoportként különválasztottuk a többi kategóriától.

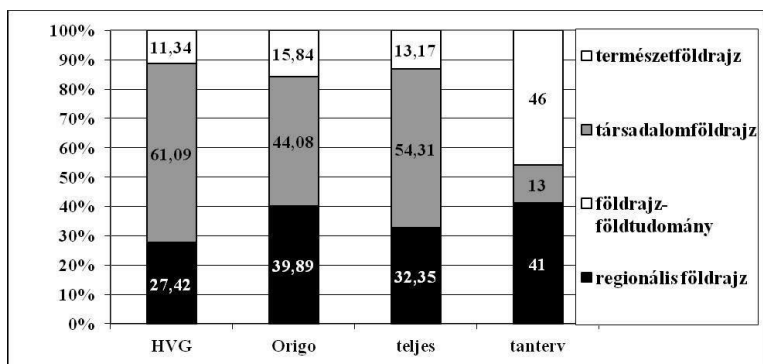
A regionális földrajz témakörbe került topográfiai fogalmak egy része igaz, hogy nem tananyag, de a világtér kialakításának fontos eszköze, mert a hibás térképzet gyakran vezethet téveszmék kialakulásához. A közoktatásban ezeket nem öncélúan tanítjuk, tartalmuk alapján más-más témakörhöz soroltuk őket, de külön ismeretkategóriaként alátámasztható önálló leválogatásuk is (KORMÁNY GY. 2004).

Eredmények

Az adatok előkészítése után összesen 1 681 308 földtudományi-földrajzi fogalom maradt a listában, amely 23 028 szótövet jelent. A teljes szóállomány közel 10%-át adó fogalomgyűjtemény kisebbik fele topográfiai helymeghatározás (46% regionális fogalom) nagyobbik fele általános fogalom (54%). Összevetve ezeket az arányokat a leszűrt fogalmak tantervi eloszlásával, megállapítható, hogy a regionális földrajzi (topográfiai) elemek 9%-kal, a természetföldrajz 33%-kal felülreprezentáltak, a társadalomföldrajz pedig 41%-kal alulreprezentált a közoktatásban a média által használt arányokhoz képest (*1. ábra*).

Arányok alapján a regionális földrajzban látható kisebb eltérés a vizsgált média és a tananyag között. A vizsgálatban minden település- és országnév társadalomföldrajzi kategóriába került. Viszont ezeket használják természetföldrajzi jelenségek helymegjelölésére is. Igaz a topográfiai elemek természet- és társadalomföldrajzi szétbontása után is utóbbiak abszolút dominanciája figyelhető meg (1:4).

A geoinformatikai elemzés során arra kerestünk választ, hogy melyek a fogalmakból kirajzolódó térbeli összefüggések. Feltételeztük, hogy a médiában megjelenő földrajzi fogalmak arányai visszatükrözik a világgazdaság, illetve hazánk



1. ábra A médiából származó minta eloszlása a fő földrajzi ágak szerint (saját)

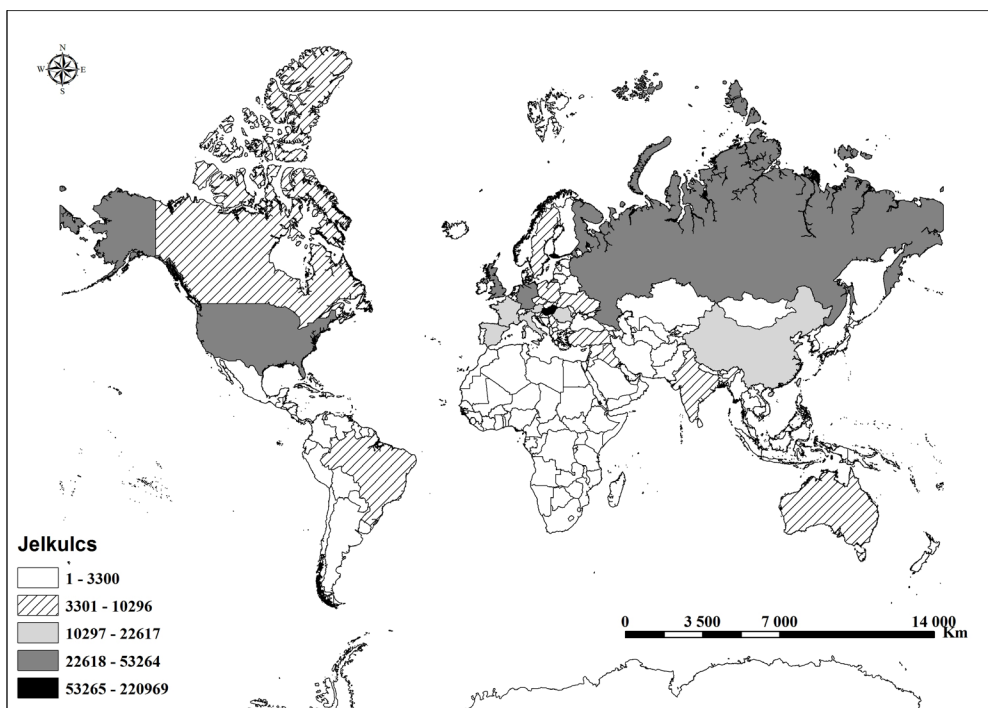
gazdasági-politikai kapcsolatait, amely be is igazolódott a különböző pontsűrűségi térképek alapján (HOMOKI E. 2016). Az Európához tartozó regionális fogalmak aránya abszolút dominanciát mutat, még a teljes fogalmi listában is egyharmados aránnyal szerepel. A médiamegjelenés térképe alapján látható, hogy a térség vezető szerepe 6,5-szer akkor mint az utána következő ázsiai vagy észak-amerikai hírek előfordulása (2. táblázat).

Ha az országok említési gyakoriságát a teljes Földre vetítve vizsgáljuk, akkor a centrumtérsegek rajzolódnak ki. Meglepően kiemelkedő az Amerikai Egyesült Államok szerepe – 60% relatív gyakoriság, 9% abszolút gyakoriság (hazánk mögött a 2.). Az országon belül a keleti park megalopolisza, településenként pedig New York, Washington, Los Angeles közel 10%-os együttes aránya emelkedik ki a hírek alapján. Ázsiában Kína (13%), Japán (10%) és India (4,5%), valamint a Közel-Kelet és Irán országai a legjelentősebbek a gyakorisági térképen (HOMOKI E. 2016)(2. ábra). Ezen belül is a különleges gazdasági övezetek és a főváros, Kínában Sanghaj, Hong-Kong, Sencsen, Peking, Japánban Yokohama, Osaka, Kyoto és Tokió, Indiában Mumbai és Delhi említése a legnagyobb. Ehhez társulnak az aktualitások, mint Japánban a fukushimai katasztrófa, Indiában a Gangesz völgye és a Himalája térség eseményei, Afrika, Ausztrália és Dél-Amerika esetén a kereskedelem és gazdaságban jelentősebb szerepet betöltő települések, belső konfliktuszonák fordulnak elő.

Az európai kontinensen az országok között Németország (6,86%), az Egyesült Királyság (5,19%) és Oroszország (5,14%) előfordulási gyakorisága jelentősebb, de

2. táblázat A médiából származó minta kontinensek szerinti és Európában belüli relatív aránya (saját)

Kontinensek aránya (%)							
Afrika	2,2	Ázsia	11,8	Dél-Amerika	1,3	Európa	71,7
Ausztrália, Óceánia és Antarktis	0,6	Észak-Amerika	11,4	világűr	1,0		
Európán belüli országok aránya %							
Magyarország	36,3	Egyesült Királyság	5,3	Franciaország	3,7	Ausztria	3,0
Németország	7,9	Románia	4,4	Spanyolország	3,4	egyéb	23,8
Olaszország	5,3	Oroszország	3,7	Szlovákia	3,3		

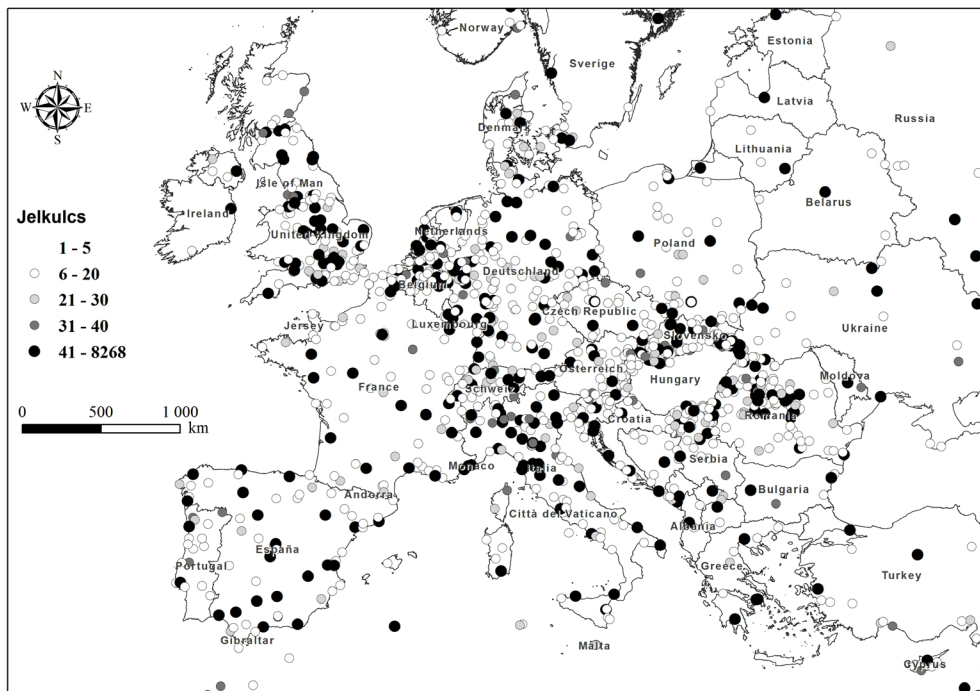


2. ábra Az országokhoz köthető földrajzi fogalmak gyakorisága (saját)

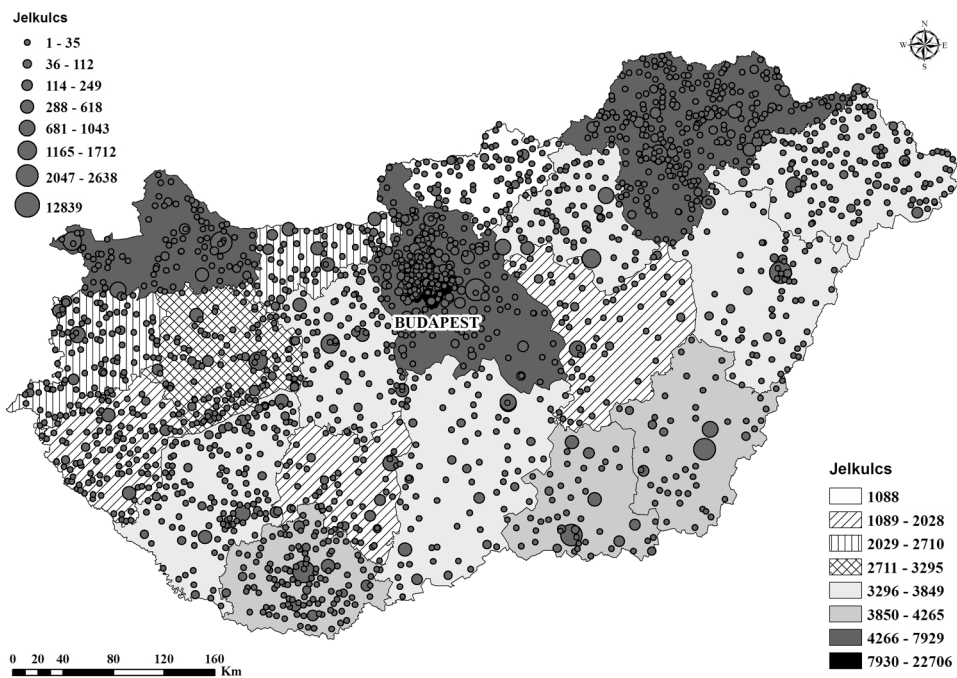
az általunk elvárttól egy nagyságrenddel elmaradva Magyarországtól. Térségi szinten a Kék Banán övezete, valamint a Kárpát-medence térsége rajzolódik ki a pontsűrűségi térképen, míg tőlünk a kontinens pereme felé távolodva Ny felé kisebb, kelet felé nagyobb mértékben csökken az előfordulási gyakoriság (3. ábra). A térképkészítés közben kiszűrtük az 1–2 előfordulási gyakoriságú elemeket, mert ezek ábrázolása átláthatatlanul zajossá tette volna a térképet.

Ha települési szinten végignézzük a Föld városainak kontinensen belüli relatív gyakoriságát, akkor a világelső New York (5,5%) után Moszkva és London (3–3%) következik, melyet Brüsszel, Washington és Los Angeles követ (2,5–2,5%). A következő csoportba tartoznak Európa nagyobb városai, mint Barcelona, Bécs, Berlin, Madrid, Manchester, Párizs és Róma, valamint Ázsiából Peking. Érdekes, hogy a térségi sűrűsödés ellenére szomszédaink nagyvárosainak említési gyakorisága sem túl magas önmagában, inkább a térbeli textúra sűrűbb szövésű.

A topográfiai fogalmak köre a vártak megfelelően Magyarország esetében a legnagyobb, relatív gyakorisága meghaladja a 35%-ot. A társadalomföldrajzi fogalmakhoz képest kevesebb, mint 10%-a a természetföldrajzi fogalmak köre. Bár a nagymértékű különbséget a HVG torzító hatásával is lehetne magyarázni, de az Origo hírei alapján is hasonló eredményt kaptunk. A természetföldrajzi nevek a turisztikai témák bemutatásához kapcsolódnak leginkább, amelyet a természeti katasztrófák, közülük is kiemelkedően az árvízi eseményekről szóló cikkek tesznek ki (HOMOKI E. 2016). Ezek alapján nem meglepő, hogy a legtöbb cikk a Balatonról



3. ábra Települések pontsűrűségi Európa térképe (saját)



4. ábra A magyarországi települések megyénkénti eloszlása, a megyékhez köthető előfordulások (saját)

szólt (17%). Valamivel több, mint fele a Dunamenti-síkság (9,9%), valamint Budapest természeti turisztikai vonzerői. Ezek mögött a Bakony-vidék, Felső-Tisza-vidék, az Észak-magyarországi-medencék, a Sopron-Vasi-síkság, valamint a Tokaj-Zempléni-hegyvidék következnek (HOMOKI E. 2016).

A magyarországi települések és megyék előfordulása jól kirajzolja a térszerkezeti kapcsolatokat (4. ábra). Szembetűnő Budapest és agglomerációjának túlsúlyos szerepe. A főváros dominanciáját mutatja a jelentősebb régióközpontok (Debrecen, Győr, Szeged és Pécs) 2–3%-os és a fontosabb megyeszékhelyek (Miskolc, Székesfehérvár és Veszprém) alig 1–2%-os megjelenése. Ezek közé csak egy-egy turisztikai központ (például Hévíz) vagy környezeti katasztrófa helyszín (például Kolontár), valamint a Balatonturisztikai körzete tudott felzárkózni. A kettős jelkulcs alkalmazása megmutatja, hogy melyek a csendben leszakadó térségek (Zala, Tolna, Nógrád, Jász-Nagykun-Szolnok), hol lesz az egyetlen domináns régióközpont által maga a megye is közepesen nagy előfordulással reprezentált (Hajdú-Bihar; Szabolcs-Szatmár-Bereg, Jász-Nagykun-Szolnok megye). A térképen csak az 1% feletti előfordulási gyakoriságú adatokat ábrázoltuk, miközben 142 olyan települést tudtunk leszűrni, amelynek 0,1%-nál gyakrabban jelentek meg a hírek között, s ezek is csak rövid ideig szerepeltek.

Összegzés

Az általunk végzett munka alapját a földrajzi ismeretek és képességek társadalmi szintű tudásszintjének kutatása adta (Homoki E. 2016). Ebben új tartalomelemző szoftvert alkalmaztunk a földrajzi fogalmak vizsgálatához. Az Atlas.ti szoftverrel elkészített adatbázis alkalmasnak bizonyult a vizsgálatra kijelölt HVG és ORIGÓ híreiben szereplő földrajzi helyek geoinformatikai ábrázolására és ebből térbeli következtetések levonására. Ennek előkészítésére GPS visualizer, majd Google Earth szoftvereket használtunk, a tematikus térképeket pedig ArcGIS 10.2. szotverkörnyezetben dolgoztuk ki. A geoinformatikai adatbázis építés alapját biztosító helynevek rendszerezése és korrekciója nyomán nemcsak az aktuális események színtereit, hanem a Föld, Európa és hazánk térszerkezeti kapcsolatait is megjeleníthettük. Nem meglepő módon a média térbelisége arányaiban is eltérő a tananyagéhoz képest. Lényegesnek tekinthető, hogy a média dinamikusán változó tartalommal jelentkezik a közoktatás időben statikus topográfia képével szemben. A médiában megjelent fogalmak 10%-át azonosítottuk a földrajz tananyagaként (is). Az újnak tekinthető helynevek közel 40%-át önállóan kellene beazonosítani az olvasónak. Mindez a szűkös oktatási keretben újfajta tanítási-tanulási technikát feltételez, különban a szövegértési problémák befolyásolják tévképzetek kialakulásához vezethetnek.

Felhasznált irodalom

- BABBIE E. (2001). A társadalomtudományi kutatás gyakorlata. Budapest: Balassi.
- HOMOKI E. (2016) : Földrajzi ismeretek és készségek kapcsolata a hétköznapi élettel különböző társadalmi csoportok vizsgálata alapján 168 p. /PhD disszertáció/ Debreceni Egyetem Földtudományi Doktori Iskola.
- KORMÁNY GY. (2004). A földrajz tanítása. Nyíregyháza: Bessenyei Könyvkiadó.
- MELLES K. (2009). NMA: Nyomtatott sajtó - mérlegen 2008. <http://ipsos.hu/hu/news/nma-nyomtatott-sajto-merlegen-2008> Letöltve: (2014.12.28.)
- SAMPLE SIZE CALCULATOR (2012). <http://www.surveysystem.com/sscalc.htm> Letöltve: (2013.07.12.)
- SZUHI A. (2014). A legnézettebb hazai weboldalak rangsora. <http://ite.hu/legnezettebb-hazai-weboldalak-rangsora/> Letöltve: (2015.01.15.)

Térképész-geoinformatikus képzés az ELTE-n

Írás Krisztina

egyetemi adjunktus, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Informatikai Kar, Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék, iras@map.elte.hu

Abstract: Geoinformatics have taken part of the ELTE education program since 2003. Purpose of the program is to provide up-to-date knowledge in spatial studies for students of Earth sciences. Bachelor students learn the basic concepts, basic functionalities and basic operations of spatial database management, programming and data visualizing. They also learn to work with industrial and open source GIS software (ArcGIS and QGIS respectively). Master students go further in programming with server side issues and in mapmaking from data gathering to compiling thematic maps and creating 3D surface models. Practice is fundamental in this field, therefore almost the half of the lessons are practical, where students face both with common and unique spatial problems through a series of tasks. At the end of their studies, they are armed with extensive knowledge and routine in problem solving in the fields of spatial data management, data visualization and web mapping.

Bevezetés

A polgári térképészet tudományának oktatása 1953-ban, az ELTE Természettudományi Karán létrehozott Térképtudományi Tanszéken kezdődött. 2003-ban az eredeti oktatási és kutatási profil a geoinformatikai szakterület integrálásával jelentősen átalakult, aminek következtében megnevezése Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszékre változott, és átkerült az egyetem Informatikai Karára. A Bologna-rendszer bevezetése óta a térképészképzés két részből áll: alapszakon a földtudományi alapképzésben térképészet-geoinformatika szakirányként választható a második félév után, amelyet önálló térképész mesterszak követ. A tanszék kutató és oktató munkáját, valamint a hallgatók tanulmányait térképészeti szakkönyvtár és egy 12 000 tételből álló térképgyűjtemény segíti. A Tanszék főbb oktatási és kutatási területei: a tematikus kartográfia ábrázolási kérdései; térképészeti matematika (koordinátarendszerek, vetülettan); elméleti kartográfia (térképszerkesztés, térképi névjajz, kartográfia-történet); térinformatikai alkalmazásfejlesztés és rendszerépítés; 3D modellezés; webkar-tográfia (digitális térképek, interaktív térképek).

A térképész-geoinformatikus képzés általános célja

A hallgatók megtanulják a térképkészítési folyamat valamennyi lépését az adatgyűjtéstől a megjelenítésen át a térképek sokszorosításig, publikálásáig. Ennek

során megismerik a különböző rendeltetésű térképek matematikai és kartográfiai szerkesztési alapelveit, az adatgyűjtés különféle eljárásait, valamint a grafikus ábrázolás lehetőségeit. A képzés egyes szintjein elsajátítják a térképészet és geoinformatika szakterületein alkalmazott különféle szoftverek elvi és működési sajátosságait, a magasabb évfolyamokban pedig a feladat-specifikus programozási és programtervezési folyamatokat. A képzést két, egy-egy hetes terepgyakorlat egészíti ki, amelyek során a hallgatók a terepi felmérési eljárásokat és a terepen végzett munkával együtt járó feladatokat (jegyzőkönyvezés, tájékozódás, csapatmunka, stb.) gyakorolják. A tanulmányok során elvégzett feladatok elegendő tapasztalatot adnak ahhoz, hogy a képzést elvégző hallgatók a nemzetgazdaság és a tudományok bármely (statisztikai, földtani, földrajzi, meteorológiai, idegenforgalmi, stb.) területén szükséges térképeket önállóan előállítsák.

Alapképzés: Földtudományi alapszak, térképész-geoinformatikus szakirány

Alapszakos hallgatók a földtudományi alapszakon belül választhatják a térképészet-geoinformatika szakirányt. A földtudományi alapszak elsődleges képzési célja olyan kutatók képzése, akik ismerik a Föld erőforrásait, a földtudományok elméleti és gyakorlati sajátosságait, ezek fizikai és térbeli összefüggéseit, és képesek ezen összefüggések ismertetésére és megjelenítésére. A térképész-geoinformatikus szakirány keretein belül a hallgatók alapvető felhasználói ismeretekhez jutnak a tematikus kartográfia, a térinformatika és az adatbázis-kezelés területén. Az egyetemre érkező hallgatók a középiskolai tanulmányaik során csak érintőlegesen hallanak térképismeretről, a geoinformatika pedig teljes egészében hiányzik a tantervből (Írás K. 2017). Ezen hiányosságok pótlására, továbbá a későbbi tanulmányok megalapozására szolgálnak a szakirány egyes tantárgyai. A hallgatók megismerik a térképészet és a geoinformatika tudományának alapfogalmait és az egyszerűbb térképszerkesztési és térinformatikai műveleteket. Az ismeretanyag négy területre oszlik.

1. Adatbázis-kezelés

(I. évfolyam: Bevezetés az adatbázis-építésbe; Adatbázis-kezelés)

Az alapszakos hallgatók első térinformatikai óráin még nincs szó térbeli lekérdezésekről. Elsősorban a MySQL adatbázis-kezelés alapjaival, a relációs adatbázisokkal és az SQL nyelvvel (főként a lekérdező és adatmódosító utasításokkal) ismerkednek meg. Későbbi tanulmányaik során használniuk kell a php-MyAdmin felületet. Több későbbi feladat adatbázisokhoz készített webes felület létrehozását igényli majd, így a PHP-val is a tanulmányok elején ismerkednek meg. A félév végi feladat egyszerű földtudományi adatbázisok készítése és megjelenítése egy honlapon.

2. A térinformatika elmélete és gyakorlata, szoftverismeret

(II. és III. évfolyam: Geoinformatika 1-2.; Geoinformatika a térképészetben)

A hallgatók egy szemeszter alatt a közműveknél és az iparban alkalmazott ArcGIS szoftvert, egy szemeszter alatt pedig a nyílt forráskódú QGIS-t ismerik

meg. Mivel ezek az első térinformatikai szoftveres tantárgyak, itt kerülnek szóba a geoinformatikai és egyéb, szoftverspecifikus alapfogalmak, az adatszerzés lehetőségei és a georeferálás folyamata, továbbá a vetületek jellemzői és alkalmazásuk főbb kérdései. A hallgatók megismerkednek a digitalizálás munkafolyamataival, a főbb térképszerkesztési szabályokkal és a topológia fogalomrendszerével. A tananyagban hangsúlyt kapnak az adatmegjelenítés gyakorlati lehetőségei (tematikus térképek készítése), térbeli lekérdezések véghezvitele és egyszerűbb problémák megoldása, valamint az eredmények megjelenítése és publikálása többféle kimenettel. A félév végi feladatok: egy 2x2 km-es terület topológiaiilag rendezett digitalizálása EOTR szelvény alapján és egy adott témakör feldolgozása statisztikai adatok felhasználásával és megadott szempontok szerint elkészített tematikus térképsorozat tartalmazó, nyomdakész térképlap készítése.

3. A tematikus kartográfia alapjai (adat, adatosztályozás, adatábrázolás)

(III. évfolyam: Az adatábrázolás grafikai módszerei)

A bevezető jellegű, kartográfiai tantárgy elsődleges célja a tematikus térképek általános megismerése, az alapfogalmak (a térképi objektum jellemzői; az adat fajtái; az adat osztályozása, adatforrások és ezek kritikai értékelése) és egyes műveletek (a vizuális kommunikáció alapjai; az adatmegjelenítés grafikai lehetőségei, a tematikus ábrázolási módszerek) elsajátítása. A hallgatók különféle szempontok szerint tematikus térképeket készítenek.

4. Bevezetés a programozásba

(III. évfolyam: Térképészeti számítások)

A hallgatók megtanulják a térképészetben gyakran előforduló számítási feladatok módszereit és a térképészeti gyakorlatban gyakran előforduló matematikai algoritmusokat. Ezek gyakorlati alkalmazását Java környezetben ismerik meg, így elsajátítják a JavaScript alapjait is.

Mesterképzés: Térképész mesterszak – Fejlesztés, megjelenítés, komplex feladatok megoldása

A térképész mesterszak célja olyan szakemberek képzése, akik széleskörű földtudományi ismereteik mellett a geoinformatika és a kartográfia területén egyaránt magas szintű elméleti és gyakorlati tudással rendelkeznek. Képesek önállóan megtervezni geoinformatikai célú rendszereket, az adott területen kutatómunkát, elemzéseket és modellezéseket végezni, valamint az elért eredményeket szakszerűen közzétenni. Ismerik a modern felmérési technikákat (pl. GPS) és képesek különféle rendeltetésű, matematikai és kartográfiai szerkesztési alapelveknek megfelelő térképeket készíteni. Ehhez kreatív gondolkodásra, fejlett problémamegoldó képességre és a számítógépes grafika szerkesztési eljárásainak ismeretére van szükség. Az önálló munkavégzéshez elengedetlen tapasztalatszerzést a tanterv mintegy 45%-át kitevő gyakorlati órák biztosítják.

A képzésben a minden térképész mesterszakos hallgató számára kötelező alapoó modul elvégzése után kétféle specializáció választható:

1. térképészeti specializáció, amely két kartográfiai modulból és egy geoinfor-matikai modulból áll, vagy
2. geoinformatikai specializáció, amely két geoinformatikai modulból és egy kartográfiai modulból áll.

A geoinformatikai specializáció elsajátítandó ismeretanyagának területei

1. Adatvizualizáció

(Tematikus kartográfia)

A tematikus térkép vagy térképsorozat a kutatási, elemzési munka eredményeinek egyik megjelenítési formája, ezért elengedhetetlen a tematikus térképek szerkesztésének kérdéseivel mélyebben foglalkozni (pl. a vetületek kérdéseivel, a háttértérképek fajtáival, stb.). A hallgatók lehetőség szerint a legtöbb szakági térképtípus (úm. földtudományi térképek, a természeti folyamatok, gazdasági folyamatok és társadalmi folyamatok térképei, valamint speciális felhasználású, pl. oktatási és médiatérképek) sajátosságait ismerik meg. A vizuális kommunikáció egyik alappillére a színelmélet, amelyet a monokróm térképek szerkesztésének sajátosságai egészítenek ki. A hallgatóknak megadott témában adatokat kell gyűjteniük, amelyekből adatbázist, nyomdakész tematikus térképsorozatot és egy esszéjellegű elemzést kell készíteniük.

2. Alkalmazásfejlesztés

(Térinformatikai alkalmazások fejlesztése; Térinformatikai rendszerek építése)

Az alkalmazásfejlesztés az önálló programozási feladatok magasabb szintje. Térinformatikus hallgatók oktatásában az objektum-orientált programozás kerül a középpontba. A félév során a hallgatók megismerik C#-t, valamint a Visual- Studio. net felépítését, főbb osztályait és kontrolljait. Fontos anyagrész 3D-s domborzat-modellek bináris fájljainak kezelése és úrfelvételek bináris fájljainak (hdr, bil) kezelése. Az adatbázis-kezelés fejlesztői oldalának megismerése során a hallgatók megtanulják az adatbázis-kezelés eszközeit VS.net-ben és a MySQL, OleDB, Sql server providerek használatát.

Térinformatikai rendszerek építésénél elengedhetetlen a webes technológiák ismerete Windows környezetben, továbbá a térbeli adatbázisok feltöltésének technológiái (raszteres és vektoros adatok megjelenítésének és adatbázisba szervezésének sajátosságai). Valós helyzetet modellez spagetti topológiájú rendszerekből valódi topológikus térbeli adatbázisok építése, valamint saját rendszer távoli térbeli adatszolgáltatóhoz (pl. Google Maps, OpenStreemap) kapcsolása.

Félév végi feladatként a hallgatók egy nagy térinformatikai szoftverfejlesztési és rendszerépítési feladatot oldanak meg önállóan, szükség esetén tanári konzultációval segítve.

3. Adatbázis-kezelés nyílt forráskódú eszközökkel

(GIS adatbázis-kezelők; Nyílt forráskódú webes GIS)

A GIS adatbázis-kezelők című tantárgy a C# programozási ismeretekre épít. A hallgatók itt megismernek egy open source relációs adatbázis-kezelőt (Postgres) és térbeli kiterjesztését (Postgis, térbeli függvények programozása), amellyel vektoros és raszteres térbeli adatok kezelése végezhető. A hallgatók a félév során további speciális térbeli adatproblémák megoldásaival ismerkednek meg (pl. térbeli adatrepresentáció; térbeli függvények; konverziós problémák; adatbázis-alkalmazások fejlesztése desktop környezetben; webes adatbázis-alkalmazások fejlesztése; GIS függvénykönyvtárak, pl. GDAL).

A térinformatikai adatbázisok egyik sarkalatos pontja a vektoros és raszteres adatok egyidejű kezelése, amelyet a hallgatók a gyakorlatban (más szoftverek mellett) a MapServer nyílt forráskódú webes alkalmazás használatával sajátítanak el. Ehhez az OpenLayers alkalmazások főbb funkcionálisai, pl. output lehetőségek; WMS és TMS szolgáltatások és GIS elemző funkciók kapcsolódnak.

A kartográfiai eredmények korszerű megjelenítése és közzététele a térképek weboldalba ágyazásával történik. Az ehhez kapcsolódó eseménykezeléshez, valamint az interaktív térképes weboldalak készítéséhez webprogramozási alapismeretek szükségesek. Az alapszakon megkezdett JavaScript és PHP tanulmányok a mesterszakon magasabb szinten, még specifikáltabban folytatódnak. A félév önálló, beadandó feladat elkészítésével végződik.

4. Klasszikus kartográfia térinformatikai kiegészítéssel

A térképész-geoinformatikus képzés egyik célkitűzése a hallgatók minél sokszínűbb felkészítése a komplex feladatok kezelésére és az önálló munkavégzésre. Ezért tantervünk része az OCAD térképszerkesztő szoftver megismerése, amely szintén rendelkezik alapvető térinformatikai funkciókkal. Például kezeli a térinformatikai szoftverekben használatos adatformátumokat pl. shapefile-t, dxf-et, svg-t. Az OCAD a hagyományos térinformatikai szoftvereknél nagyobb mértékben alkalmas térképek kartográfiai szerkesztésére. A szoftveres ismereteket bővíti az Adobe Illustrator MAPublisher kiterjesztésének használata is. Ez a térinformatikai környezetben készített térképek utómunkálatait, grafikus környezetben végezhető módosításait teszi lehetővé.

5. Projektfeladat

A projektfeladat kidolgozása során a hallgatók egy komplex kérdéseket és bonyolult helyzeteket felvető, több részterület ismereteit átfogó témakört dolgoznak fel térinformatikai és kartográfiai módszerekkel. A feladat egy komplex térinformatikai probléma megoldása vagy egy komplex térinformatikai rendszer létrehozása és értelmezése. Mindkét kiindulási helyzetben sokféle forrásból származó, eltérő minőségű adatokból kell konzisztens, mások által is használható, bővíthető térinformatikai adatbázist létrehozni, és az esetek egy részében terepi felmérés vagy

adatgyűjtés is szükséges.

A hallgatók a korábbi tanulmányaik alapján önállóan, de oktatói vezetés mellett dolgoznak a projekten. A munkafolyamat általános részei: az alapkérdés megfogalmazása; adatgyűjtés, digitalizálás; az adatbázis kialakítása / programozás; lekérdezések; az eredmények elemzése, értékelése, következtések levonása; a rendszer és az eredmények közzétételének kidolgozása; az elvégzett munka összefoglaló leírása, dokumentálása. Példák feladatokra:

- Ipari területek fejlődése Budapesten (Modern ipartelepek, védett ipari épületek, történelmi kereskedelmi központok, piacok, tőzsde).
- Közvilágítási térinformatikai rendszer Budapest, V. kerületi Önkormányzat részére.
- A Kárpát-térség természetföldrajzi tájainak térinformatikai rendszere (a Kárpát-térség természetföldrajzi, vízrajzi és néprajzi tájainak topológiai helyes megjelenítése és a névanyag összekapcsolása, kereshetővé tétele).
- Magyarország növényzeti fedettségi térképének előállítása a térképészetben használatos fedettségi osztályokkal, többféle névleges méretarányban a szabadon elérhető Corine felszínborítási adatbázis és szükség szerint más szabadon elérhető források felhasználásával.
- A Tanszék birtokában lévő archív légifelvételek böngészését lehetővé tevő weboldal készítése nyílt forráskódú eszközökkel (funkcionalitások: nagyíthatóság, képek megközelítő geokódolása, a kép átlátszóságának állíthatósága, kiválasztott kép pontos helyre igazítása).

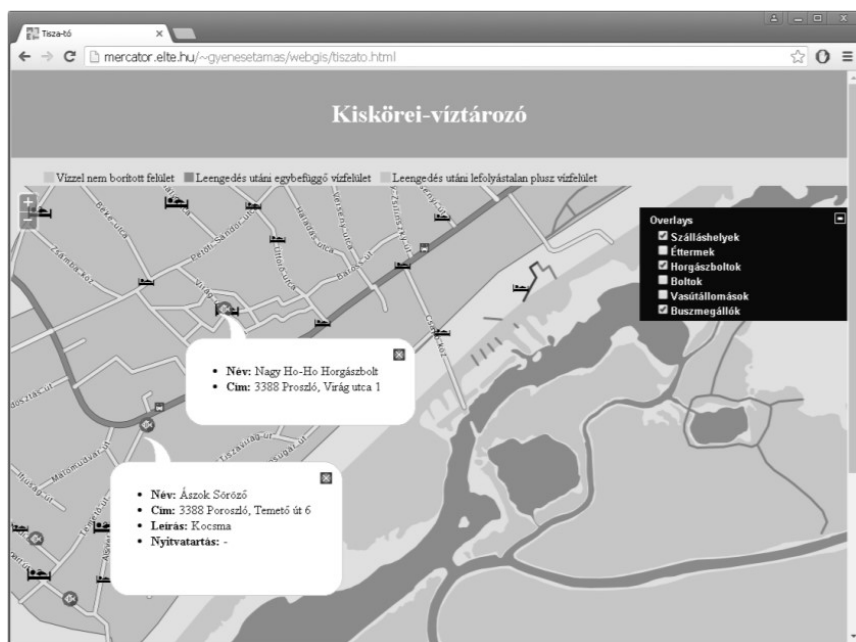
Egy feladat megoldása: Idegenforgalmi célú térinformatikai adatbázis és webes kezelőfelület a Kiskörei-víztározóról

A projekt célkitűzései: Egy idegenforgalmi célú térinformatikai adatbázis létrehozása a Tisza-tó környéki települések megjelenítésével olyan webes környezetben, amely bárki számára könnyen elérhető és kezelhető. A Tisza-tó turizmusa jórészt a horgászatra épül, ezért az adatbázis tartalma a tó mederviszonyaival, kikötőivel és a településeken található horgászboltok adataival egészül ki.

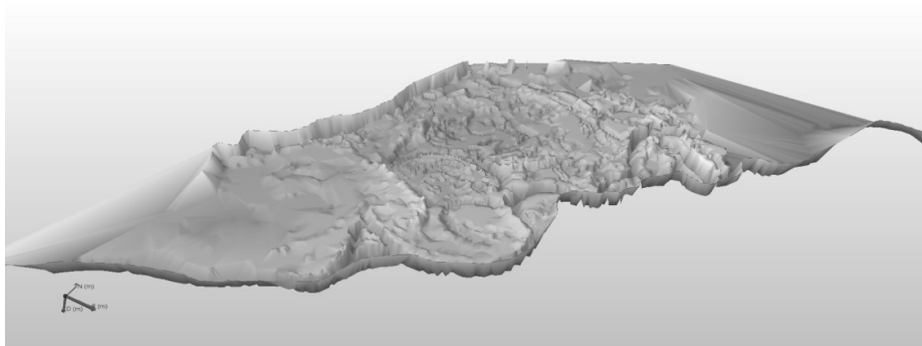
Rendelkezésre álló alapanyagok: vektortérképek, légi felvételek (geotiff és jpg formátumban), vonatkozó EOTR szelvények.

Lépések:

1. A légifényképek georeferálása, a fotómozaik kialakítása (Microsoft ICE, Global Mapper);
2. Vektorizálás: a leengedés előtti alap vízfelület, a leengedés utáni egybefüggő vízfelület egy, a két szint közötti állapotot tükröző vízfelület határainak megrajzolása (QGIS).
3. Adatigénylés: mederadatok a KÖTIVIZIG-től a Sarud és Poroszló közötti szakasról, egy digitalizált szintvonalas réteg az elárasztás (1973) előtti állapotról fél méteres szintvonalakkal (vonalas elemekkel), valamint egy 2015-ben elvégzett mederfelmérés öt méteres szintvonalakkal felmérése.
4. A háttértérkép előállítása (QGIS)
5. Az idegenforgalmi tematika összegyűjtése: éttermek, szállások, buszmegállók, vasútállomások, horgászboltok.
6. Medermodell készítése a Sarud és Poroszló közötti szakaszra (Global Mapper, JewelSuite 3D) 2. kép



1. kép A digitalizált térkép és a tematikus adatrétegek a weboldalon



2. kép A Tisza-tó Sarud és Poroszló közötti részének 3D-s medermodellje

7. A webes megjelenítés kialakítása: a térkép nagyíthatósága, ki- és bekapcsolható adatrétegek, szimbolizálás, felugró ablakok (OpenLayers, Mapserver) 1. kép
8. Dokumentáció

Összegzés

Az ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszékén folyó térképész- és geoinformatikus képzés során a hallgatók olyan széleskörű térinformatikai és kartográfiai ismereteket szereznek elsősorban alkalmazás-fejlesztés, adatbázis-kezelés, térképszerkesztés, webszerkesztés, valamint az eredmények, térképek nyomtatott és webes/interaktív publikálása terén, amelyek a rendszerek felhasználóinak

és fejlesztőinek egyaránt elengedhetetlenek. A cikkben ismertetett oktatási program a Tanszéken folyó munka gerince, amelyet egyéb, itt nem tárgyalt tárgyak (pl. Térképszerkesztés és -tervezés; Fotogrammetria és távérzékelés; Topográfia; 3D-s modellezés a térinformatikában) tesznek teljessé. A térképész-geoinformatikus tanulmányok legmagasabb szintje az ELTE Természettudományi Kar Földtudományi Doktori Iskola térképészet-geoinformatika programja, amelynek keretében eddig 36-an szereztek tudományos fokozatot. Köszönet a cikk elkészítésében nyújtott segítségért kollégáimnak, Elek Istvánnak, Faragó Imrének, Gede Mátyásnak, Jesus Reyesnek, Kovács Bélának, Mészáros Jánosnak és Ungvári Zsuzsannának. A Tisza-tó idegenforgalmi adatbázisát Gyenese Tamás, Salamon Jenő és Veress Orsolya mesterszakos hallgatók készítették.

Felhasznált irodalom

IRÁS K. (2017): Térképtől az adatbázisig: Térinformatikai ismeretek bevezetése a közoktatásba. Térképtudományi Tanulmányok - Az Eötvös Loránd Tudományegyetem Térképtudományi Tanszékének évi beszámolója 15: pp. 51–57.

GYENESE T. – SALAMON J. – VERESS O. (2016): A Tisza-tó idegenforgalmi adatbázisa (projektmunka-feladat) <http://mercator.elte.hu/~gyenesetamas/webgis/tiszato.html>

A Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék: <http://lazarus.elte.hu/>

Földtudományi alapszak, térképész szakirány: <http://to.ttk.elte.hu/foldtudomanyi-alapszak>

http://www.chem.elte.hu/system/files/Foldtud_rajzalapszakleirasok.pdf

Térképész mesterszak: <http://felveteli.inf.elte.hu/kepzeink/terkepesz-mesterkepzesi-szak/>

<http://www.inf.elte.hu/karunkrol/oktatas/kepzeink/terkepesz/Lapok/altalanosan.aspx>

A térképész mesterszak moduljai: <http://www.inf.elte.hu/karunkrol/oktatas/tantervek/Tantervihalok/T%C3%A9rk%C3%A9p%C3%A9sz%20MSc%202014.pdf>

Térképész doktori képzés: <http://lazarus.elte.hu/hun/doktoran/phd.htm>

http://www.doktori.hu/index.php?menuid=191&lang=HU&di_ID=62

Geocoding as Accumulating Intangible Spatial Asset

József Attila Jankó¹ – György Szabó²

¹ PhD student, Budapest University of Technology and Economics, Faculty of Civil Engineering, Department of Photogrammetry and Geoinformatics, janko.jozsef@epito.bme.hu;

² associate professor, Budapest University of Technology and Economics, Faculty of Civil Engineering, Department of Photogrammetry and Geoinformatics, szabo.gyorgy@epito.bme.hu

Abstract: Inherited products of geocoding can provide insight into dynamic correlation between inhomogeneous phenomena like employment and transportation infrastructure for example. This paper introduces current developments in utilizing open source technology for the benefit of administering socio-economic phenomena attached to conventional edifices. QGIS was used as a framework and Python scripts were developed to transform public list of addresses into 2D cloud of points. This process of geocoding translates postal addresses into virtual GIS features. As a result, these features can be used for sophisticated cartographic and analytical purposes. Consequently, these products have been being accumulated into such an intangible spatial asset worth expending attention.

Introduction

In a historical view GIS evolved to such level, where it became openly and widely available. Collection, registration and (re)presentation spatial information became an everyday task of large number of utilizers. Derivation information out of large volume of data, and analysis of such information is common. The value of such derivatives, both theoretically and financially, is discovered. Hence there is a compelling need for such capability, that exceeds the value added of the general. This driving force points to methods beyond the combination of artificial and human intelligence in general.

Although GIS is capable to develop reasonable knowledge in context, it is not an ultimate tool to engage in spatial planning affecting complex socio-economic and infrastructural domains. Efficient employment of knowledge derived requires cooperation of societal and governmental actors. Accumulation of raw data is a waste of time and space (storage) without a complex structured query system that matches and connects data of divers sources, divers formats, and divers phenomena describing area of interest both momentary and terminal. SIKOS T. T. (2000) discusses the phenomena of shopping centres and hypermarkets both in consequences of their spatial distribution and attached socio-economic factors also indicating suggestive spatial pattern.

We present in our paper a method to derive spatially interpretable decision supporting information. We used plain text lines representing real or assumed

workplaces of certain number of employees. We are aware of varied level of uncertainty of every data measured, sensed, registered and published. An aggregation method of additional data of different types from different sources will also be outlined. However, we use only a single source in our paper for examination of the method with uniform reliability. Our area of interest is the township of Budapest partitioned into 603 ca. 1 km² hexagonal cells.

Materials and methods

The start point of our investigation is an address list of registered offices and premises of VAT registered organizations publicly available (NAV 2017). This list also contains number of employees registered per registered offices. Note that average number of employees are assumed for the premises of organizations having single headquarter with several premises. Hence we name workplace the registered office where no other premises are registered and employees are assumed to work at the headquarters. Workplaces are the premises registered in every other case, number of employees calculated as the division of total number of employees and the number of premises registered.

We evaluated ca. 92000 workplaces of ca. 81000 VAT registered organizations with ca. 707000 employees altogether. Organizations with unknown or zero employees are excluded. Source data were prepared with custom transformation jobs in Pentaho Data Integration application using mainly regular expressions in JavaScript to extract relevant text and eliminate common errors of inconsistency and data quality. Offline sources were also employed (RÁDAY M. 2013). Addresses were geocoded with modified MMQGIS plugin (JANKÓ J. A. 2016). However approximately 1% of addresses were not geocoded due to several type of syntactical discrepancies. The resulting 2D point cloud (representing both the location of the workplace and number of employees at that place) composed the basis of the spatial analysis. The

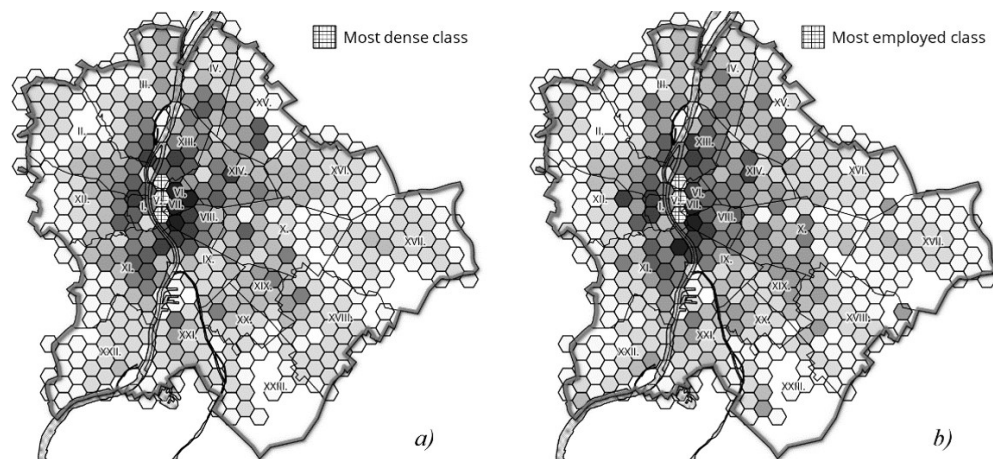


Figure 1. a) workplace density; b) employment density

workplaces counted and employees summed were aggregated in each hexagonal cell (*Fig. 1.*), and attributes presented in natural breaks classes (JENKS G. F. 1967). The resulting features also hold geocoding quality attribute based on the level of consistency and completeness of address of the register. This attribute helps both in manually enhancing quality and automatically employing level of reliability of every derivative based on actual level of certainty.

Distance matrix used as a weight was created in the next step in numerically describing the hexagonal cells.

$$D_{hw} = \bigcup_{i=1}^k l_{h_j w_i} P_{h_j w_i}^{-1}; j \in \{[1, 603]\}, k \in \{5000, 3000\} \quad (1)$$

where D_{hw} is the matrix of linear distances l_{hw} between the hexagon centroids (h) and all workplaces (w) in ascending order (after inverse probability P_{hw}^{-1} applied); k is either 5000 or 3000 representing the index i of the k closest workplace w_i to h_j hexagon centroid. P_{hw}^{-1} probability represents factors approaching near real world distance. These factors could be natural or artificial barriers like water courses/surfaces, hedges, parks, large industrial sites etc. where transportation means (for example) are limited or extinct. This value matrix (P_{hw}) could also be determined from other GIS sources like topographic map, zoning, ferry routes etc. In our study we used uniform value $P=1$. More realistic distance matrix could also be congregated from routes based on transportation database but it is beyond our current study.

We intended to numerically describe each hexagonal cell based on transport network utilization by commuting employees *arriving* to workplaces. This directly indicates necessary level of transportation development but also gives indication to needs of further socio-economic infrastructure such as catering to name one of many.

$$I_{js} = \sum_{i=1}^k E_{w_i} [\max(D) - D_{h_j w_i}] Q_i; \quad (2)$$

$$j \in \{[1, 603]\}, k \in \{5000, 3000\}, s \in \{a, b\}$$

where *Detailed Index* value I of hexagon cell j in scenario s is the sum of product of the number of employees at workplace w_i and the inverse distance between workplace w_i and hexagon centroid h_j . Base data E is the number of employees at workplace w_i . The inverse distance (weight) indicates the inverse relevancy of the number of employees. The bigger the distance from the cell to the workplace w_i , the less is the relevance. Quality factor Q_i depends on the reliability of employee information of each workplace w_i for example. Such data may not be 100% accurate, however we used uniform value $Q=1$.

The cell containing the highest number of workplaces has ca. 2400 of them. In the first scenario (a) we counted 5000 neighboring workplaces to determine each

cell's Detailed Index value. In this case Index is composed by the workplaces within the cell with significant effect by the nature of neighboring cells. In the second scenario (b) we counted only 3000 neighboring workplaces to determine cell Index values. In this case Index is composed by the workplaces within the cell with less effect on dense cells by the nature of neighboring cells. Also note that Index value of cells with significantly infrequent workplaces are still significantly determined by neighboring cells.

Phenomena happening in space also happen in time, although the time scale may differ. In our example commuting is probably more frequent in the early morning and late afternoon, but the same probability is not applicable for workplaces with three shifts with overlapping rotation. Therefore, probability determined by such factor like the (unified) sectoral classification of the organization's economic activities may apply.

If we also employ time schemes in the process of diagnosing the cells and we assume that time schemes are dependent on the nature of socio-economic activity, then we can expand the equation (2):

$$I_{js}^t = \sum_{i=1}^k E_{w_i} \left[\max(D) - D_{h_j w_i} \right] P_{w_i}^e Q_i T_{w_i}^t; \quad (3)$$

where probability P depends on both the socio-economic activity w_i and the personal behavior of individual employees e ; T is the time scheme vector of socio-economic activity w_i . Intensity and impact of commuting differ not only in a daily cycle but may also change over the week and season by season. Value T can be almost 1 if w_i represents general office open nine to five and t represents weekday morning summertime. But T becomes 0 for the same workplace w_i if t represents weekend morning or workplace w_i represents skiing facility.

So far we discussed cells as destinations of employees. However, commuting also has a starter location having impact on transportation network as well. Hence we could introduce an additional Base Index in numerically describing cells in context of commuting.

$$I_{js'}^t = \sum_{x=1}^y e_x S_{e_x}^z Q_x T_z^t; \quad (4)$$

where s' indicates that cell is treated as starter location instead of a destination. Base data e represents habitant x of the cell where the total number of inhabitants is y . T is the time scheme vector of phenomenon (z) examined, w_i in our case when eS represents employees. Weight S is a societal factor of habitant e depending on the phenomenon z . $S=1$ in case when commuting to workplace is examined and e_x represents full time employee; S becomes almost 0 when e_x represents jobseeker, 0 for children if infant employment prohibited and enforced. However, S remains 1 for children, if examination scheme z represents commuting to *schools* as *pupils*. T

also differs based on whether t represents spring weekday morning or summertime weekend lunchtime.

By now we have a more realistic image about the transportation network load of a cell:

$$I_{js} = \left(I_{js'}^t + I_{js}^t \right) P_{j'}^{z'}; \quad (5)$$

where probability P indicates that going and arriving to/from workplace does not occur at exactly the same time. In case z represents commuting to workplace at t weekday morning, going to work from cell j to workplace w_i happens some time earlier than arriving to workplaces within the same cell j . This time difference (traffic load balance) in cell j depends on the distance between cell j and the remote home/workplace if it is not the same. j' and z' indicate that this probability is not exclusively determined by the nature of the cell or simply by the phenomena (z) examined, but it is a complex behavioural, societal, socio-economic and infrastructural factor somehow differing cell by cell, investigation by investigation.

Results

We studied a single phenomenon (commuting of employees) having an effect on transportation network. We assumed even quality of source data and uniform time scheme, uniform societal factors and uniform probability. We employed two examination schemes ($s = a, b$). Scheme a) (with 5000 closest workplaces counted) resulted in Indices of cells slightly uniformly distributed (Fig. 2. a). Scheme b) emphasized local centres of workplaces more dominantly (Fig. 2. b).

If we study the load of transportation network, we must comprehend that it is not determined by commuting employees only. Hence our Base Index (5) may change, taking a more aggregated form to incorporate additional determining factors like: children commuting to schools; tourism and recreation, miscellaneous aspects of POIs; health facilities, administrative institutions; service, commerce, goods

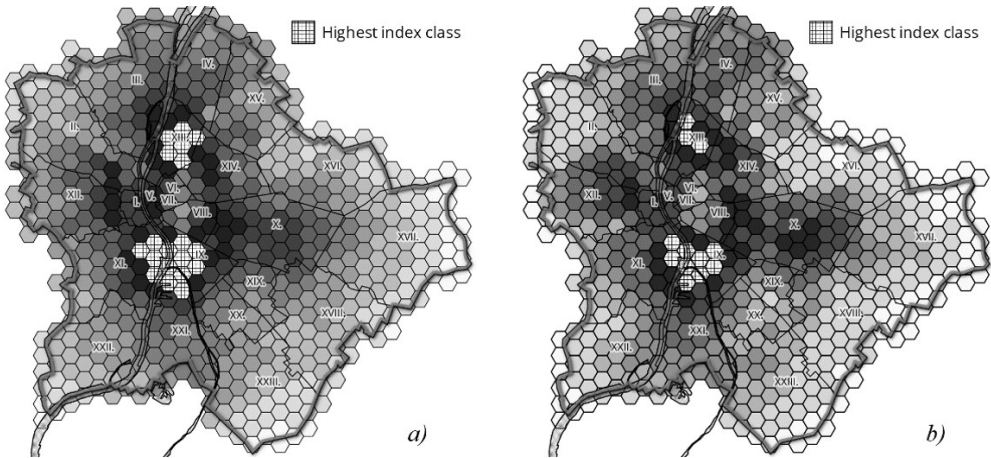


Figure 2. a) cell indices of method a; b) cell indices of method b

delivery; infrastructure maintenance, network development; adaptation to urbanistic, socio-economic, political changes; weather conditions; emergency, catastrophe; and finance of all of these:

$$I_j^s = \sum_n^m I_{js}^n P_{j'}^{z'_n}; \forall n \in Z \quad (z \neq n) \quad (6)$$

where examination scheme s may represent the best known method of spatial analysis or may be a set of good methods containing one (s_g) that best suits the goal. z' is a subset of m number of appropriate phenomenon having effect on phenomenon n while Z represents all phenomena in the comparative diagnosis of the area of interest (JANKÓ J. A. – SZABÓ GY. 2013).

Equations (3) and (4) can take the following baseline:

$$I_{js}^n = \sum_{i=1}^k B_{n_i} W_{n_i}^s P_{n_i}^{n'} Q_{n_i} T_{n_i}^t; \quad (7)$$

where B is the base data of phenomenon n . It is monetary data if phenomena of finance are investigated; it is customized quantitative and scaled numeric value in case phenomenon n is weather condition. W represents a weight depending on the nature of phenomenon n and the method of investigation s . Spatial distance, social situation, and many other priorities can originate weight. Probability P indicates that actual value of base data B_{n_i} may be altered by coincidence with other set of phenomena (n') among all m included in equation (6).

Indices of single cells can tell priority and necessity of further, more detailed investigation. In the meantime, further aggregation of indices along boulevards and avenues for example, can provide additional directions in making decisions about solving issues risen by citizens, academic and professional contributors, policy makes (Fig. 3. a). Budapest contains ca. 8200 streets with more than 4000 km tracks.

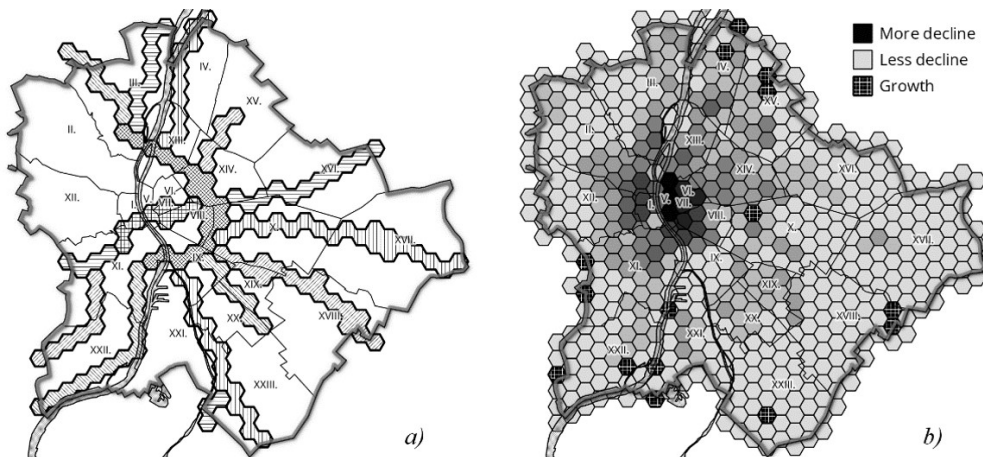


Figure 3. a) prioritization example; b) registered office change 2009–2016

Handling the large number of accumulated issues can be fulfilled along the priority came out.

Incorporating sets of historical data may provide not only a better understanding of current state but the flow of current as well. Comparing recent registered offices data with data of year 2009 (KSH 2009) tells a general decline in entrepreneurship. Despite of the general, suburban areas still indicate growth at least in the number of registered offices (*Fig. 3. b*).

If we would also incorporate the procedure of data collection, and registration on a regular bases or even real time, the method discussed above might deliver a dynamic, responsive and efficient corroboration machine.

Conclusion

Commuting to and within Budapest (if junior and senior citizens are excluded) bears on approximately 40% of the population of Budapest. Commuting could exploit more or less 2 hours daily, which is 8% of a day, 13% of active period. If this significant time of manpower could be spent on taking care of junior and senior citizens for example, quality of life (hence quality of work) would presumably increase. Our study did not investigate the metropolitan area, nor the national level, but proportion (which is 40% employee, 60% family members of other demographic and social backgrounds), do not change significantly nationwide. We can conclude that geocoding and reasonable *derivatives* are capable of contributing to national economy.

Following the trends of international stakeholders of the geographic information community, we can point out four observations. Perceptions are related to a) human, individual behavior; b) nature of the data have been being accumulated; c) capability of technological novelties and economic power; d) contribution and responsibility of the technical and legal framework.

People in general tend to seek more and more profitable work to cover expenses of basic needs and to pay for prestigious liabilities. People spend 60-70% of their wakefulness (including unpaid commuting and unpaid lunchtime) to spend the earnings on their (their family members', fellows') real or assumed needs, and to sleep well. Other people live by the activity of the remaining 30 40% of the active part of the day, when shopping, entertainment, recreation take place. We can confidently state that every time and every place are means of profit for someone or for someone else. Reasonable sustainability of this phenomenon depends on the savings if exists and/or the earning capability of the well-educated next generation. Human activities generate vast amount of data in pursuit of a sweet home in proximity of excellent school, good workplace and acceptable marketplace where commuting is reduced while travelling is recreational and entertaining. Our *everything* that is called digital something proof of our mental, social, professional personality transmitted, collected, registered, complied and stored.

We are not mentioning big data here; we emphasize very big very heterogeneous data, a fingerprint of a very hectic concatenation of affairs. It is secret and private while open and obligatory, both insular and linked. It is virtual and tangible; real and imaginary. It is machine readable, but not auto-comprehensible. Heterogeneity comes from many different directions. Phenomena not only occur but they are perceived by observers of different standing, who register perception with different mapping algorithms.

We can take it for granted that data is the new fuel of the 21st century. It seems very despairing to find the clue, but there are performers of long standing and newbies alike, who have already initiated utilities for intelligent analytics. Giant media and online service providers, IT and GIS consortiums have already been demonstrated that there is no too big data which cannot be handled in some way or the other. But the question remains: what is it good for? Furthermore, who is it good for?

It is the responsibility of the law makers to have private data kept secret and enforce public data being publicly available. It is the responsibility of the boffins to develop procedures that make data of transitional type anonym but keep applicability of it. We presented in our paper that *agglomeration* of local data at different scale and different level is suitable to achieve these requirements.

References

- JANKÓ, J. A. (2016): MMQGIS Based Address Geocoding with Features Added (2.4).
<http://nostra.org/r/nf4z2rs>
- JANKÓ, J. A. – SZABÓ, GY. (2013): Comparative Settlement Diagnosis. In: Lóki, J. (Ed.): Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában IV.: Térinformatika Konferencia és Szakkiállítás. Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen. pp. 237–243.
- JENKS, G. F. (1967): The Data Model Concept in Statistical Mapping. In: International Yearbook of Cartography 7. pp. 186–190.
- KSH (2009): Gazdasági Szervezetek Regisztere. Központi Statisztikai Hivatal.
http://portal.ksh.hu/pls/portal/vb.teaor_main.gszt_main2
- NAV (2017): Adatbázisok. Nemzeti Adó- és Vámhivatal. <http://nav.gov.hu/>
- RÁDAY, M. (Ed.) (2013): Budapesti utcanevek A-Z, Corvina Kiadó, Budapest.
- SIKOS, T. T. (2000): Marketingföldrajz, Területfejlesztési szakkönyvek, VÁTI, Budapest.

Adaptive Location Based Emergency Message Service: ALBEMS using Wireless Sensor Network

Mohamed Amine Korteby¹ – Zoltán Gál²

¹ PhD student, University of Debrecen, Faculty of Informatics, Korteby.Amine@inf.unideb.hu;

² assistant professor, University of Debrecen, Faculty of Informatics, gal.zoltan@inf.unideb.hu

Abstract: Destruction caused by natural or artificial catastrophes can be dramatic, hundreds of survivors can be imprisoned underneath debris, waiting to be rescued by the Search and Rescue (S&R) team having the main objective to quickly locate victims and survivor in post-apocalyptic situations. To accomplish such kind of saving, we propose an Adaptive Location Based Emergency Message Service (ALBEMS) using Wireless Sensor Networks (WSN). This tool and service is based on a new energy efficient geographic routing protocol for the nodes to locate each other and dynamically set up an adaptive network, where sensors advertise the wounded person's position to the sink, whenever sound activity is detected. The importance of the research focuses on any disaster where rescue is necessary. In this paper, we present the components, architecture and the communication mechanism of the proposed service and we demonstrate the feasibility of such tool and service for disaster survivor's detection in harsh conditions.

Keywords: Disaster, survivor detection, geographic routing, virtual coordinates, wireless sensor network, energy efficiency.

Introduction

Natural catastrophes have weighty effects on the valuable human's lives, property, environment and economic condition of a country. Disasters always happen and can never be predicted. The primary objective of Search and Rescue (S&R) team is to quickly locate victims and survivor in post-apocalyptic scenarios. In most cases of tragedies, most human lose happen because of delay in managing the survivors due to the lack of the information relating the location and the number of victims. The first 48 hours of the aftermath of a catastrophe are crucial. A facility is constructed in a large field to manage disaster response. Firefighters, medical personnel and rescue teams are converged across widespread swaths of the disaster area to assess the situation, assist and locate survivors. The formers need to perform at their highest potential.

Many of the researchers had focused toward events monitoring in emergency scenarios, using a none time critical events with WSN for the environment (BENEDETTI M. 2010), buildings (GOMEZ C. 2010), mine tunnels (LIU Z. 2010), trains and roads tunnels (Flammini A. 2010). Several research fields were also conducted in necessity

and disaster situations for mines and tunnels (RAMULU M. 2009) where the focus was on explosions effects on the infrastructure (PENG S.J. 2012). Some of them had their area of interest focused on WSN architecture for disaster survivor's detection (SAHA S. 2007) and others on earthquake detection and disaster reduction using Wireless Sensor and Actuator Networks (WSAN) based on simulations but with certain drawbacks (RAHMAN M. 2016).

To the best of our knowledge, we are the first to propose an adaptive location based routing mechanism for emergency communication in disaster scenarios, especially earthquakes or snow slide, where survivors are trapped underneath ruins with sensors.

The rest of the paper is organized as follows: related work is discussed in section 2. Elements of the proposed service and tool are in section 3, including the architecture of the message system, the communication mechanism is in section 4. Finally, conclusions and possible perspectives of this work are presented in section 5.

Related work

M. ERD ET AL. work, focus on time-critical events monitoring using wireless sensor networks. A system of energy-efficient wireless sensor nodes has been developed to acquire information about the state of the infrastructure in the event of a disaster. The wireless sensor nodes were positioned in strategic locations to sense possible explosions occurring in the construction. The acquired data is transmitted wirelessly to a central unit, where emergency services were triggered. Data from wireless sensor nodes offers the firefighters and the related staff accurate information about the infrastructure damages and the possibility to detect the building breakdown situation (ERD M. 2016).

N. Ahmad and al suggest an ad hoc wireless sensor network architecture for disaster survivor detection which is an enhancement of previous existing network models (KONE C.T. 2010; SILVA R.I.D. 2010), with the integration of Telemedicine-based systems. Ad hoc relay stations oversee communicating the data precisely to sink node, in the case of disasters, particularly when the disaster situation happens the base stations are unreachable or destroyed, due to some shortcoming in the existing network models (NAVEED A. 2011).

H. Afzaal and N.A Zafar focused on early prediction of earthquakes minimizing destruction caused by the earthquakes using Wireless Sensor and Actor Networks (WSANs). WSANs are deployed in a subnets system for more energy efficiency on the areas in which there is a more probability of damage caused by the earthquake. The actors are used for reporting the predicted earthquake information to a gateway and performing action on the environment to save lives. The gateway communicates with the base station so that the information is circulated towards people quickly (AFZAAL H. 2016).

DistressNet (STEPHEN M.G. 2010) is an extensible, scalable, heterogeneous network that minimizes congestion using multi-channel communications and has a distributed collaborative sensing and robust, adaptive localization and location-based services that provide accurate detailed data that enhances decision support. It is proposed as a solution for the lack of communications infrastructure faced in larger disasters scenarios. Where entire regions suffer from degraded communications, and the remaining capacity is exhausted by the demands of victims. It is being implemented using custom and commodity sensors, mobile and static gateways capable of cross-protocol routing, and a variety of servers providing network services, analysis, and decision support.

A detailed discussion of the proposed communication technologies for emergency services is given in the (GRANT C. 2015). As an infrastructure-based network technology groups are: cellular, satellite, WLAN, wireless sensor network and wireless mesh network. Infrastructure-less network technologies considered for emergency advertisements are: Wi-Fi direct, Bluetooth/ZigBee, mobile ad hoc network (MANET, VANET) and multi-hop ZigBee. Cognitive radio systems having the feature to autonomously detect existing communication links makes them usable in most emergency cases. Satellite networks offer not only transmission service of the data but geographic coordinate information to the connected nodes. This extra service is essential to the users being in a catastrophic situation.

Architecture and services of the ALBEMS system

Figure 1(a) shows the ALBEMS system architecture during an emergency event, e.g., earthquake, fire, hurricane, flood etc. The data communication is hierarchically forwarded through different levels of the system. The system architecture is composed of ALBEMS Nodes (AN), these are sensors that are installed on buildings which acquire information about survivors and send the data off to the ALBEMS Sink Node (ASN). The ASN in this network architecture is in charge for forwarding the

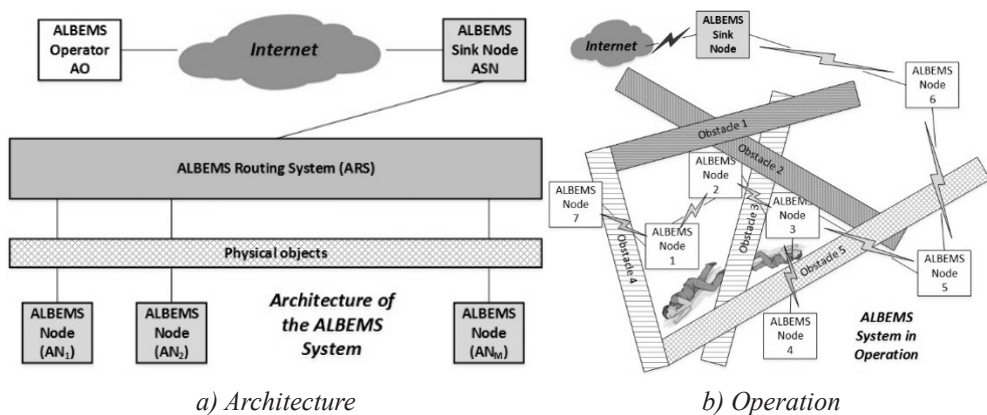


Figure 1. Model of the ALBEMS system

information to ALBEMS Operator (AO). The AO center is responsible for receiving the critical disaster information after the catastrophe. The AO authority at the AO center delivers S&R teams at the point of need within a limited time. The collected sensor data is passed from the AN to the ASN using the ALBEMS Routing System (ARS), which will be described in more details in section 4.

The ALBEMS System in operation, *Figure 1(b)* has several functions integrated: a) detection of sounds in the neighborhood produced by the victim; b) emergency signal transmission to the operator; c) voice message playing to the victim; d) geographic coordinate determination for each AN; e) capturing physical parameters of the environment (i.e. temperature, humidity); f) transmission to the ARS; and blinking light indication to the victim.

Adaptive communication mechanism of the ALBEMS system

In our research, the nodes are placed in virtual coordinates known as Grid Points (GP). Filled Grid Points (FGP) have sensor nodes in their vicinity, defined by a sphere $G(r, V)$, where r is the radius and V is the Descartes coordinates of the sphere's center. V_x, V_y, V_z are the virtual coordinates of GP. Because of the relatively small value of the r , vicinity radius, at most only one node can be in any $G(r, V)$. Non-filled Grid Points (nFGP) have no sensor nodes in their vicinity given by radius r .

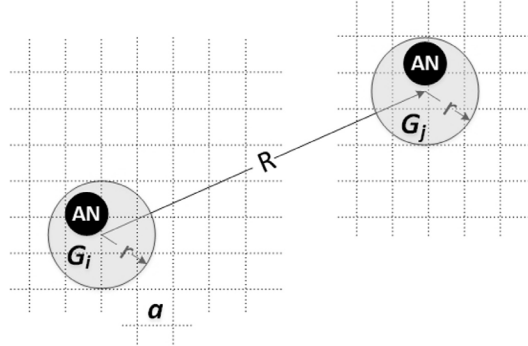


Figure 2. Relation between Grid points and AN nodes

The radio interface is able to cover distance at least R . Four running modes have been defined for the sensor nodes to improve the energy efficiency of the network. The activities in these running modes are presented in *Table 1*.

The GP can be classified as follow: AF, PF, AS for FGP; PS and obstacles are nFGP.

The First-Class Neighbors (FCN) are the nodes inside the intersection of the spherical sensing range $[R, R+dR]$ and the incomplete pyramid given in *Figure 3*. Because of energy constraints we want our network to have the minimum number of hops as possible. Not to forget that having a large radius consume energy and

Table 1. Running modes of the ALBEMS node

Running mode	Data forwarding	Setup initiation	Signal forwarding
Active Forwarder (AF)	+	+	+
Passive Forwarder (PF)	-	+	+
Active Sleeping (AS)	-	-	+
Passive Seeping (PS)	-	-	-

having a small one leads to data latency. We defined an incomplete 3D shape pyramid having hexagon bases. This 3D shape is perfect over square or triangular shapes in our architecture because we want to cover the entire area without overlapping (i.e. we can cover the entire geographical region without any gaps), as we want to connect every existing sensor in the 3D space to reach our objective.

We divided our routing protocol into two specific phases: i) Path Setup phase (PS_Phase); ii) Data Transmission phase (DT_Phase). The PS_Phase aims to discover multiple routes where each node performing a Three-Way Handshake with it FCN. The optimum path, in number of hops and remaining energy, is selected for the DT_Phase.

In *Figure 3*, S_0 (Source) wants to transmit data to S_N (Destination). For that matter, S_0 start the PS_Phase and send a signal to it FCN nodes (S_3 and S_4) included in the first zone (Z_0). The signal frame structure contains fields: FC (Field Control), FZP (First Class Zone Parameters), SA/DA/PA (Source/ Destination/ Previous Addresses) and ST (Status: Aging Time/ Energy Level/ Number of Hops, etc.). The Data Frame has the same structure extended by DATA field. In the Field Control record are included: FT (Frame Type: Signal/Data), AM (Addressing Mode: Vertex/Center), TC (Trial Counter: First/Second), S/A (Setup/ACK), EXT (Extension), see *Figure 4*. S_0 gets back an ACK from S_3 and S_4 , even though S_1 and S_2 are closer to the source but as we said before we want our protocol to have the minimum number of hops as possible on the path. Nodes S_5 , S_6 and S_7 cannot be FCN to S_0 from the point that they are far away from it sensing range. S_3 and S_4 redo the same process with their own FCN (S_8 and S_9) for S_4 .

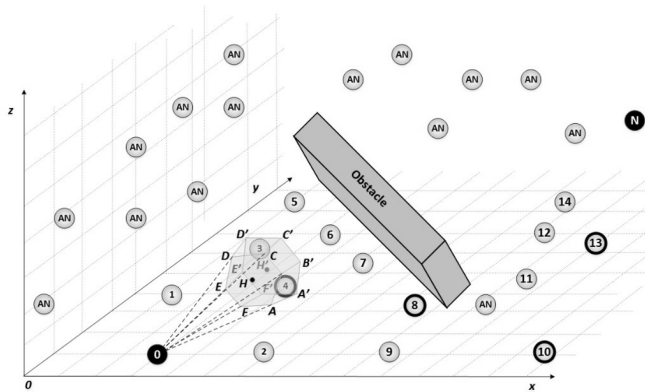


Figure 3. Routing mechanism of the ALBEMS system

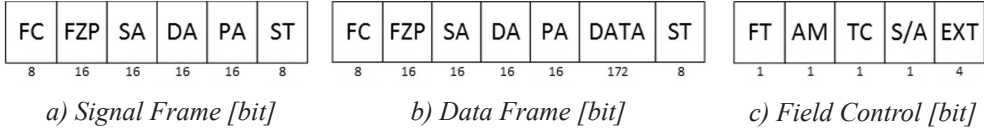


Figure 4. Signaling frame structure

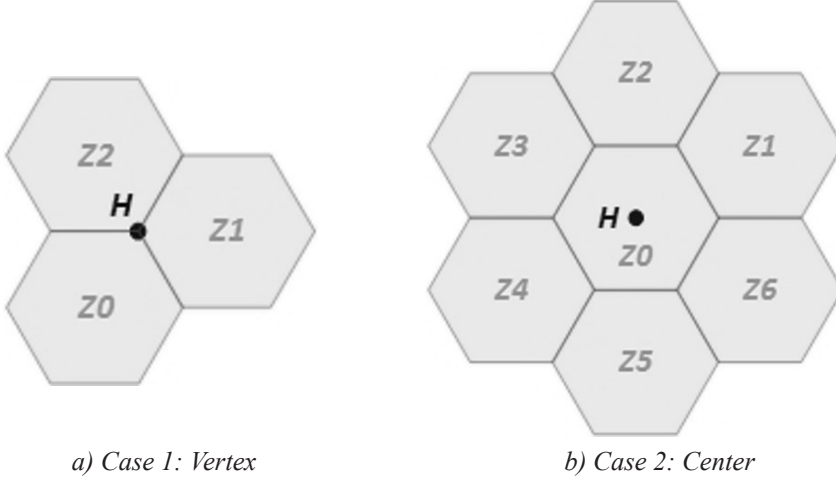


Figure 5. Cases of the next zone addressing

In front of obstacles, nodes cannot perform to their maximum capabilities. Our routing mechanism learns and adapts from the surrounding. In this situation, S_3 will extend its sight vision to three or six more zones depending on the needs. As shown in Figure 5.

Extending the sight vision will create multiple directions instead of performing another trial from S_0 to find another path which will cost energy and bandwidth. S_8 and S_9 have their sight vision clear and convey the signaling process to S_{10} , the last forward to S_{12} and S_{13} because they are part of S_{10} FCN and receive back the ACK, unfortunately for S_{12} the destination is out of reach and it will be the role of S_{13} to send the last hop of the signal to the destination to begin the DT_Phase.

With this mechanism, we dynamically set up a path from the source to the destination in the presence of obstacles and lack of sensors without performing several trails that can aggressively decrease the network lifetime. The final path can either be: a) $S_0, S_4, S_8, S_{10}, S_{13}, S_N$ or b) $S_0, S_4, S_9, S_{10}, S_{13}, S_N$.

Conclusion

In this work, we present the components, architecture and the communication mechanism of a new energy efficient adaptive location based emergency message service using wireless sensor network in emergency scenarios. The outcomes of the research study focus on any disaster where rescue is necessary to save the life of

Table 2. Path setup phase algorithm of ALBEMS

```

function SETUP_INITIATION (formal parameters)
// formal parameters: TC, S/A, R, dR,  $\alpha$ , SA, DA, PA, PathAgingTime, Energy, Hops
TC = 0;
repeat
send SETUP_SIGNAL(TC, R, dR,  $\alpha$ , SA, DA, PA, PathAgingTime)
wait ACK (LinkAgingTime)
if (Link_Time_Counter > LinkAgingTime) or (PATH_ACK [-1]) then
TC = TC + 1
else
wait PATH_ACK
if (Path_Time_Counter > PathAgingTime) or (PATH_ACK [-1]) then
TC = TC + 1
else
send DATA
endif
endif
until TC > 0
if Path_Time_Counter > PathAgingTime then PATH_ERROR endif
end function

```

Setup processing at the Source ALBEMS Node (SAN)

```

function SIGNAL_FORWARDING ()
wait SETUP_SIGNAL(formal parameters)
// formal parameters: TC, S/A, R, dR,  $\alpha$ , SA, DA, PA, PathAgingTime, Energy, Hops
if Path_setup_is_not_in_Routing_table then
store (Neighbour_Table, TC, S/A, R, dR,  $\alpha$ , SA, DA, PA, PathAgingTime, Energy, Hops)
TC = 0;
repeat
send SETUP_SIGNAL(TC, R, dR,  $\alpha$ , SA, DA, PA, PathAgingTime)
wait ACK (LinkAgingTime)
if (Link_Time_Counter > LinkAgingTime) or (PATH_ACK [-1]) then
TC = TC + 1
else
wait PATH_ACK
if (Path_Time_Counter > PathAgingTime) or (PATH_ACK [-1]) then
TC = TC + 1
else
store (Routing_table, NN, TC, S/A, R, dR,  $\alpha$ , SA, DA, PA, PathAgingTime, Energy, Hops)
erase (Neighbour_Table, TC, S/A, R, dR,  $\alpha$ , SA, DA, PA, PathAgingTime, Energy, Hops)
calculate (R', dR',  $\alpha'$ )
send ACK(TC, R', dR',  $\alpha'$ , SA, DA, PA, PathAgingTime)
endif
endif
until TC > 0
if Path_Time_Counter > PathAgingTime then
send PATH_ACK [-1] (TC, R, dR,  $\alpha$ , SA, DA, PA, PathAgingTime)
erase (Neighbour_Table, TC, S/A, R, dR,  $\alpha$ , SA, DA, PA, PathAgingTime, Energy, Hops)
endif
else
send ACK(TC, R, dR,  $\alpha$ , SA, DA, PA, PathAgingTime)
endif
end function

```

Setup processing at the Intermediate ALBEMS Node (IAN)

people in critical emergency circumstances. The proposed ALBEMS communication service has dynamic adaptation feature integrated making possible to communicate in harsh conditions. Possible continuation of this work can be making the algorithm more reliable, effective on a higher scale, determination of the optimum parameters of the routing algorithm based on energy consumption and connection setup time minimization constraints.

References

- AFZAAL H. (2016): Towards Formalism of Earthquake Detection and Disaster Reduction using WSNs, International Conference on Frontiers of Information Technology.
- BENEDETTI M. (2010): Wireless sensor network: a pervasive technology for earth observation, IEEE J.Sel. Topics Appl. Earth Obs. Remote Sens. 3, pp. 488–496.
- ERD M. (2016): Event monitoring in emergency scenarios using energy efficient wireless sensor nodes for the disaster information's, International Journal of Disaster Risk Reduction 16, pp. 33–42.
- FLAMMINI F. (2010): Towards Wireless Sensor Networks for railway infrastructure monitoring, Proceedings of the IEEE Electrical Systems for Aircraft, Railway and Ship Propulsion (ESARS), pp. 1–6.
- GOMEZ C. (2010): Wireless home automation networks: a survey of architectures and technologies, IEEE Commun. Mag. 48, pp. 92–101.
- GRANT C. (2015): Research Roadmap for Smart Fire Fighting, NIST Special Publication 1191, <http://dx.doi.org/10.6028/NIST.SP.1191>
- KONE C.T. (2010): Cluster based Multi-Channel for improving Performance of Large-Scale Wireless Multi-Sink Sensor Networks, IEEE Trans. 2nd International Conference on Future Computer and communication, pp. 163–167.

- LIU Z. (2010): A wireless sensor network based personnel positioning scheme in coal mines with blind areas, *Sensors* 10 pp. 9891–9918.
- NAVEED A. (2011): Ad hoc wireless Sensor Network Architecture for Disaster Survivor Detection, *International Journal of Advanced Science and Technology*, Vol. 34.
- PENG S.J. (2012): Experimental study on the influence mechanism of gas seepage on coal and gas outburst disaster, *Saf. Sci.* 50, pp. 816–821.
- RAHMAN M. (2016): Implementation of ICT and Wireless Sensor Networks for Earthquake Alert and Disaster Management in Earthquake Prone Areas, *Procedia Computer Science*, pp. 92–99.
- RAMULU M. (2009): Damage assessment of basaltic rock mass due to repeated blasting in a railway tunneling project, A case study, *Tunn. Undergr. Space Technol.* 24, pp. 208–221.
- SAHA S. (2007): A Wireless Sensor Network Protocol for Disaster Management, *IEEE Trans. International Conference on Information, Decision and Control*.
- SILVA R.I.D. (2010): Wireless Sensor Network for Disaster Management, *IEEE Trans. Proceedings of International conference on Networks operation and management symposium (MOMS)*, Osaka Japan, pp. 870–873.
- STEPHEN M.G. (2010): DistressNet: a wireless ad hoc and sensor network architecture for situation management in disaster response, *IEEE Communications Magazine* 48(3)

Teljes jelalakos LiDAR adatok feldolgozása erdőterületeken

Kovács Zoltán¹ – Katona Zsolt² – Takács László³

¹ mérnökinformatikus és fejlesztő, Pannónia Kft., kovacs.zoltan@pannoniakft.hu;

² ügyvezető és GIS fejlesztőmérnök, Envirosense Hungary Kft., katona@envirosense.hu;

³ fejlesztőmérnök, Envirosense Hungary Kft., takacs@envirosense.hu

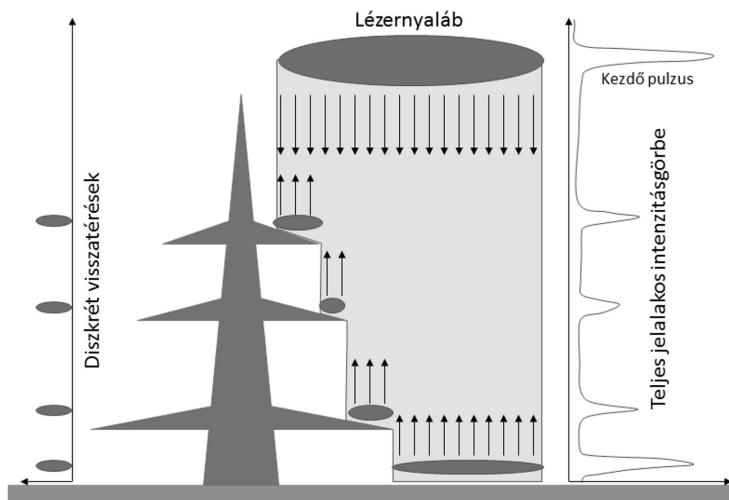
Abstract: Parallel with the lower price of Light Detection And Ranging (LiDAR) technology a newer research area has been emerged in the forestry. Investigating the full-waveform (FWF) LiDAR data, the shape of the recorded signal may indicate the internal structure within the tree crowns which may be suitable for identifying tree species. In this article the very first phase of data processing, the detection of reflections in the signal has been shown. Python, R and C# codes are used to delineate tree crowns, detect individual reflections and generate composite waveform for voxels.

Bevezetés

Napjainkra a LiDAR (Light Detection And Ranging), mint saját jelforrással rendelkező, aktív távérzékelési rendszer, egyre alacsonyabb költségei valamint a létrejövő nagy pontosságú pontfelhők révén a legkülönbözőbb alkalmazási területeken válik egyre elterjedtebbé a régészeti vizsgálatoktól (DONEUS ET AL., 2008) az erdőgazdálkodáson (CAO ET AL., 2016) át a városi felszínek detektálásáig (SZABÓ. ET AL 2014; SZABÓ ET AL. 2015; SZABÓ ET AL 2016).

A légi lézerszkennelés egyik legnagyobb előnye, hogy pontos geometriai adatokat hozhatunk létre területekről. A mérés során a műszerből kibocsátott, földfelszín irányába tartó lézernyaláb visszaverődik a felszínről valamint a rajta található egyéb objektumokról. Az eszköz pontos helyének és helyzetének ismeretében a kibocsátott lézersugár által megtett utat az eltelt idő függvényében számolhatjuk ki. Erdős területen például a lombkorona egyes ágairól várható először visszaverődés, majd az impulzus egy része eljuthat a talajig, ahonnan újabb visszaverődés szenved. A mérés során ezeket a visszaverődéseket detektáljuk és rögzítjük. Az észlelés típusa alapján két nagyobb csoportra bonthatjuk az adatgyűjtést, beszélhetünk (1) diszkrét visszaverődéseket (pl.: első, utolsó visszatérés) rögzítő, valamint (2) teljes jelalakos (Full-waveform, FWF) LiDAR technológiáról.

A teljes jelalakos adatrögzítésből levezethetőek a diszkrét visszaverődési adatok, de FWF adatok részletesebb képet adnak a lézernyaláb által észlelt visszaverődésekből (*I. ábra*). A FWF LiDAR adatok elemzésével további rejtett (erősebb jelekkel átfedő) csúcsok, gyengébb intenzitású csúcsok is kinyerhetőek.



1. ábra Sematikus ábra a diszkrét visszaverődéseket és a teljes jelalakot gyűjtő LiDAR-ról (saját szerk.)

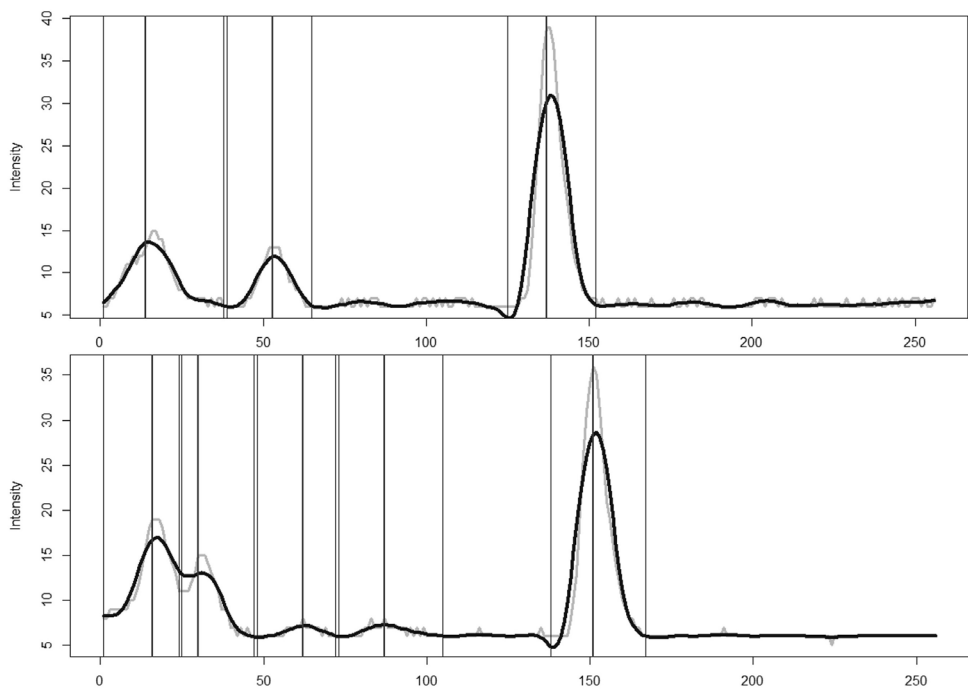
Cikkünkben egy erdőterületen gyűjtött FWF LiDAR adatállomány feldolgozásának kezdeti lépéseit mutatjuk be, melynek célja azt megvizsgálni, hogy a teljes jelalakos LiDAR adatok milyen módon járulhatnak hozzá a faegyedek azonosításához, hogyan használhatóak fel az egyedek, blokkok fajainak azonosítására, valamint végső soron milyen formában lehet képes egy adott terület fatömegének meghatározására.

Adatfeldolgozási módszerek

A lerepülést követően előállt LAS bináris állományt az Martin Isenburg és csapata (Rapidlasso GmbH) által fejlesztett LASTools nevű – részben - free szoftver (ISENBURG, M. 2014) segítségével ASCII fájlá alakítjuk, mely további feldolgozása már könnyebben közelíthető, ellenőrizhető. A fájl soronként tartalmazza egy-egy lézersugárhoz rendelt X, Y, Z koordináta mellett a jelalakhoz tartozó intenzitásértékeket is. Ezek képezik a további feldolgozás alapját.

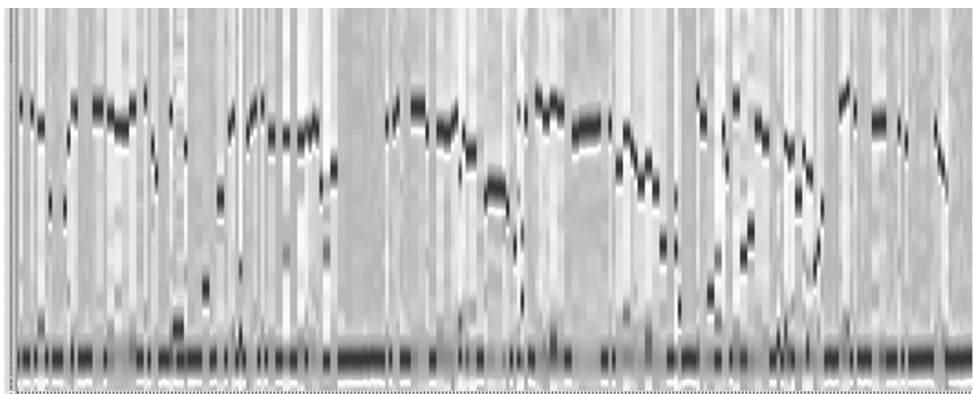
A jel zajjal terhelt így egy 11-es ablakméretű Savitzky–Golay simító szűrő (SAVITZKY, A. – GOLAY, M.J.E. 1964) segítségével egy simítottabb jelalakot kaphatunk eredményül. Az ennél nagyobb ablakméret két közeli csúcsot már egybe moshat (pl.: két jól kivehető csúcs, közé kerülne a simított csúcs). Ennél kisebb ablakméret esetén pedig több hamis csúcsot kapnánk a további feldolgozás során.

A következő lépés a csúcsok, a visszaverődések detektálása. Erre számos megközelítés létezik. Jelenleg egy egyszerű, gyors, könnyen implementálható módszert, az első derivált módszert használunk. A lokális maximumokat úgy keressük meg, hogy deriváljuk az eredeti görbét, megnézzük, hogy a simított görbén hol vannak olyan értékek, amelyek mellett mindkét oldalt alacsonyabb értékek

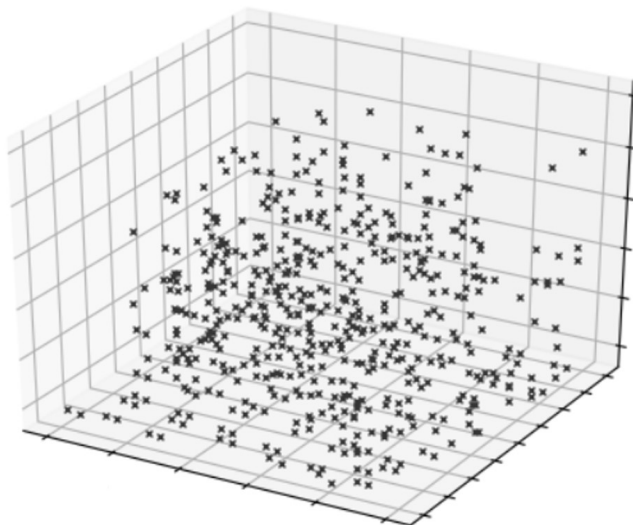


2. ábra Jelalak feldolgozásának vizuális ellenőrzése R diagramok formájában

vannak. Azokat a csúcsokat, amelyek a görbe abszolút maximális értékének nem éri el bizonyos százalékát, azokat ignoráljuk. Az egymáshoz túl közeli csúcsokat pedig összevonjuk. A csúcsok helye, intenzitásértéke mellett a csúcs szélessége is további információkkal szolgálhat a későbbi elemzések során a faegyedek azonosításánál, amennyiben egy-egy fajra jellegzetes szerkezetet sikerül azonosítani. A jel szélességét két opció szerint nyerhetjük ki jelenleg vagy a simított görbe csúcsa mellett található inflexiós pontok, vagy a maximális intenzitás érték felét meghaladó szomszédos pontok tartománya jelöli ki.



3. ábra Egy faegyed szegmensébe eső jelek intenzitás szerint színezett ábrája pásztánként egymás mellé rendezve



4. ábra Egy faszegmensbe tartozó teljes jelalakok csúcspontjai 3D-s térben vizualizálva

A későbbiekben több módszert is tesztelni tervezünk, köztük a Wavelet módszer, a második deriváltakból levezetett Spline görbületi módszert, valamint az erőforrásigényesebb Gauss görbével történő illesztést.

Tesztelés

Az előző fejezetben kifejtett eljárások tesztelése Python program nyelven kezdődött, ahol nagy számú package több lehetőséget is nyújt az adatok, a módszerek előzetes elemzéséhez. A megbízható rendszerelemeket pedig C# programnyelven is implementáljuk a rövidebb futtatási idő érdekében. Az ellenőrzésekhez és vizuális megjelenítéshez Python és R kódokat tartalmazó text fájlok generálódnak a futtatások során. Az R kódok például lehetővé teszik, hogy random módon jelalakokat vizsgáljunk meg (2. ábra), hogy helyes volt-e a csúcsok elhelyezése, van-e rejtett csúcs, vagy olyan amely összevonásra került, de nem kellett volna. Ezekkel a vizuális felülvizsgálattal lehet a szkripteket tovább finomítani.

Egy-egy jelalak feldolgozása mellett a feladat, az egy-egy átalunk lehatárolt objektumhoz pl.: faegyedhez, erdőrészlethez tartozó jelek együttes kezelése, azok feldolgozása és értelmezése. Az erdőrészletek normalizált felületmodelljén (CHM - Canopy Height Model) egy ArcGIS 10.1 alatt megírt Python algoritmust futtatunk mely a faegyedeket szegmentálja a magasságadatok alapján. Egy ilyen szegmenshez tartozó jeleket egymás mellett (párákban) bemutató képet láthatunk a 3. ábrán, ahol a görbék csúcsait vörös pixelekként érzékelhetjük. A detektált visszaverődéseket a jobb vizuális interpretáció miatt 3D-s környezetben is megmutathatjuk egy újabb automatikusan generált python kód segítségével (4. ábra).

Köszönetnyilvánítás

Ez a kutatás a GINOP-2.1.1-15 - Vállalatok K+F+I tevékenységének támogatása, Távérzékelésre alapozott felhő alapú fatömegbecslési és erdészeti nyilvántartási rendszer fejlesztése projekt keretében valósul meg.

Felhasznált irodalom

- CAO, L.– COOPSB, N. C.– INNESB, J. L.– DAIA, J.– RUAN, H.– SHE, G. (2016): Tree species classification in subtropical forests using small-footprint full-waveform LiDAR data, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* (49) pp. 39–51.
- DONEUS, M.– BRIESE, C.– FERA, M.– JANNER, M. (2008): Archaeological prospection of forested areas using full-waveform airborne laser scanning, *Journal of Archaeological Science* (35), pp. 882–893.
- ISENBURG M.: LAStools - efficient tools for LiDAR processing. <http://lastools.org>.
- SAVITZKY, A. – GOLAY, M.J.E. (1964): Smoothing and Differentiation of Data by Simplified Least Squares Procedures, *Analytical Chemistry*, 36 (8), pp. 1627–39.
- SZABO SZ.– BURAI P.– KOVACS Z.– SZABO GY.– KERENYI A.– FAZEKAS I.– PALADI M.– BUDAY T.– SZABO G. (2014): TESTING OF ALGORITHMS FOR THE IDENTIFICATION OF ASBESTOS ROOFING BASED ON HYPERSPECTRAL data. - *Environmental engineering and management journal* 12/2014; 13(11)
- SZABÓ SZ.– ENYEDI P.– HORVÁTH M.– KOVÁCS Z.– BURAI P.– CSOKNYAI T.– SZABÓ G. (2016): Automated registration of potential locations for solar energy production with Light Detection And Ranging (LiDAR) and small format photogrammetry, *Journal Of Cleaner Production* 112:(5) pp. 3820–3829.
- SZABÓ G. – ENYEDI P. – SZABÓ GY. – FAZEKAS I. – BUDAY T. – KERÉNYI A. – PALÁDI M. – MECSER N. – SZABÓ SZ. (2015): Preliminary results on the determination of solar energy potential using LiDAR technology, *International Review Of Applied Sciences And Engineering* 6:(1) pp. 11–17.

Elektronikus forgalmi engedélyre épülő térinformatikai elemzések az okos városban

Spatial analysis based on registered certificate in smart city

Krausz Nikol¹ – Barsi Árpád²

¹ PhD hallgató, BME Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék, krausz.nikol@epito.bme.hu

² egyetemi tanár, BME Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék, barsi.arpad@epito.bme.hu

Abstract: aThe need for smart cities and networks is not new, but the technological development makes it finally possible to be implemented. Hungary's progressive spirit reflects that it is at the forefront of smart city development. The city's development will be entailed urban structural changes, which could be quickly followed by smart city technologies. This paper presents how to use the RFID technology in the smart transportation, security and monitoring system. The described RFID system is a human error and intervention-free system.

Bevezetés

Smart city, avagy az okos város: emberek, folyamatok és technológiák hármásából felépülő egység, amelynek fő célja az élhető város elérése. Az életminőség javításához a három területnek együtt, összhangban kell működnie. A cél eléréséhez globális megközelítés szükséges, amely figyelembe veszi a városlakók igényeit, a hosszútávú városfejlesztési terveket és a helyi szabályozásokat (CARAGLIU ET AL. 2009). A különböző szenzorok alkalmazása élhetőbb várost segít létrehozni, melyben a szenzorok az épületek mozgásvizsgálatáról, a levegőtisztaságról vagy akár a közlekedési folyamatok monitoring eljárásaiból származó adatokkal látja el a szakembereket. Az okos város ellenőrzi, megfigyeli és integrálja a kapott eredményeket. Hosszú távon olyan rendszer az elképzelés, ahol a rendszer önmagát is ellenőrzi a különböző szenzor adatok alapján. Az okos város, mint fogalom nem egységes, mivel annyiféle megközelítés létezik a világon, ahány település kezdte el keresni az erőforrások optimális kihasználásának lehetőségeit. Az innoatív módon felhasznált infokommunikációs eszközök és szolgáltatások a település erőforrásainak és helyi adottságainak figyelembevétele mellett a lakosság életminőségének emelését, illetve a helyi vállalkozások versenyképességének növelését teszik lehetővé. A European Smart Cities Project hat jellemző köré csoportosítva határozza meg egy jól működő okos város modelljét. Az okos város fejlesztések kiemelt figyelmet kapnak a következő évtizedekben, mivel az EU infokommunikációs, innovációs és zöldgazdaság-törekvéseinek metszéspontjában állnak és egy jól működő Smart City projekt jelentősen hozzájárulhat a városi közösség megújulásához, a helyi digitális gazdaság és társadalom megerősítéséhez. A magyarországi városok többsége

felismerte az információs és kommunikációs technológiák (IKT) alkalmazásában rejlő lehetőségeket, a hazai fejlesztések többnyire nem egy egységes stratégiai terv alapján kerülnek bevezetésre, a fejlesztések esetlegesen és nem alkotnak egységes rendszert. A smart rendszerek egyre szélesebb területen kerülnek bevezetésre, egyik lényeges felhasználási terület az intelligens közlekedési rendszerek, ahol a forgalomirányítás, tömegközlekedés, forgalomfigyelés és -számlálás, illetve a különböző behajtási jogosultságok ellenőrzésében nyújt hatékony segítséget. Amennyiben a járművek rendelkeznek elektronikus forgalmi engedéllyel, amely egy kibővített elektronikus rendszámként is funkcionál, a város forgalmi viszonyairól naprakész információt szolgáltat. Meghatározható segítségével az aktuális forgalmi terhelés egy adott útszakaszra, a vonzáskörzetek lehatárolása, illetve az ingázó és átmenő forgalmi terhelés. A begyűjtött adatok további feldolgozásával specializált adatok kaphatóak pl. az úthasználatból eredő útkopás várható mértéke. A lakossági mozgások szintén elemezhetőek a személygépkocsik forgalmi adatainak felhasználásával.

A műszaki lehetőségek lehetővé teszik új technológiák alkalmazását. A gépjárműfejlesztés területén is megfigyelhető, hogy egyre magasabb számban jelennek meg szenzorok, nő az automatizáltság szintje. Minden jármű rendelkezik hatósági engedéllyel, mely bizonyítja, hogy a jármű jogszerűen vesz részt a közúti közlekedésben. Az engedély előre meghatározott formátumú és tartalmú. Meg akartuk vizsgálni, hogy a hagyományos papír alapú forgalmi engedély kiváltható-e egy elektronikus változattal, mely környezetbarát, intelligens és szélesebb felhasználási lehetőségekkel bír. Vizsgálatainkat az elektronikus forgalmi engedély használhatóságáról egy rádiófrekvenciás rendszerrel folytattuk le.

RFID – angol rövidítés (*Radio Frequency Identification*) – rádiófrekvenciás azonosítást jelent. Az RFID rendszer három fő komponensből áll: tag (címke), reader (olvasó) és az antenna (FINKENZELLER K. 2003). A méréshez felhasznált RFID eszközök Identec Solutions termékek. A mérésben használt tag-ek aktív 100 méteres hatótávúak és képesek a hőmérsékleti adatok felhasználó által meghatározott időegységenkénti mérésére és rögzítésére. Az antenna pedig minden irányban közel azonos érzékenységgű, úgynevezett omnidirectional típusú. A reader egyszerre több tag-gel képes kapcsolatot tartani, adatokat venni a tag-ektől és írni azok memóriájába, ha szükséges. A rendszer részletesebb ismertetése korábbi cikkben bemutatásra került (KRAUSZ N. – BARSÍ Á. 2007). Egy RFID rendszer, működés közben feladattól függően küld adatokat a reader részére. Ha csak a jelenlét dokumentálása a cél (sensing), akkor a tag-ek csupán az azonosítójukat küldik el, a reader pedig rögzíti ezeket a beérkezéskori időbélyeg és jelerősség-értékekkel együtt. A rendszer nemcsak egyedi azonosítók kiolvasására képes, hanem a tag memóriájában eltárolt adatok kiolvasására is. Ezeket az adatokat csak a címke adatok kiolvasása (reading) után lehet lekérdezni, ennek megfelelően pedig bővül a szenzorokból származó rögzített adatlista. A gyártó által rendelkezésre bocsátott adatok alapján csak jelenlét dokumentálás esetén több, mint 100 tag/másodperc, míg adatkiolvasás (128 bit) esetén 35 tag/másodperc kapacitás várható.

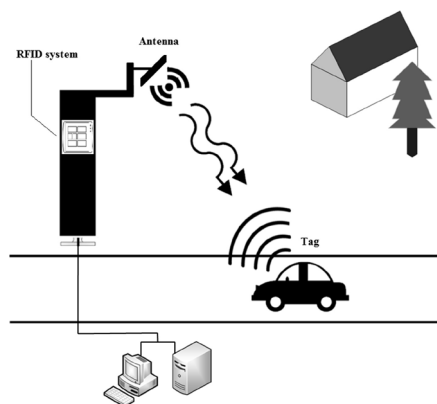
Elektronikus forgalmi engedélyen alapuló tesztek

A közlekedés integrált és stratégiai tervezése, valamint teljesítményének értékelése a járműfolyamok nagyságán és mozgásán alapul. Egy RFID rendszer használata a forgalom monitorozására hatékony adatgyűjtést tesz lehetővé. A beérkező adatok felhasználása a forgalom menedzseléséhez akár azonnali beavatkozást biztosít a torlódások elkerülésére. A rendszer felhasználható útdíj és behajtási jogosultság kezelésére. A kutatás a városi közlekedés és a különböző behajtási engedélyek kezelésére irányul, így a mérések kivitelezésekor a szempontrendszer ennek megfelelően lett felállítva.

Az elektronikus forgalmi engedély vizsgálatán alapuló tesztek több mérési napon kerültek kivitelezésre. A felhasznált tag-ek memóriájába feltöltöttük a kiolvasni kívánt adatokat. Az adatok mennyiségét fokozatosan bővítettük és ellenőriztük, hogy okoz-e bármilyen kiolvasási nehézséget az eltárolt nagyobb adatmennyiség. Az általunk a mérésekben használt tag-ek beépített hőmérős aktív tag-ek, illetve aktív tag-ek hőmérő funkció nélkül. A tag-ek memóriája 8 és 32 kilobyte volt, melynek több, mint 90 százaléka a felhasználó általi adatokkal tölthető fel. A gyár által megadott adatletöltési sebesség 115.2 kbits/s. A teljes memóriakapacitást a mérések során nem használtuk ki. Megvizsgáltunk különböző mérési elrendezéseket is, hogy lássuk a rendszer végleges kialakításához melyik bizonyul a legjobbnak. A tag-ek között az első szélvédőnél kerültek elhelyezésre, mivel korábbi mérések alapján ez a pozíció bizonyult a legjobbnak.

A rendszer működését szemlélteti az *1. ábra*. A jármű az azonosítására szolgáló tag-el van felszerelve, mely tartalmazza az összes adatot a járműről. Az összes tesztjármű feltöltött adatait mutatja az *1. táblázat*. Az első kísérleti mérésakor csak a rendszám, gyártmány, járműtípus és a hajtóanyag megnevezése szerepelt a tag-ek memóriájában. Mivel a kezdeti nyers adatok feldolgozása után az eredmények biztatóak voltak, a tag-ekbe feltöltésre került a forgalmi engedélyben szereplő teljes adatsor. Az adatok alapján meghatározhatóvá válik az adott útszakasz terheltsége és akár a CO₂ kibocsájtás mértéke is. Egy teljes kiépített hálózat esetén könnyen létrehozható a járműforgalomból származó légszennyezettségi adatok tematikus megjelenítése az adott városra.

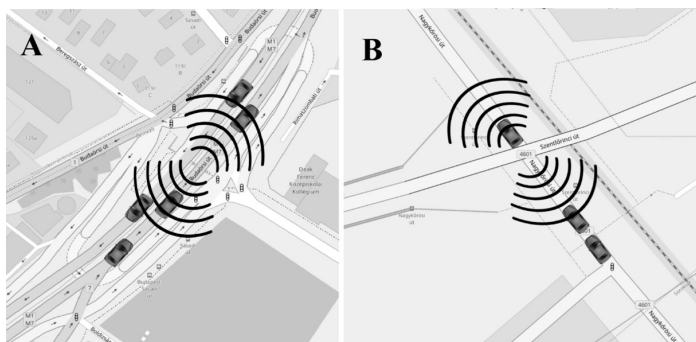
A rendszer tesztelésekor a forgalmi sebességek mérési körönként előre definiáltak voltak. A haladási sebességek városi forgalom esetén: 5 km/h, 10 km/h, 30 km/h és 50 km/h (*2. B ábra*), bevezető gyorsforgalmi illetve autópályán mért adatok esetén 70 km/h és 100 km/h (*2. A ábra*). A vizsgálat részét képezte, hogy a leolvasás iránya alapján hány érzékelést lehet végrehajtani, illetve mekkora az átlagos időintervallum, amíg adott sebesség esetén az antenna és a tag kommunikálni tud egymással, mielőtt a jármű az antenna hatósugarából kiér. Azonos körülmények között kerültek kivitelezésre a sensing (érzékelés) és reading (kiolvasás) mérések.



1. ábra RFID rendszer kommunikációja az autóval

1. táblázat A tesztmérésekhez feltöltött forgalmi engedély adatok (az ékezet nélküli magyar nyelvű mezőnevekkal és adatértékekkel)

rendszám	TEST001	TEST002	TEST003	TEST004	TEST005
gyartmany	Toyota	Opel	Peugeot	Volkswagen	Ford
jarmu_tipus	Prius	Astra	607	Golf	Mondeo
jarmu_kat	M1	M1	M1	M1	M1
osszsuly [kg]	1325	1405	1550	1320	1670
tengelyszam	2	2	2	2	2
teljesitmeny [kW]	57	85	98	80	176
hajtoanyag	HIBRID	BENZIN	DIESEL	DIESEL	BENZIN
korny_besor	9	16	7	7	15
szin	01_feher	08_szurke	06_kek	01_feher	06_kek
valto_tipus	2	0	2	0	3
gyartasi_ev	2008	2016	2003	2002	2011
motor_kod	1NZ-FXE	Z16XER	4HX	AHF	WF05

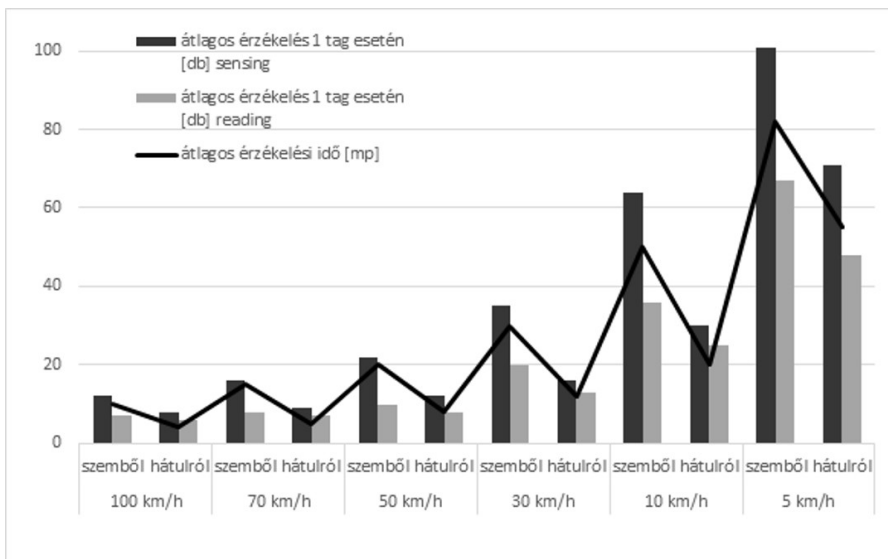


2. ábra A tesztmérések helyszínei

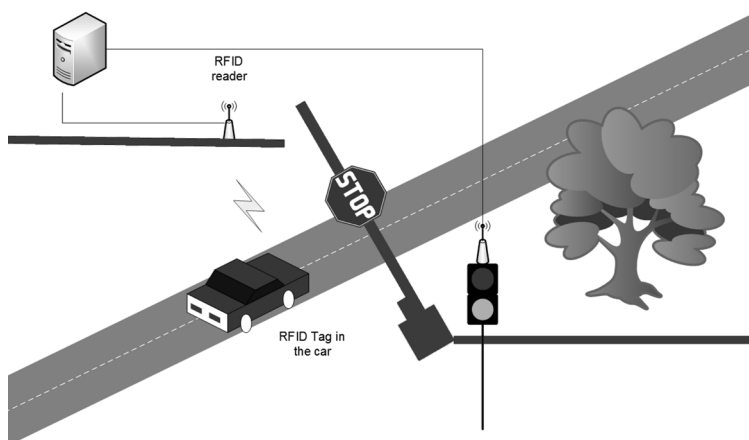
Eredmények

A feldolgozás során az azonos sebességekhez tartozó adatsorok elemzésével arra a következtetésre jutottunk, hogy a gyártó által megadott specifikációban szereplő kiolvasási képességnél jobb eredményeket kaptunk, holott a mérésben használt laptopok antenna „megszóllaltató” képessége befolyásolja az antenna-tag kommunikációjának darabszámát. Az eredmények így átlagértékként kerülnek megjelenítésre a 3. ábrán, ahol a sebességek és a haladási irányok alapján kerültek csoportosításra az értékek. Az eredményekből látszik, hogy akár nagy sebesség mellett a jármű az antennától távolodó mozgása esetén is megbízhatóan azonosítható és a memóriában tárolt adatok kiolvashatóak. Az adatsorokban megjelenő hiányos adatsorok előfordulása egy-egy tag-re lebontva az adott mérésre elenyésző mértékű. Jellemzően abban az esetben fordul elő, mikor a teljes adatkommunikációra nincsen lehetőség, mivel az érzékelési tartományból kikerül a tag. Ebben az esetben az azonosítóját az időpecséttel ellátva megküldi az olvasónak, csak a teljes adatsor kinyerésére nem kerül sor. A csak sensing típusú mérések esetén ez a jelenség nem jelentkezik.

A tag azonosítóját elektronikus rendszámként kezelve a városüzemeltetés hatékonyságát lehet növelni. A behajtási zónák esetén automatikus intézkedés történhet a leolvasás után a behajtási jogosultságnak megfelelően (4. ábra). A behajtás ellenőrzése automata módon megtörténhet az esetleges időszaki korlátozással bíró területeken is, jellemzően szmogriadó esetén. Az egyszerre érzékelt tag-ek száma nem befolyásolta az eredményeket, míg elhelyezkedésük igen. Az egymás után érkező járművek esetén magasabb számú volt a kommunikáció, mint több sávban egyidejűleg érkező járművek esetén. Ez alapján egy végleges rendszerben célszerű sávonkénti



3. ábra A mérésekhez tartozó átlagos összesített adatok a haladási sebesség és irány alapján



4. ábra Behajtási engedély vizsgálata

antenna elhelyezéssel számolni a pontosabb eredmények érdekében. Kivitelezésre kerültek mérések oldalsó elrendezésben is, tehát az antenna az út szélén helyezkedik el, előtte haladnak el a járművek. Ezen mérések adatait összevetve a szemből mért adatokkal, az adatkiolvasás átlagosan azok 80%-át éri el. Az eredményben a fém közeg árnyékolási képessége jól látható. Mobil antenna használatával a forgalom megállítása nélkül, esetlegesen annak kisebb mértékű lassításával a résztvevők ellenőrizhetők, hogy rendelkeznek-e érvényes műszaki vizsgával.

Összefoglalás

A cikkben ismertetjük az elektronikus forgalmi engedély használatán alapuló tesztet és azok eredményeit. Vizsgálataink során bizonyítottuk, hogy a város, mint komplex rendszer kezelése egy RFID rendszer által szolgáltatott adatokkal lehetséges és hatékony. A különböző haladási sebességekhez tartozó átlagos teljes adatkiolvasáshoz tartozó darabszámot és azok átlagos érzékelési idejét meghatároztuk. A kapukon, karos jelzőlámpa oszlopokon elhelyezett antennák, melyek sávonként figyelik a forgalmat, azonnali visszajelzést adnak a forgalom aktuális nagyságáról az adott területen. Az időbélyeg adatok felhasználásával egy útszakasz két egymás után elhelyezett antennája között a forgalom sebességének meghatározására képes egy kiépített rendszer. A sebesség és forgalom adatokból torlódások és fennakadások jelezhetőek automata módon; intelligens vezérlésű (változtatható jelzéseképű) táblák segítségével pedig alternatív útvonalra terelhető a járműfolyam. A városi forgalomirányításnak segítsége lehet a közlekedési lámpák vezérlésében is, mivel a kapott adatok alapján a csomóponti terhelés meghatározható, így hosszabb ideig biztosíthat zöld jelzést a nagyobb forgalmú útnak, ha a keresztező irányból nulla vagy kicsi az érkezők száma. A vázolt rendszer képes a járművek megállítása nélkül ellenőrizni a forgalomban való részvétel feltételeit (pl. műszaki vizsga megléte, érvényes forgalmi engedély). Az elektronikus forgalmi engedély használata hatékony

forgalmi adatszolgáltatást tesz lehetővé, melyet az okos város további rendszerei felhasználhatnak.

Felhasznált irodalom

CARAGLIU, A. – DEL BO, C. – NIJKAMP, P. (2009): Smart cities in Europe, CERS, pp 45–59.

FINKENZELLER, K. (2003): RFID handbook John Wiley and Sons, Chichester, p. 446.

KRAUSZ N. – BARSÍ Á. (2007): RFID technológia: a helymeghatározás új eszköze, Geomatikai Közlemények X, pp. 99–106.

KRAUSZ N. – BARSÍ Á. (2007): Rádiófrekvenciás azonosítás a közlekedés biztonságának támogatására, Geodézia és kartográfia LIX(8–9) pp. 24–28.

<http://www.smart-cities.eu/>

<http://smartcitiescouncil.com/>

<http://smartcities.ieee.org/about>

https://en.wikipedia.org/wiki/Smart_city

Karsztjelenségek vizsgálata légi fotogrammetriai módszerrel az aknaszlatinai sókarszt területén (Ukrajna, Kárpátalja)

Kurtyák Ádám¹ – Gönczy Sándor² – Tar Edina³

¹geográfus, II Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola, Felsőfokú Szakképző Intézet, adamch4@kmf.uz.ua

²főiskolai docens, II Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola, Földtudományi és Turizmus Tanszék, gonczyzsanyi@gmail.com

³földrajz BSc hallgató, II Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola, Földtudományi és Turizmus Tanszék, edina96@kmf.uz.ua

Abstract: In the area of Solotvyno salt mines have functioned from the end of the 18th century. Altogether we have knowledge of nine lead-off mines, six of which were close packed prior to the 20th century as there was a frequent inrush of water and, as a result of this, karst formation got underway. In the present study we examined, what surface changes were caused by the karst development of neglected and water-impregnated mine pits due to economic hedge-hopping of the independent Ukraine.

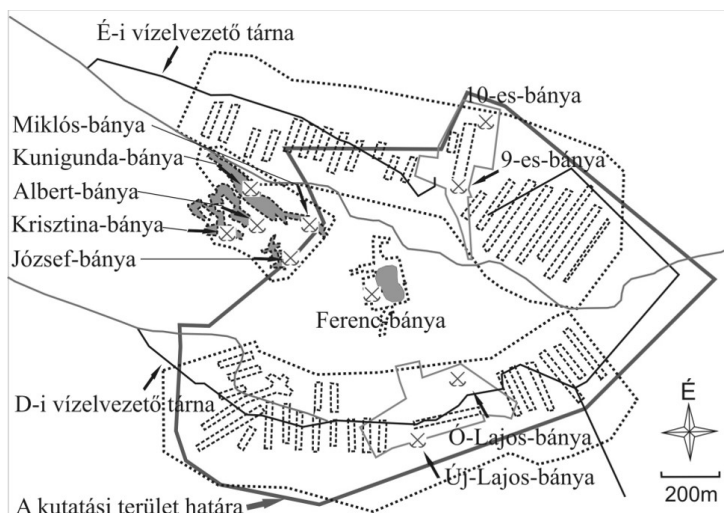
Bevezetés

Aknaszlatina Ukrajna legnyugatibb megyéjében Kárpátalján, a Técsői járásban, a Tisza folyó jobb partján fekszik (*1. ábra*). A terület főleg a só bányászatáról híres, hiszen a felszíni sóvágás és sólepárlás a kőkorszaktól ismert foglalkozás a környéken. Ehhez képest a só ipari volumenű kitermelése szinte gyerekcipőben jár, hiszen alig több, mint 200 éves múltra tekint vissza (RÉTHY K. 2010).

Az 1778-as első bányanyitástól számítva összesen kilenc bánya működött Aknaszlatina területén (*2. ábra*). A legtöbb ideig a 8-as (Lajos-) és a 9-es bánya volt használatba. A 80-as évek végén, a 90-es évek elején kialakítottak egy ún. 10-es bányát is, itt azonban termelés nem folyt (BOSZEVSZKAJA L. – HRUSCSOV D. 2011).



1. ábra Kárpátalja (kiemelve) és a vizsgált bányásztelepülés helyzete Kelet-Közép-Európában (Bing Maps alapján)



2. ábra Az Aknaszlatina területén egykor működő bányák elhelyezkedése
(Lukács K. 2006; Boszevszkaja L. – Hruscsov D. 2011 és Djakiv V. 2012 adatai alapján)

A só ipari méretű kitermelése előtt a felszíni rétegekben kismértékű karsztosodás volt megfigyelhető. E folyamat a bányászat megindulásával annyira felgyorsult, hogy mára a kitermelést is ellehetetlenítette. Tanulmányunkban azt szeretnénk bemutatni, hogy légi fotogrammetriás módszerrel hogyan mutatható be a só karsztosodásához kapcsolódó felszínalakulás.

Anyag és módszer

A kutatási terület lehatárolásakor abba a problémába ütköztünk, hogy nem találtunk olyan térképet, amely méretarányosan és megbízhatóan ábrázolta volna a sóbányák körzetét. Szakirodalmi forrásokból tudtuk, hogy az Osztrák-Magyar Monarchia idején bezárt bányákat konzerválták (BOSZEVSZKA L. – HRUSCSOV D. 2011), így ha karsztos beszakadásokat akarunk vizsgálni a szovjet időben is működött bányák felszíni vetületére érdemes koncentrálni. Ennek megfelelően az egykori Ferenc-, Új-Lajos- és 9-es-bányák területét vettük alapul oly módon, hogy a határt a környező lakott vagy művelt területek mentén húzódó utak vonalán jelöltük ki (2. ábra), az elérhető legfrissebb Google Earth felvételek alapján. Az így kapott 1,4 km²-nyi területet bejárva, illetve megvizsgálva a Google Earth 2014-es műholdfelvételeit, azt tapasztaltuk, hogy a karsztos beszakadások három területen csoportosulnak, ezért a továbbiakban ezekre koncentráltunk.

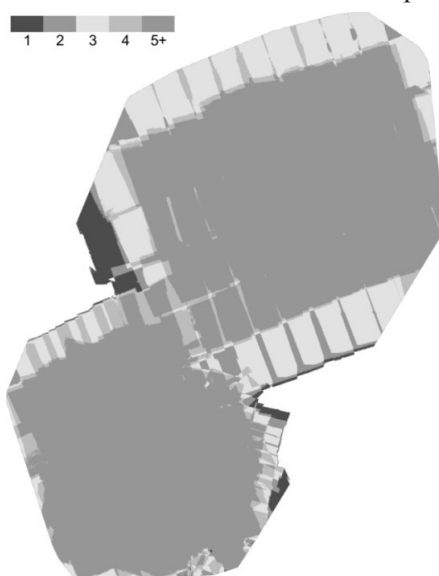
2016. november 29-én légi fényképezést hajtottuk végre, a mintaterület nagy kiterjedésére való tekintettel négy fázisban. Ehhez egy DJI Phantom 3 Advanced quadcoptert használtuk fel, melynek 12,4 megapixeles, 94 fokos látószögű Sony EXMOR 1/2.3” szenzora és GPS/GLONASS jelek fogadására képes vevőegysége kiválóan alkalmas légi térképezésre (INTERNET1). Az egykori Ferenc-és Lajos-bánya

területén nagyméretű – több ezer négyzetméter kiterjedésű – beszakadásokról 40 m-es magasságban készítettünk légifelvételeket. Ezt követően a kisebb beszakadások területi kiterjedését figyelembe véve hajtottuk végre a két, 100 m magasságban történő fotózást. Az egyes felbocsátások alkalmával a drón a Pix4Dcapture mobilprogramban előre kijelölt területen és beállított magasságon automatikus repülést hajtott végre. A merőleges kameratengelyű fényképek az általunk meghatározott 70%-os képátfedési arány megtartása mellett készültek, szintén automatikusan.

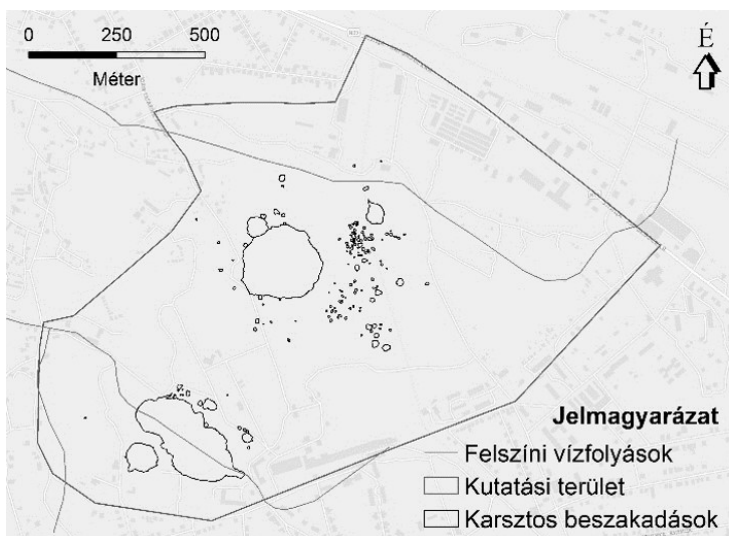
A légi fotózással nyert 516 db GPS-koordinátával rendelkező, 4000x3000 képpont felbontású fényképet Agisoft Photo Scan és Pix4Dmapper Pro segítségével külön-külön is feldolgoztuk. A pontfelhő és a felületi- vagy háromszögháló generálását *High*, illetve *Ultra High* beállítások mellett végeztük el. Az ebből előállított ortofotót és felszínmodellt a WGS84 ellipszoidon értelmezett UTM vetületi rendszer 34N zónájában definiáltuk. A kiexportált elemeket az ArcGIS szoftver segítségével vizuális módon összehasonlítottuk egymással, illetve ellenőrző méréseket hajtottunk végre a terepi GPS-méréseink felhasználásával. Ennek során az általunk megbízhatóbb eredménynek vélt Pix4D állományát tartottuk meg a továbbiakban.

Az elkészült ortofotó 0,7 km² területet fed le, terepi felbontása 2,65 cm. Az ortofotó térbeli megbízhatóságának fontos mutatója az egyazon terepi objektumról készített különböző felvételek száma. Ennek megfelelően vizsgált terület fölött jellemzően 5-nél több átfedő kép készült, míg 3 vagy annál kevesebb átfedő kép csupán a peremszegélyeken fordul elő, ahol felszíni karsztformák gyakorisága jóval kevesebb (3. ábra).

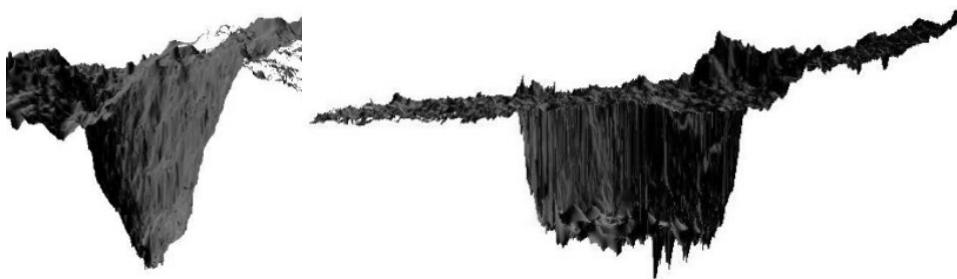
A morfometriai vizsgálatokra felhasznált felszínmodellből 1 m-es szintközzel szintvonalakat hoztunk létre, melyből pedig 3D-s TIN-modellt készítettünk ArcScene környezetben. A felszínmodell és a szintvonalas térkép alapján Global Mapper



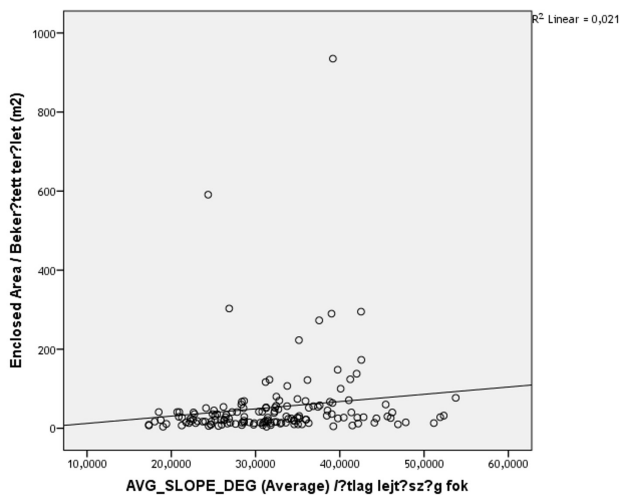
3. ábra Átfedő képek száma az ortofotón (Pix4Dmapper Pro)



4. ábra A karsztos eredetű formák elhelyezkedése a vizsgált területen



5. ábra A karsztos beszakadások jellemző alakjai



6. ábra A karsztos beszakadások területe (Y tengely, m²-ben) és az átlagos lejtőszög (X tengely, fokokban) közötti összefüggés

programmal megmértük a beszakadások átlagos lejtőszögét, átlagos keresztmetszetét, köbtartalmát és felszíni vetületét. A kapott értékek között megpróbáltunk korrelációkat keresni Spearman- és Kendall-féle módszerekkel. A vizsgálatot az SPSS statisztikai programmal végeztük.

Eredmények

Ahogy fentebb jeleztük terepbejárást és légifelvételezést végeztünk a sóbányák területén, melynek adataiból elkészítettük a terület szintvonalakkal kiegészített felszínmodelljét. A légifelvételezés alapján mintegy 154 db karsztos eredetű, beszakadásos formát térképeztünk (4. ábra).

Általánosan véve elmondható, hogy a karsztos formák meredek oldalúak és jobbra tölcser alakúak, de elvétve találunk viszonylag lapos aljzattal rendelkező formákat is (5. ábra). Az egyes formák átlagos keresztmetszete $183,2 \text{ m}^2$, a beszakadások átlagos lejtőszög $32,2^\circ$.

A nagyobb méretű beszakadásoknál gyakoriak a csuszamlásos formák megjelenése és amint a helyszíni tapasztalatok mutatták a kisebb omlások is. Ez érthető, hiszen a sódómot befedő folyóvízi eredetű kavicsos-homokos üledék állékonysága viszonylag intenzív tömegmozgásos folyamatokat tesz lehetővé (GÖNCZY S. 2016).

A karsztos formák felszíni vetülete mintegy $94\,588 \text{ m}^2$ -t tesz ki, ami a quadrocopterrel berepült terület $13,5\%$ -a. Enyhe összefüggést találtunk a lejtőszög és az egyes beszakadások területi kiterjedése között, vagyis minél nagyobb egy karsztos mélyedés, annál meredekebbek a lejtőszögei. A Kendall-féle módszer $0,216$ -os, a Spearman-módszer pedig $0,309$ -es értéket adott (6. ábra).

A felszínmodellből kiszámítottuk a karsztos mélyedések köbtartalmát, ami $1\,922\,456,63 \text{ m}^3$ -nek adódott. A megyei ökológiai szolgálat adatai szerint az aknaszlatinai bányák területén lévő beszakadások 2011-ben $2,6$ millió m^3 , 2015-ben $5,4$ millió m^3 -t tettek ki. A különbség egyrészt abban keresendő, hogy a mi adatbázisunk a vízzel telített dolinák vízfelszín fölötti részét reprezentálja, másrészt az ökológiai szolgálat a korábban tömedékelt karsztos mélyedéseket is beleszámolja, így nem meglepő a nagy különbség (JELENTÉS KÁRPÁLTALJA KÖRNYEZETI ÁLLAPOTÁRÓL 2016).

A továbblépés lehetőségei

A megyei ökológiai szolgálat adatai szerint az Aknaszlatina területén lévő egykori bányák felszíni vetületén kialakult karsztos mélyedések folyamatosan gyarapodnak. A beszakadások köbtartalma négy év alatt – 2011–2015 között – több mint duplájára nőtt annak ellenére, hogy az egykori bánya jogutódja megpróbálja konzerválni a bányát, megállítani a karsztos folyamatot. Sajnos az ökológiai szolgálat által a karsztosodás terjedésére vonatkozó kutatási módszert egyetlen jelentésben sem találtuk meg ezen kívül nem tudjuk, pontosan mekkora területet vizsgálnak, hol

húzzák meg a bányaterület határát.

A felvázolt problémák miatt láttuk szükségesnek detektálni a sókarszt pillanatnyi állapotát és ezzel az elemzéssel alapot teremteni ahhoz, hogy elindítsunk egy hosszú távú monitoringot, amely ugyanolyan módszerrel, ugyanarra a területre koncentrálna készül. Úgy tervezzük, hogy amennyiben lehetőségeink engedik félévente fogunk hasonló felvételezést készíteni.

Felhasznált irodalom

- BOSZEVSZKAJA L. – HRUSCOV D. (Босевська Л. П.-Хрушов Д. П.) (2011): Надзвичайна екологічна ситуація в Солотвино: Геологічні причини і стратегія розв'язання проблеми / Rendkívüli ökológiai szituáció Aknaszlatinán. Інститут геологічних наук Національної академії наук України.
- ДЯКІВ В. (Дяків В. О.) (2012): Закономірності розвитку техногенно активізованого соляного карсту в процесі затоплення шахт № 8 та № 9 Солотвинського солерудника / Az aknaszlatinai sóbánya technogén aktivizációs sókarsztjának fejlődési törvényszerűségei. Збірник наукових праць Волинського нац. ун-ту ім. Лесі Українки - № 9. Природа Західного Полісся та прилеглих територій. Луцьк, с.69-79.
- GÖNCZY S. (2016): Kárpátalja magmás komplexumai (Adattár, ösföldrajz és esettanulmányok). II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola kiadványa. ISBN 978-617-7404-13-1. „RIK-U” kiadó, Ungvár-Beregszász. p190.
- JELENTÉS KÁRPÁTALJA KÖRNYEZETI ÁLLAPOTÁRÓL a 2015. évben / Доповідь про стан наколишнього природного середовища Закарпатської області за 2015 рік. Закарпатська обласна державна адміністрація, департамент екології та природних ресурсів. Ужгород, 2016.
- INTERNET1 – Phantom 3 Advanced Specs <http://www.dji.com/phantom-3-adv/info#specs> (2016. 12. 28.)
- LUKÁCS K. (2006): Aknaszlatina. A só a víz és a levegő kincstára. Magánkiadás, Pécs.
- RÉTHY K. (2010): Aknaszlatina, az európai sóbányászat egyik fellelvára. Bányászattörténeti közlemények 9. 5 évfolyam, 1.

LIDAR-alapú automatikus felszínforma-osztályozás szlovéniai mintaterületeken

Látos Tamás¹ – Telbisz Tamás²

¹ PhD hallgató, ELTE TTK Természetföldrajzi Tanszék, latostamas@gmail.com

² egyetemi docens, ELTE TTK Természetföldrajzi Tanszék, telbisztom@caesar.elte.hu

Abstract: Automated landform classification has always been an exciting and actual theme in geomorphological research since we can use digital terrain models and GIS tools for analysis. In this paper, we use LiDAR based DTM because this dataset has the best resolution nowadays. We developed an automated landform classification algorithm with maximum likelihood classification using the following parameters: elevation, roughness, topographic position index, range, difference from the mean slope, standard deviation of aspect, standard deviation of slope and in one case, the density of closed depressions. In order to verify our method we compare the automated classification results to manual classification outcomes both visually and statistically. The study areas are found in Slovenia at the Trnovo plateau and at the Slivnica Mount near Postojna. These areas are geomorphologically variegated terrains from karst plateaus through dissected slopes to nearby valley floors including landslide-related landforms.

Bevezetés

A LiDAR technológia elterjedésével egyre inkább lehetőségünk nyílik arra, hogy méteres felbontással végezhesünk geomorfológiai elemzéseket pusztán domborzatmodell elemzés útján. A térinformatika bővülő eszköztárának köszönhetően pedig automatikus eljárások is kifejleszthetők, amelyek eredményei lényegében geomorfológiai térképnek feleltethetők meg. Számos kutatás zajlott a témában a LiDAR-nál gyengébb felbontású domborzatmodellek elemzésével (SAMODRA ET AL. 2014; MARTINS ET AL. 2015; RUZICKOVA ET AL. 2015) és LiDAR-alapú DTM-k alapján is (ASSELEN – SEIJMONSBERGEN 2006; KRINGER ET AL. 2009; GÖKGÖZ – BAKER 2015; KNEVELS ET AL. 2017).

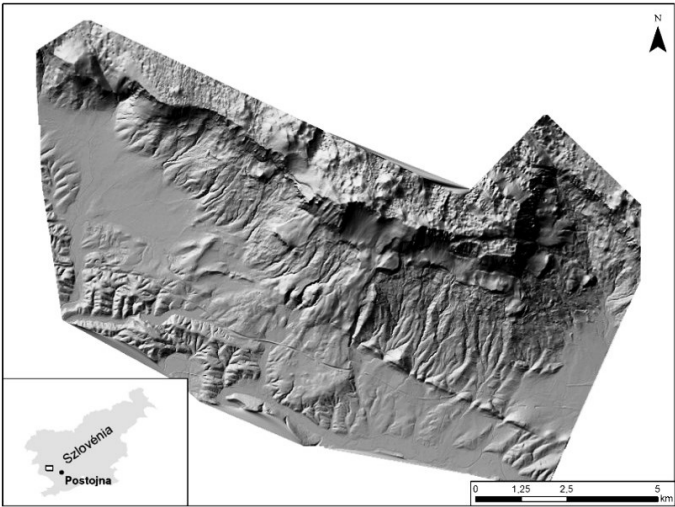
Kutatásunk célja az volt, hogy létrehozzunk egy olyan automatikus felszín-osztályozási eljárást, amely LiDAR DTM-ből levezetett adatok alapján hoz létre morfológiai térképet. Az elemzést három szlovéniai mintaterületen futtattuk le.

Anyag és módszer

A LiDAR adatok forrása a Szlovén Környezetvédelmi Hatóság, amelynek weboldaláról (http://gis.arso.gov.si/evode/profile.aspx?id=atlas_voda_Lidar@Arso&culture=en-US) ingyenesen letölthető az 1 m/px felbontású DTM.

A DTM-ből a szokásosan használt lejtőszög és kitettség értékeken túl az alábbi térképeket vezettük le és használtuk fel az osztályozás során (zárójelben a szűrő mérete méterben): magasság (2), lejtőszög érték szórása (20), átlagos lejtéstől való eltérés (300), kitettség szórása (300), felszíni érdesség (100), topográfiai pozíció (tpi, 10), azaz a környezet átlagmagasságától vett eltérés, relatív relief (10), valamint a harmadik mintaterületen a zárt mélyedések (töbrök) sűrűségterképét (600) is figyelembe vettük (A töbrök levezetését lásd pl. TELBISZ ET AL. 2016).

Az elemzést ArcGIS 10.2.1-ben végeztük. A raszterek elkészítése után tanulóterületeket határoztunk meg az egyes felszinformáknak megfelelően, majd a Maximum Likelihood Classification tool segítségével végrehajtottuk az osztályozást a fenti paraméterek alapján. Számos paraméter-konfigurációt próbáltunk ki, míg a



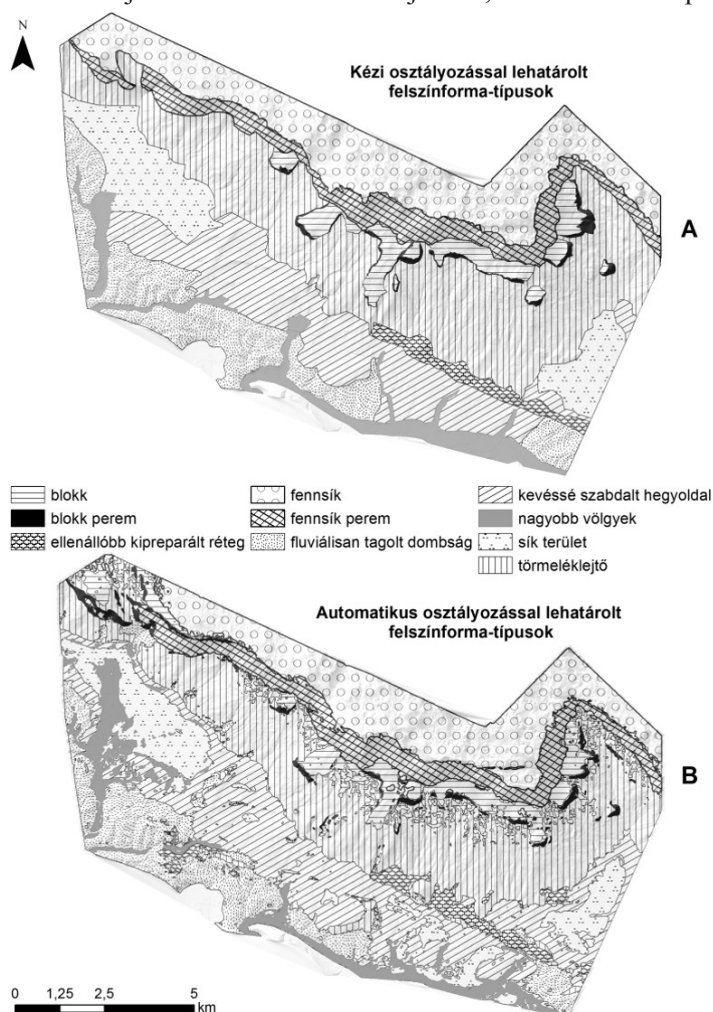
1. ábra 1. mintaterület: a Nyugat-Trnovo-fennsík és déli (délkeleti) lejtőjének árnyékolt domborzati képe. A terület t.sz.f. magassága 51 m-1351 m-ig terjed

1. táblázat a kézi és az automatikus osztályozás eredményének statisztikai összevetése pixelalapon (Nyugat-Trnovo-fennsík)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
fennsík (1)	84%	7%	2%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
fennsík perem (2)	3%	2%	4%	1%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
blokk (3)	8%	2%	75%	5%	7%	0%	0%	0%	0%	0%
blokk perem (4)	0%	6%	1%	64%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
törmeléklejtő (5)	4%	3%	18%	29%	79%	6%	5%	0%	0%	21%
kevésbé szabdalt hegyoldal (6)	0%	0%	0%	0%	7%	76%	13%	14%	12%	13%
fluviálisan tagolt dombság (7)	0%	0%	0%	0%	2%	4%	77%	0%	8%	5%
sík terület (8)	0%	0%	0%	0%	0%	9%	0%	69%	11%	0%
nagyobb völgyek (9)	0%	0%	0%	0%	0%	5%	2%	17%	69%	0%
ellenállóbb kipreparált réteg (10)	0%	0%	0%	0%	3%	1%	4%	0%	1%	61%

legjobb osztályozást sikerült elérni egy-egy területre. Ezután mindegyik területre készült egy kézi lehatárolás, majd egy vizuális és egy pixel alapú statisztikai összevetés, hogy milyen mértékben egyeznek meg a forma-osztályok a két eredménytérképen. Az első mintaterület a Postojnától Ny-ra fekvő Nyugat-Trnovo-fennsík és környezete volt, amely a legösszetettebb morfológiai képpel rendelkezik a három terület közül (1. ábra).

A meredek peremmel a Vipava-völgy felé leszakadó fennsíkot övező törmelékletű igen összetett képet mutat, számos lejtős tömegmozgás, valamint fluviális folyamatok formálták át, emiatt az osztályozás is igen nehézkes volt ebben az esetben (2. ábra). A kézi osztályozással való összevetés eredményeképpen 77%-os egyezés lett az eredmény (1. táblázat). A gyengébb osztályozási értékek két nehezen megfogható formánál jelentkeznek: a kis kiterjedésű, meredek blokk peremeknél és



2. ábra A Nyugat-Trnovo-fennsík kézi (A) és automatikus (B) osztályozással lehatárolt felszinformáinak összehasonlítása

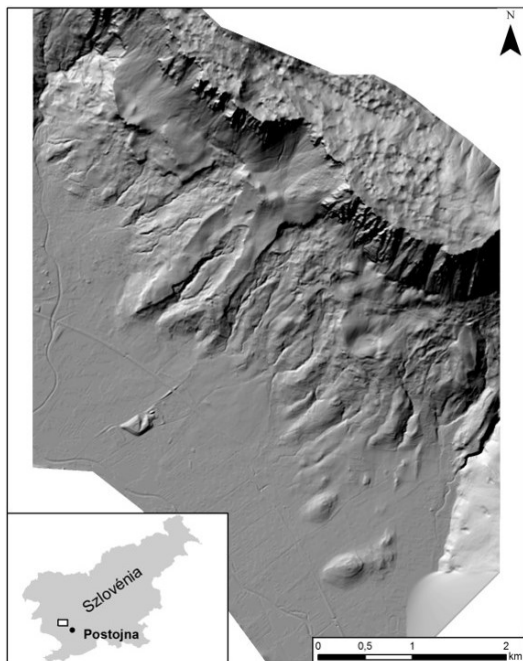
a törmeléklejtőtől délre futó kipreparált réteg esetén.

Szintén elvégeztük mind a három elemzés esetében az egyes paraméterek korreláció-analízisét, hogy megbizonyosodjunk róla, valóban mindegyik tényező szükséges-e az osztályozásban, nincs-e redundancia. Két olyan értéket kaptunk (rel. relief & magasság: 0,506 és rel.relief & átl. lejtéstől eltérés 0,648), amelyek esetén felmerül, hogy szorosabb átfedés van a két tényező között, de tapasztalati úton megvizsgálva kijelenthető, hogy ezek bármelyikének elhagyása jelentősen rontja az osztályozás hatékonyságát, ezért mind a hét paraméter szükséges a legjobb eredmény eléréséhez.

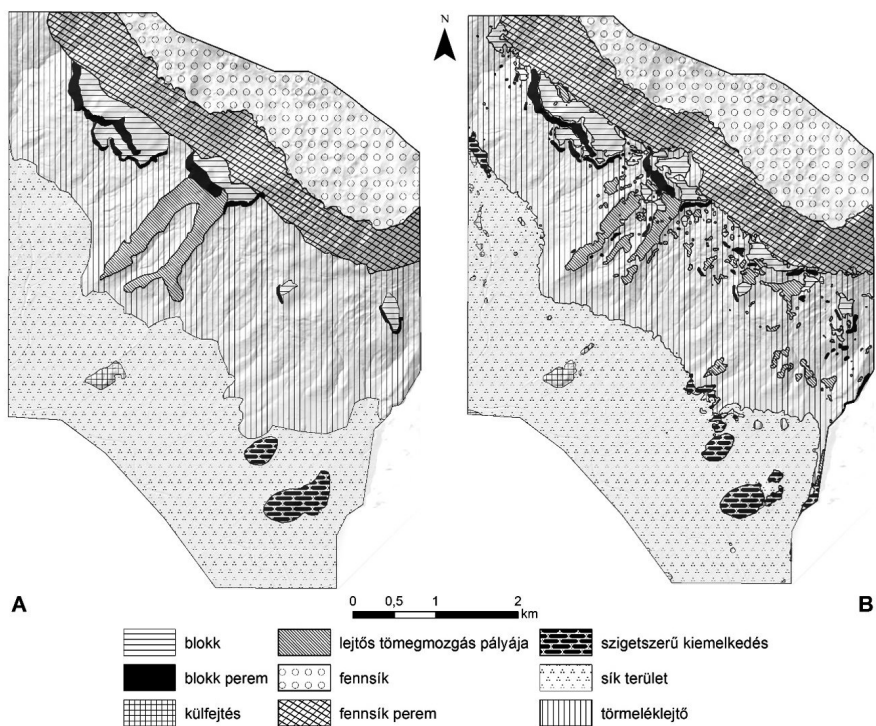
Második elemzési területünk az előző fennsík folytatásában elhelyezkedő Kelet-Trnovo-fennsík és környezete volt (3. ábra). A legnagyobb nehézséget egy markánsan megjelenő, lejtős tömegmozgás által kialakított forma okozta, amelynél csak a pixelek 54%-t sikerült automatikus osztályozással lehatárolni (4. ábra).

A többi forma-osztályt azonban könnyebb volt automatikusan kijelölni, így összességében 89%-os egyezést mutat a kézi és az automatikus lehatárolás eredményének statisztikai összevetése, ami a három elemzési terület közül a legmagasabb értéket jelenti.

Az eredmények azt mutatják, hogy a törmeléklejtő és az ezt tagoló kisebb formák: blokkok, blokk peremek, lejtős tömegmozgás pályája elkülönítése a legjelentősebb kihívás ebben az esetben. A korrelációanalízis az előző esethez hasonló eredményt mutat.



3. ábra 2. mintaterület: a Kelet-Trnovo-fennsík és déli lejtőjének árnyékolt domborzati képe.
A terület t.sz.f. magassága 83 m-960 m-ig terjed

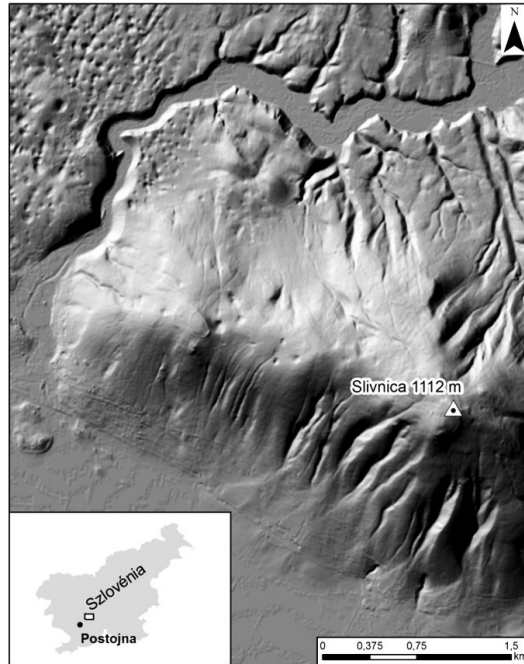


4. ábra A Kelet-Trnovo-fennsík kézi (A) és automatikus (B) osztályozással lehatárolt felszíninformáinak összehasonlítása

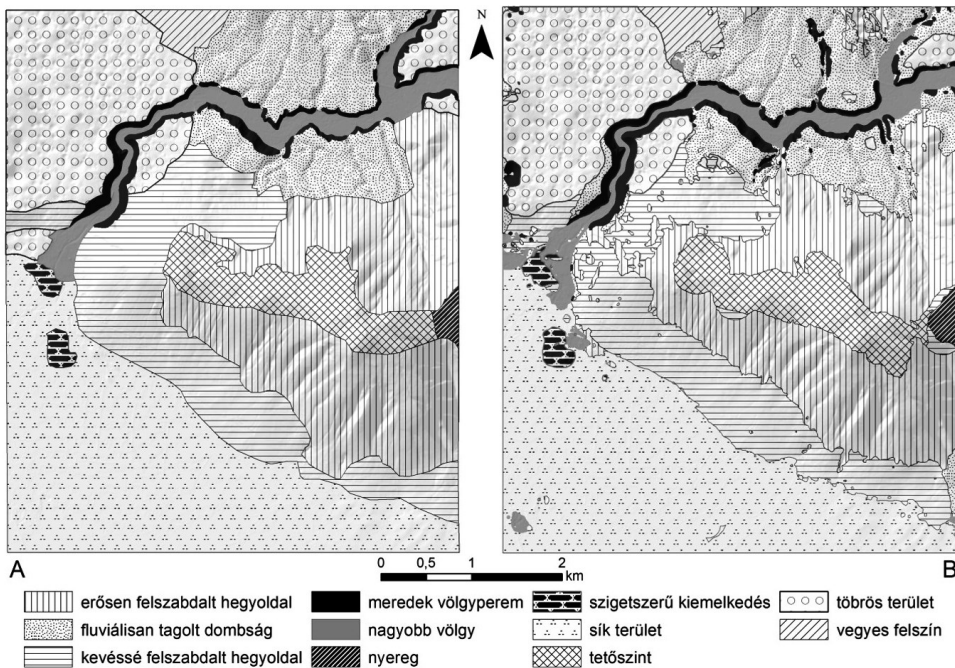
A harmadik vizsgálati területünk, a Postojnától keletre magasodó Slivnica-hegy, karakterisztikájában eltér az előző két elemzési helyszíntől (5. ábra). Található ugyan kisebb töbrös térszín itt is a hegy előterében, de a domináns formákat a fluvialisan különböző mértékben felszabdalt hegyoldalak határozzák meg. A nehézséget ebben az esetben két tényező okozta, egyrészt a különböző átlagmagasságban és különböző mértékben vízfolyások által felszabdalt térszínnek elkülönítése, valamint a már említett töbrökkel sűrűn tarkított karsztos felszínek elkülönítése (6. ábra).

Pusztán a szemünkkel vizsgálva ugyan jelentősen eltér egy töbrös felszín és egy fluvialisan tagolt térszín, de számos statisztikai mutatóban egyezést mutatnak morfológiaiailag (pl. lejtők paraméterei). A megoldást ebben az esetben az jelentette, hogy egy nyolcadik faktort is számításba vettünk az osztályozás során. Töbrösűrűség térképet készítettünk a területről, aminek beemelése az automatikus osztályozásba ugrásszerű javulást hozott és tökéletesen különítette el a töbrös térszíneket.

A fenti plusz paraméternek köszönhetően a kézi lehatárolással való statisztikai összevetés összességében 87%-os egyezést mutat. A töbrösűrűség tényező fontosságát jól szemlélteti, hogy az ezt megelőző eredmények nem érték el a 80%-os határt sem. Megemlítendő továbbá, hogy mivel az előző két terület esetében is található töbrös felszíninforma, ezek esetében is megpróbáltuk utólag alkalmazni ezt a paramétert, viszont ezen esetekben nem bizonyult alkalmasnak ez a tényező az



5. ábra 3: mintaterület: a Slivnica-hegy és a Cerknjška völgyének árnyékolt domborzati képe. A terület t.sz.f. magassága 547 m-1112 m-ig terjed



6. ábra A Slivnica-hegy kézi (A) és automatikus (B) osztályozással lehatárolt felszinformáinak összehasonlítása

osztályozás javítására. A töbrös térszínnek ugyan pontosabban lehatárolhatóvá váltak, de a környező területek besorolása jelentős mértékben leromlott, ennek okát további kutatások hivatottak megállapítani.

Az összesített átlagérték elmarad 2 százalékponttal a második elemzési területhez képest, de ebben az esetben sikerült elérni a legkiegyensúlyozottabb eredményt. Minden kategória összevetése 80%, vagy a feletti értéket eredményezett, ebből fakadóan nincsenek kiugróan magas értékű átfedések más területekkel.

A korrelációanalízis szintén az előző trendeket követi, 2–4 magasabb értékkel alátámasztja a használt paraméterek relevanciáját, a csak ebben az esetben alkalmazott töbrösűrűség raszter pedig jól mutatja alacsony értékeivel, hogy valóban hasznos, az eddigiekhez pluszt hozzáadó tényezőről van szó.

Eredmények

Összességében elmondható, hogy a LiDAR, mint dtm forrás kiválóan használható mind kézi módszerrel, mind pedig valamilyen automatizált eljárással történő felszínforma-osztályozásra. Kiváló felbontása lehetővé teszi, hogy ne csak a makro- és meziformákat, de a méteres nagyságrendben felismerhető morfológiai egységeket is elkülönítsük.

Az automata osztályozás általunk kidolgozott módszertana megfelelő eredményt produkál, a három terület sorban 77%, 89% és 87%-os egyezése a kézi módszer lehatárolásával megfelelő mértékű. Ez különösen igaz a harmadik területre, ahol az egyes kategóriák egyezése is mind 80% fölötti értéket mutat. A három terület karakterisztikáját megvizsgálva geomorfológiai szempontból, kijelenthető, hogy minél összetettebb egy vizsgálati terület, annál nehezebben alkalmazható rajta az automatizált eljárás, a méteres méretskálájú felszínformák gazdagsága és változatossága okozza, hogy sokszor átfedés tapasztalható a szomszédos típusok között.

A domborzatmodellből levezetett osztályozási tényezők szűrőméretének megválasztása szintén kritikus kérdés. Mindegyik kísérleti úton lett végig próbálva, hogy milyen mérettel tesz hozzá a legtöbbet az automatikus osztályozás pontosságához. Ez mindegyik tényezőnél más-más méretet eredményezett, látható, hogy három nagyságrendet lefedve. Ez egyben biztosítja a méteres és a makroformák azonosítását is.

Szintén nem mindegy a tanulóterületek megválasztása sem az automatikus osztályozás során. Természetesen itt sem mindig az első kísérlet vezetett a legjobb eredményhez. A tapasztalat azt mutatja, hogy érdemes az adott morfológiai egységre leginkább jellemző és a többihez képest egyedi területeket kiválasztani, különben sokszor problémát okozhat a hasonló morfológiai paraméterekkel rendelkező területek elkülönítése. A jól megválasztott tanulóterületek ugyanolyan súlyú fontossággal bírnak, mint a megfelelő osztályozási tényezők.

Irodalomjegyzék

- ASSELEN S.V. – SEIJMONSBERGEN A.C. (2006): Expert-driven semi-automated geomorphological mapping for a mountainous area using a laser DTM; *Geomorphology*, (3–4), pp. 309–320.
- GÖKGÖZ T. – BAKER M.K. (2015): Large scale landform mapping using LiDAR DEM; *ISPRS International Journal of Geo-Information* 2015/4 – pp. 1336–1345.
- KNEVELS R. – LEOPOLD P. – PETSCHKO H. (2017): Automatic landslide detection from LiDAR DTM derivatives by geographic-object-based image analysis based on open-source software, *Geophysical Research Abstracts*, Vol 19., EGU 2017-1115
- KRINGER K. – TUSCH M. – GEITNER C. – RUTZINGER M. – WIEGAND C. – MEISSL G. (2009): Geomorphometric analyses of LiDAR digital terrain models as input for digital soil mapping; *Proceedings of Geomorphometry 2009 Zurich Switzerland*.
- MARTINS F.M.G. – FERNANDEZ H.M. – ISIDORO J.M.P.G. – JORDÁN A. – ZAVALA L. (2016): Classification of landforms in Southern Portugal (Ria Formosa Basin); *Journal of Maps*, 12(3) pp. 422–430.
- RUZICKOVA K. – RUZICKA J. – KUKULIAC P. (2013): Digital terrain model and landforms classification; *International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM: Surveying Geology & mining Ecology Management* 1: pp. 395–402.
- SAMODRA G. – CHEN G. – SARTOHADI J. – HADMOKO D.S. – KASAMA K. (2014): Automated landform classification in a rockfall-prone area, Gunung Kelir, Java; *Earth Surf. Dynam.*, 2, pp. 339–348.
- TELBISZ T. – LÁTOS T. – DEÁK M. – SZÉKELY B. – KOMA Zs. – STANDOVÁR T. (2016): The advantage of LiDAR digital terrain models in doline morphometry compared to topographic map based datasets – Aggtelek Karst (Hungary) as an example; *Acta Carsologica* 45/1, pp. 5–18.

A felszínborítás térképezése Sentinel-2 idősor alapján Csongrád megye területére

Liska Csilla Mariann¹ – Mucsi László²– Henits László³

¹ PhD hallgató, Szegedi Tudományegyetem, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék,
csliska@geo.u-szeged.hu

² Egyetemi docens, Szegedi Tudományegyetem, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék,
mucsi@geo.u-szeged.hu

³ Egyetemi adjunktus, Szegedi Tudományegyetem, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék,
henits@geo.u-szeged.hu

Abstract: The dynamically increasing amount of remote sensing data indicates the production of more accurate and up to date land cover maps. The freely available Landsat and Sentinel-2 data make possible to monitor environmental processes in regional or country level. To determine the effectiveness of Sentinel-2 images in land cover mapping, we produced two land cover maps for Csongrad county using random forest classifier based on the dense time series of Landsat images for 2015 (Liska Cs. et al. 2017) and Sentinel-2 images for 2016 independently. The resulted maps and the Corine 2012 database were compared based on landspace metrics to evaluate the level of spatial detail. The classes were described with statistical parameters to determine and select the required spatial resolution for land cover mapping.

LISKA CS. M. – MUCSI L. – HENITS L. (2017): Hosszútávú felszínborítás-változások vizsgálata Csongrád megyében idősoros adatok felhasználásával, Random Forest módszerrel. Földrajzi Közlemények. 141:(1) pp. 71–83.

Case-based education in geoinformatics

Béla Márkus

professor, University of Sopron, Faculty of Forestry, Department of Surveying and Remote Sensing,
markusbela@gmail.com

Abstract: After a short introduction of the giCASES project within the EU „Knowledge Alliances” programme, the paper will focus on new teaching learning methodologies especially on case based learning.

The aim of giCASES project is to enable and strengthen innovation in GI education and industry; to facilitate the collaborative creation, management and sharing of knowledge. These wider objectives are addressed by developing new, innovative and multidisciplinary approaches to teaching and learning within the Geographic Information (GI) sector, and facilitating the exchange, flow and co-creation of knowledge. The key project results are as follows: specification of innovative collaboration methods, with best practices on different methods and validation of these methods in different settings; definition of process, tools and methodologies for co-creation of knowledge; a collaboration platform; finally a set of case studies adopted for case based learning and related learning material. The collaborative platform will also be used to make the project results (learning material and processes) available to other stakeholders under open licences, as well as to attract more content providers to contribute to the growth of the content base.

The methods and platform will be tested on 7 case studies: CS1. Use of indoor GIS in healthcare; CS2: Environmental analysis using cloud service system; CS3. From INSPIRE to e-Government; CS4: Integrated management of the underground; CS5: Harmonizing data flows in Energy saving EU policies; CS6: Forest management; CS7: Harmonized data and services in forest fire management.

A térinformatika a hazai rendvédelmi szervek gyakorlatában

Mátyás Szabolcs

r. őrnagy, egyetemi adjunktus, Nemzeti Közszerológati Egyetem, Rendészettudományi Kar,
Kriminalisztikai Intézet, Bűnügyi Stratégiai Tanszék, 1121 Budapest, Farkasvölgyi út 12. szám,
matyas.szabolcs@uni-nke.hu

Abstract: GIS is getting more and more important in every field of life nowadays. This phenomenon can be observed in law enforcement, too. It is a fact that some law enforcement organizations have to make up for meaningful lagging compared to developed countries. However, in the past ten years numerous developments have been carried out, as a result of which it can be stated the Hungarian law enforcement have achieved outstanding results even in European scale.

A térinformatika az élet minden területén egyre fontosabb helyet foglal el. Nincs ez másképp a rendvédelem esetében sem, azonban az egyes rendvédelmi szerveknek igen jelentős lemaradást kell pótolnia a fejlett országokhoz képest. Örömmel konstatálhatjuk azonban, hogy az elmúlt közel egy évtizedben számos olyan fejlesztés valósult meg, amelyeknek eredményeképp túlzás nélkül állíthatjuk, hogy bizonyos területeken európai szinten is kimagasló eredményeket értek el a hazai rendvédelmi szervek.

Kulcsszavak: rendvédelem, térinformatika, bűnözésföldrajz, GIS

Bevezetés

Talán közhelyként hangzik, azonban tény, hogy a térinformatika az élet szinte minden területét átszötte, és gyakorlatilag nincs olyan része az életünknek, ahol ne találkoznánk valamilyen GIS alkalmazással. Természetesen nincs ez másképp a rendvédelem területén sem. A polgári élethez képest azonban kissé megkésve kezdték csak alkalmazni a térinformatikát, ennek ellenére a fejlődés üteme itt is megkérdőjelezhetetlen. E fejlődésnek az egyik motorja a Nemzeti Közszerológati Egyetem Rendészettudományi Kara, ahol az elmúlt néhány évben roham léptékű fejlődés következett, így számos új szak, szakirány és tárgy került akkreditálásra. Sőt, néhány évvel ezelőtt megindult a rendészettudományi doktori képzés is, ahol a felvehető tárgyak és a kutatási témák között is szerepel a térinformatika¹.

Kérdésként merülhet fel, hogy mire is használhatja például egy rendőrtiszt a térinformatikát? Jelen tanulmány erre próbál választ adni, bemutatja a rendvédelem területén lévő felhasználási lehetőséget, illetve rövid tudománytörténeti visszatekintést ad a térinformatika rendvédelmi alkalmazásának eddigi történetéről.

¹ A rendészettudományi Doktori Iskola részben vagy egészben térinformatikai tematikájú tárgyai: Mátyás Szabolcs-Sallai János: Kriminál földrajz, Gosztönyi Márton: Módszertan

1. A térinformatika rendvédelmi gyökerei

A leginkább kézenfekvő alkalmazása a térinformatikának a bűnözési térképezés (crime mapping) területén ragadható meg (PÖDÖR, 2015). A bűnözés térképen történő ábrázolása közel két évszázados múltra tekint vissza (MÁTYÁS SZ. 2015), a digitális megjelenítése azonban csak mintegy harminc éves múlttal rendelkezik. Legelőször az Egyesült Államokban történt meg a bűncselekmények digitális ábrázolása, később szerte a világban széles körben elterjedt, bár mind a mai napig az Egyesült Államok tekinthető a bűnözési térképezés egyik „élharcosának.” (MÁTYÁS SZ. – SALLAI J. 2014)

Hazánkban csak meglehetősen későn történtek meg az első érdemi lépések. 2002-ben Erdősi Sándor volt az, aki javasolta a térinformatika adaptálását a bűnüldöző munka során (ERDŐSI S. 2002/A és 2002/B). Csak, hogy egy példával érzékeltessük a lemaradást, egy felmérés szerint 1998-ban már az amerikai rendőri egységek 13%-a a mindennapi gyakorlatban is használta a bűnözési térképeket (TÓTH A. 2007). (Hazánkban pedig négy év múlva még csak a használatának fontosságát hangsúlyozták!) Ezek után azonban rohamléptekkel faragtunk le a több évtizedes hátrányból. Az első, a gyakorlatban is alkalmazott térinformatikai alapokon nyugvó digitális bűnözési térkép a Dunaújvárosi Rendőrkapitányságon került létrehozásra. A térképet kizárólag a rendőrség munkatársai tudták használni (bűnügyi elemző- és értékelő munka), a külső (lakossági) hozzáférés nem volt megoldott. A térkép tapasztalatait felhasználva hozták létre a Budapesti Rendőrfőkapitányság XIII. kerületi Rendőrkapitányságán a már nyílt hozzáférésű újabb bűnözési térképet (2006). A mintegy 5 millió forintból megvalósuló, úttörő jellegű vállalkozás az ESRI Magyarország Kft. közreműködésével valósult meg (KISS E. 2005). Az ortofotóra épülő térképen a betöréses lopás, a rablás, a gépkocsi lopás és a gépkocsi feltörés elkövetési helyei voltak láthatók, mely adatokat naponta frissítették a Robotzsaru-2000 integrált ügyviteli és ügyfeldolgozó rendszerből (<https://sg.hu>). A térképes alkalmazás sikeres volt úgy a szakmai körökben, mint a lakosság részéről, ezért a korábbi tapasztalatok felhasználásával további fejlesztések valósultak meg. Az egyik irány a szakmai közönséget „célozta” meg. A Robotzsaru-2000 program továbbfejlesztett verziójában (Robotzsaru NEO) már szerepelt a „térképészeti alrendszer” menüpont, amely bűnügyi ponttérképek létrehozására alkalmas. A fejlesztés másik iránya a lakossági hozzáférésű bűnözési térkép volt, amely a www.police.hu oldalon érhető el (lásd bővebben: 2. pont).

2. A térinformatikai programok felhasználásának főbb területei

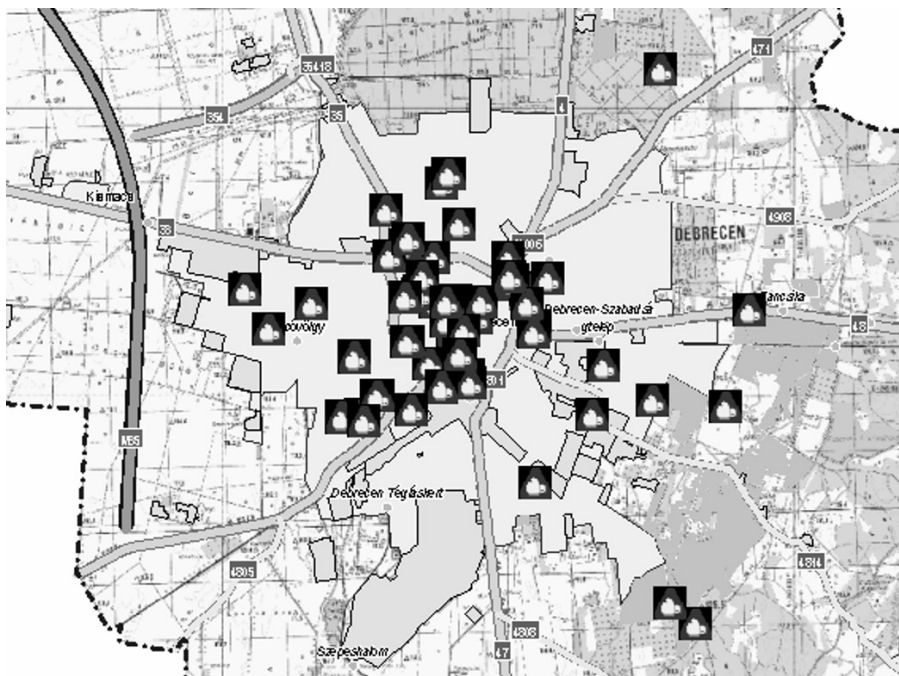
2.1. A Robotzsaru NEO integrált ügyviteli és ügyfeldolgozó rendszer

Mint az a fentiekben említésre került, a Robotzsaru-2000 program továbbfejlesztett változatában, az Oracle adatbázis kezelő programra épülő Robotzsaru NEO-ban, a BRFK XIII. kerületi Rendőrkapitányságon kísérleti jelleggel létrehozott

(GIS), Pödör Andrea: GIS és térbeli elemzések rendészettudományi alkalmazásának lehetőségei; Kutatási téma: Mátyás Szabolcs: Bűnözés és térbeliség

bűnözési térkép tapasztalatainak felhasználásával, létrehoztak egy „térképészeti alrendszer” menüpontot. Az alrendszer alapját az adja, hogy a feljelentés vagy az ügykarbantartás során felvitt adatok geokódoltak, vagyis rendelkeznek földrajzi koordinátákkal (koordinátapárral). Az alrendszer számos, a szubjektív biztonságérzetet jelentősen befolyásoló bűncselekménytípus esetében alkalmas bűnözési ponttérkép létrehozására (rablás, lopás, gépjárműlopás, emberölés, lakásbetörés, közlekedési baleset stb.). Maga az alrendszer rendkívül hasznos és előremutató, azonban hiába létezik hosszú évek óta, a rendőri állomány döntő többsége nem használja, sőt nem is hallott róla. A csekély számú felhasználás elsősorban a közrendvédelem és a közlekedésrendészet területén történik.

Az alrendszer által generált térképeknek számos előnye és hátránya van, melyek az alábbiak: A hiányosságok közé sorolható, hogy a hivatásos állomány esetében sem automatikus a hozzáférés az alrendszerhez. A helyrajzi számmal rendelkező helyszínek felvitele nehézségekbe ütközik, ezért azok sokszor nem, vagy tévesen jeleníthetők csak meg. A térképek meglehetősen elnagyoltak és hiányosak, különösen akkor, ha térképészeti szempontból nézzük őket, mivel számos fontos tartalmi elem hiányzik (1. ábra). Ezek egy részéről viszont elmondhatjuk, hogy nem feltétlenül szükségesek (pl. egy bűnügyi vagy közrendvédelmi akció során), bár mindenképp emelnék a térkép külső megjelenésének a színvonalát. A térképek kimentése és nyomtatása nem megoldott, ezért azokat „csak” printscreen-nel lehetséges kimenteni, majd nyomtatni.



1. ábra A RZsNeo alrendszerében készült bűnözési térkép: Az „egyéb rablások” Debrecenben belvárosában (2008)

Az alrendszer erényei közé sorolható, hogy mindössze néhány tíz másodperc alatt elkészíthető, ami pedig a legnagyobb előnye, hogy adatai naprakészek, mivel a legfrissebb bűnügyi helyzetet ábrázolja. A program lehetőséget biztosít bűncselekmény típusok szerinti leválogatásra és az időintervallum kiválasztására is, ami nagyban segíti a rendvédelmi dolgozók munkáját. A digitális térképek kínálta előnyök itt is érvényesülnek, így torzulásmentesen nagyíthatóak vagy kicsinyíthetőek a térképek. A Robotzsaru rendszer, mint országos rendszer, bármelyik rendőri szervnél elérhető, így a térkép az ország egész területén létrehozható és kinyomtatható.

2.2. A rendőrségi honlapon lévő baleseti és bűnügyi térkép

Szintén térinformatikai szoftver használatán alapul a www.police.hu honlapon található baleseti térkép és bűnügyi térkép is (a honlapon a térképek megnevezése „országos bűnügyi térkép és országos baleseti térkép”) (2012). A térkép a lakosság számára is szabadon elérhető². A térképen „utca szintig” tekinthetők meg a bűncselekmények, melyek a nyomozások érdekeire hivatkozva 30 napos késleltetéssel jelennek csak meg. A térképet 30, 60, 180 és 360 napra visszamenőleg lehet megnézni (<http://www.boon.hu>).

2.3. A tevékenység-irányítási központok

Mint az a bevezető gondolatokban is említésre került, vannak olyan területei a hazai rendvédelmi térinformatikai alkalmazásoknak, amelyekről nyugodt szívvel kijelenthetjük, hogy színvonalát tekintve földrészünkön is az elsők közé tartozunk. Egyik ilyen terület a tevékenység-irányító központokban (TIK) működő térinformatikai rendszer³. Az elmúlt években a rendőrség közterületi állománya által használt szolgálati gépjárművek mindegyike rendelkezik GPS jeladóval, amely lehetővé teszi, hogy a tevékenység-irányító központokban szolgálatot teljesítők nyomon tudják követni a gépjárművek mozgását, információval rendelkeznek a gépkocsiban lévő rendőrökről, hogy hányan és kik vannak szolgálatban, szabad-e egy adott járőr, milyen intézkedést folytat stb. A fentiek által lehetővé válik a legoptimálisabb döntések és járőrutvonalak megtervezése. A tevékenység-irányító központokban lévő térinformatikai rendszerek továbbá lehetővé teszik azt, hogy a TIK ügyeletesei figyelemmel kísérhessék a bíróság által elrendelt elektronikus védelmi eszközt viselő háziőrizeteselek mozgását is. A monitorfalon (nagy méretű digitális térkép) pedig látható, hogy hány rendőri egység van közterületen, és melyik egység van a legközelebb egy adott helyszínhez (www.police.hu)⁴.

² Ezzel kapcsolatban sajnos meg kell jegyezni, hogy a honlapon lévő térképek évek óta gyakorlatilag egyáltalán nem érhetőek el.

³ „A Tevékenység-irányítási Központ (a továbbiakban: TIK) az MRFK illetékességi területén a megyei (fővárosi) rendőr-főkapitányság (a továbbiakban: területi szerv) és a rendőrkapitányságok (a továbbiakban helyi szervek) ügyeleti feladatát központosított formában ellátó állandó ügyeleti szolgálati forma.” (www.police.hu)

⁴ A tevékenység-irányító központokban a rendőrség mellett a katasztrófavédelmi szervek is jelen vannak, akik szintén számos térinformatikai alkalmazást használnak.

2.4. PDA készülékek

Egyre szélesebb körben terjed a rendvédelmi szervek körében is a PDA (kézi számítógép) készülékek használata. Ezeket főként a rendőrség közterületi állomány használja. A készülékek zárt rendszerűek és hitelesítettek, így teljes értékű bizonyító erővel bírnak, ezért felhasználhatók többek között a tilosban parkoló autók bírságolásánál is⁵. De az utcán szolgálatot teljesítők esetében, az azonnali információszerezésre is kiválóan alkalmasak a készülékek, mivel a járőr megismerheti a legfrissebb bűnügyi vagy közlekedési helyzetet.

2.5. Drónok

Néhány éve már a rendvédelmi szervek is alkalmazzák a drónokat (pilóta nélküli légi rendszerek /UAS/), melyek felhasználási területe rendkívül széleskörű⁶. A rendőrség esetében egy kamerával felszerelt drón sikerrel használható többek között eltűnt személyek és tárgyak felkutatásában, helyszíni szemlék alkalmával, veszélyes területek feltérképezésénél stb. (BARKÓCZI N. – SZABÓ G., 2016). Megemlíthetjük továbbá a katasztrófavédelem területét is, amely szintén igen széles körben tudja felhasználni a drónokat.

2.6. Prediktív rendészet

A prediktív rendészet kifejezés valószínűleg a legtöbb olvasó számára ismeretlenül hangzik. A magyar „prediktív rendészet” megnevezés az angolszász nyelvterületen használt és viszonylag széles körben elterjedt „predictive policing” kifejezés szó szerinti magyar fordítása. (Szikinger István egyik tanulmányában a „megelőző rendészet” kifejezést használja.)

A prediktív rendészet alatt egy olyan matematikai alapokon nyugvó (főként valószínűség számítás és középérték számítás) térinformatikai háttérrel rendelkező számítógépes programot értünk, amely előrejelzi a bűncselekmények várható helyét és idejét, a sértettek és az elkövetők személyét.

Az angol nyelvű szakirodalomból megtudhatjuk, hogy a módszert az Egyesült Államokban dolgozták ki, és 2008-ban már a PredPol program sikeréről számoltak be. Ettől teljesen függetlenül, a BRFK III. kerületi Rendőrkapitányságának munkatársai 2006-ban szintén létrehoztak egy programot, amely a bűncselekmények előrejelzésére szolgál. Ez azonban sajnos nem kapott semmilyen hírverést, sajtópublicitást. Jelen sorok tekinthetők az első híradásnak a magyar programról. A szoftver készítői a programot, a program írójának (Traub Ferenc ny. r. alezredes) felesége után BÖBE-nek nevezték el⁷.

⁵ A közterület-felügyelet munkatársai szintén számos területen használják a PDA készülékeket, többek között a tilosban parkoló autók bírságolásánál.

⁶ A tudomány és technika vívmányainak a bűnüldözés területére való adaptálása stratégiai szempontból is kulcsfontosságú. (Mészáros B. 2016)

⁷ A programkészítők a szoftvert munka után, sokszor hajnalba nyúlóan készítették el hosszú hónapokon keresztül. A megfeszített munka során Böbe volt az, aki finom fősztjeivel megteremtette az alkotó munkához szükséges nyugodt hátteret, ezért hálájuk jeléül a szoftver a BÖBE nevet kapta.

Összegzés

A tanulmány bemutatta, hogy hazánkban a rendvédelmi szervek esetében több évtizedes késéssel indult csak meg a térinformatikai szoftverek használata az Egyesült Államokhoz és a Nyugat-Európai országokhoz képest. A jelentős lemaradást részben sikerült ledolgoznia a hazai rendvédelmi szerveknek, azonban továbbra is folyamatos és dinamikus fejlesztésekre van szükség ahhoz, hogy megközelítsük, majd utolérjük a fejlett országok rendvédelmi informatikai gyakorlatát. A dolgozat bemutatta továbbá a hazai rendészeti felhasználás legfontosabb területeit, mely kapcsán megállapíthatjuk, hogy bizonyos területek esetében a hazai gyakorlat Európában is a legfejlettebbek közé tartozik.

Felhasznált irodalom

- BARKÓCZI N. – SZABÓ G. (2016): Horizontális hiba vizsgálata fotogrammetriai úton előállított ortofotó esetén. In: Balázs B. (szerk.) Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VII. Debreceni Egyetemi Kiadó, p. 23.
- BERTALAN L. – TÚRI Z. – SZABÓ G. (2016): UAS photogrammetry and object-based image analysis (GEOBIA): erosion monitoring at the Kazár badland, Hungary. ACTA Geographica Debrecina Landscape and Environment 10. pp. 169–178.
- ERDŐSI S. (2002/a): Régi-új javaslatok a bűnözés méréséhez. Belügyi Szemle 4. pp. 109–128.
- ERDŐSI S. (2002/b): Feljegyzés a bűnözési térképről. Kriminálstatisztikai Értesítő 36. 20 p.
<http://www.boon.hu/elerheto-a-bunugyi-terkep/2148566> (letöltés: 2017. április 1.)
<http://www.police.hu/hirek-es-informaciok/legfrissebb-hireink/zsaru-magazin/mindent-lat-az-iranyito-kozpont> (letöltés: 2017. április 1.)
http://www.police.hu/sites/default/files/20_2012.pdf (letöltés: 2017. április 1.)
- KISS E. (2005): Budapesti Rendőr-főkapitányság XIII. kerületi Rendőrkapitányság évvértékelő jelentése. 26 p.
- MÁTYÁS SZ. (2015): A bűnözésföldrajz és a bűnözési térképezés kínálta bűnmegelőzés lehetőségei. In: Kozma G. (szerk.) Facultates sine finibus: tanulmányok a „Süli-suliból” Didakt Kft., Debrecen, pp. 105–114.
- MÁTYÁS SZ. – SALLAI J. (2014): Kriminálgeográfia. In: Ruzsonyi P. (szerk.) Tendenciák és alapvetések a bűnügyi tudományok köréből. Budapest, NKE, pp. 335–353.
- MÉSZÁROS B. (2016): A kriminálstratégia szerepe a bűnözés elleni küzdelemben. Belügyi Szemle 2016/11. pp. 72–80.
- PÓDÖR A. (2015): Usability Study on Different Visualisation Methods of Crime MAPs. INTERNATIONAL JOURNAL OF GEOINFORMATICS 11(4):15–22. (2015)
- TÓTH A. (2007): A bűnözés térbeli aspektusainak szociálgeográfiai vizsgálata Hajdú-Bihar megyében. Doktori értekezés, Debreceni Egyetem Földtudományi Doktori Iskola, Debrecen, 250 p.

Térinformatika és fotogrammetria alkalmazási lehetőségei a régészetben

Mészáros János¹ – Pánya István² – Petkes Zsolt³ – Szücsi Frigyes⁴

¹ egyetemi adjunktus, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék, messer.janos@gmail.com

² térinformatikus, Kecskeméti Katona József Múzeum, panyaistvan@gmail.com

³ tudományos segédmunkatárs, Magyar Tudományos Akadémia Bölcsészettudományi Kutatóközpont Magyar Östörténeti Témacsoport, petkes.zsolt@btk.mta.hu

⁴ PhD hallgató, Pázmány Péter Katolikus Egyetem, szucsifrigyes@gmail.com

Abstract: The use of GIS and photogrammetrical methods in archaeology especially in the documentation of excavations is increasing. One perfect example of those methods is the image based Structure-from-Motion algorithms and tools to create textured 3D models about features (bones, ceramics etc.) or digital elevation models and orthophoto mosaics about actual excavations and their surrounding areas. In our paper several case studies are represented to show and explain that methods in practice and their advantages compared to other methods.

Bevezetés

A térinformatika régészeti célú felhasználására már az 1990-es évek óta vannak példák Magyarországon, azonban jelentősebb elterjedése a 2000-es évek végétől adatható. A térinformatika nyújtotta lehetőségek és előnyök a kutatók és a terepi régészek többsége számára is egyre nyilvánvalóbb, így a különböző ágazatai egyre gyakrabban jelennek meg.

A régészeti gyakorlat számára nyújtott térinformatikai alkalmazások egymással való szoros kapcsolatuk, illetve a módszerek közötti átfedések miatt nehezen kategorizálhatóak, de alapvetően három fő csoportra oszthatóak:

Az első csoport az országos vagy megyei szintű adatbázis alapú rendszerek, amelyek célja a különböző, méretük miatt is nehezen kezelhető és áttekinthető adatok, pl. az ország területén található lelőhelyek, régészeti ásatások, terepbejárás adatok egységes rendszer szerinti tárolása (MESTERHÁZY G. 2012) és megjelenítése.

A második csoportba a megyei vagy akár több megyét is érintő nyomvonalas, illetve regionális vagy mikroregionális, nagyberuházásokhoz kapcsolódó prediktív modell készítése és a hozzá köthető távérzékelési módszerek sorolhatóak (MESTERHÁZY G. 2012).

A harmadik nagy csoportba tartoznak a dokumentációs eljárásokat megkönnyítő, néhány esetben azokat kiváltó vagy kiegészítő foto térképek vagy 3D-s modellek készítése. A különféle 3D-s modellek városi környezetben, épületekben vagy romterületeken folytatott feltárásokon való alkalmazásával egyrészt azonnal

mérhető adatokat szolgáltathat a tervezők és a kutatók felé, a modellből újabb adatok nyerhetőek, további fotogrammetriai módszerekkel kiegészítve a rajzos dokumentációnál a valóságot pontosabban leképező textúra készíthető, a jelenségek pedig átrajzolhatóak vektoros állományba (POKROVENSZKI ET AL., 2016).

A tanulmány célja a dokumentációs eljárásokhoz kapcsolódva, esettanulmányokon keresztül bemutatni a régészetben már részben vagy egészében ismert térinformatikai-fotogrammetriai eljárások lehetséges alkalmazási területeit, illetve azok előnyeit.

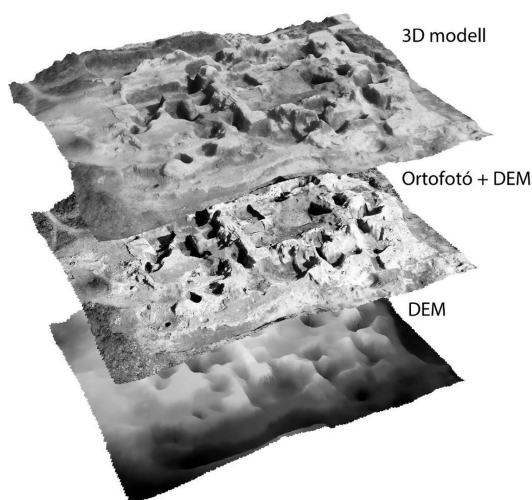
Esettanulmányok

Adatrögzítés és lelőhelymodellezés Bugac - Felsőmonostoron

2010-óta zajlanak régészeti kutatások dr. Rosta Szabolcs régész vezetésével Bugac keleti határában, a Felsőmonostori pusztán állt egykori nemzeti monostor környezetében. Célunk a kezdetektől egy rugalmasan bővíthető régészeti térinformatikai adatbázis létrehozása volt, mely a lelőhely adatainak tárolása mellett elemzésekre, metszetek, ábrák készítésére is felhasználható.

A helyszín különös jelentőséggel bír, ugyanis az utóbbi időben itt minden jelentősebb térinformatikai fejlesztést élesben próbáltunk ki. Ezek egyike a fénykép alapján történő felszín- és sírrajz készítés. Ennek lényege, hogy a felmérendő sír köré négy illesztőpontot helyezünk el, majd függőleges tengelyű fényképet készítünk a jelenségről. Az illesztőpontok geodéziai felmérése után a sírfotó georeferálható és vektorizálható. A módszer idehaza és külföldön is ismert, bár több helyen állványról készítik a fotót, szemben a nálunk alkalmazott szabadkézi fotózással (PÁNYA I. 2017; POKROVENSZKI ET AL., 2016). A hazai ásatások legtöbbször jelenleg hagyományos terepi kézirajz készül, amely egy értelmezett, ám erősen egyszerűsített ábrát eredményez, ami a digitalizálás során tovább egyszerűsödik, s örökli a papírra vetett rajz hibáit: pontatlan mérések miatti torzulások, az arányok eltolódása, illetve a tájolási hibák. A bugaci ásatásokon a fenti fényképezős eljárást szeretnénk volna továbbfejleszteni, az előbb leírt hibák, és a miattuk szükséges utólagos pontosítások elkerülésével.

A monostornál sejthető volt, hogy egy sokkal összetettebb, bonyolultabb jelenségeket (több korszakos temető, több fázisban épült falak, alapozások, alapozási árkok, kripták maradványai, gödrök, kemencék, járósíntek) tartalmazó lelőhelyet kell majd rögzítenünk. Sírok esetében meghagytuk a korábbi, négy illesztőpontos felmérési módot, nagyobb jelenségeknél azonban számukat 8–30 illesztőpontig növeltük. Komoly kihívást jelentett a járósíntek és a monostor maradványainak háromdimenziós térinformatikai leképezése, ugyanis a síroknál csupán síkrajzok kerültek a 3D-s térbe. Ezt terepi illesztőpontok (10–30 db) kihelyezésével oldottuk meg, majd a sírokhoz hasonlóan elkészült a függőleges tengelyű fénykép. Ezt követően topográfiai módszerrel sűrűn felmértük a felszínt, majd TIN felszínmodellt készítettünk, amire végül ráhúztuk a textúrát adó fényképet. Az eredmény kevésbé



1. ábra Fényképmozaik domborzatmodellen a monostori ásatás modellezése során

változatos felszíneknél még elfogadható volt, összetettebb jelenségeknél azonban még nagy pontsűrűséggel sem lehetett valósághű felszínt készíteni és a textúra is torzult, főleg a függőleges, meredek részeknél (1. ábra).

A megoldást az Agisoft Photoscan fotó alapú 3D-modellező alkalmazás bevezetése jelentette. A korábban körülményesen felmért felszíneket ezután sokkal kevesebb illesztőponttal és jóval pontosabban lehetett rögzíteni. Kísérleteket végeztünk a jelenségek felszínmodellje helyett a tényleges modell térinformatikai koordinátarendszerbe való átvitelére. Az Agisoft alkalmazásból .obj formátumú textúrázott modelleket nyertünk ki, majd Esri File vagy Personal Geodatabase-be illesztettük, ahol Multipatch objektumként kerültek eltárolásra.

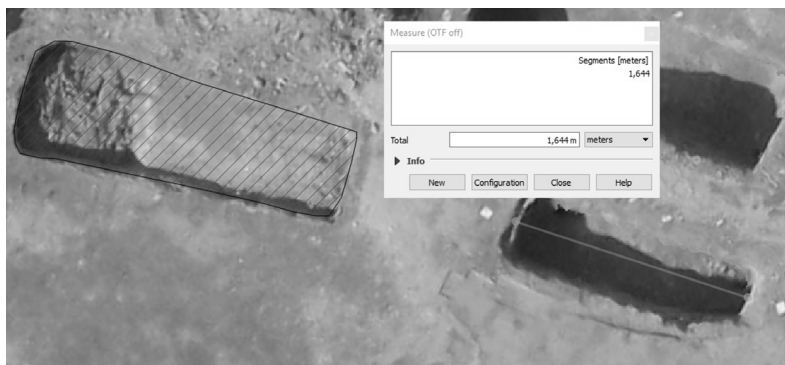
Bodajk–proletárföldeki és Bodajk–homoki-dűlői temetőfeltárások dokumentációs célú felmérése

A régészeti feltárás során a régész többnyire elpusztítja saját forrásbázisát (PUSZTAI T. – TARI E. 2011), azaz magát a lelőhelyet, így kiemelkedően fontos a pontos, jól áttekinthető dokumentáció készítése. A régészeti feltárás két fontos elem köré épül: az objektumokról és leletekről készített fényképek és a lelőhelyről, az objektumokról és esetlegesen a leletekről készült rajzdokumentáció. A rajzdokumentáció előnye, hogy sok esetben túlmúltat az elemek rögzítésén, megmutathat a fényképeken nem vagy csak rosszul látható részleteket is, valamint itt megjelenik a rajzoló által megfigyelt jelenségek értelmezése is. A rajzdokumentáció visszaellenőrizhetőségét a fényképek biztosítják, azonban a teljes lelőhelyről az esetek döntő többségében nem lehetséges a földről áttekinthető fényképet készíteni, továbbá ezek a képek torzultak, valamint az egyes objektumokról készített képek egy, néhány esetben két és csak nagyon ritkán több oldalról rögzítik a feltárt jelenséget.

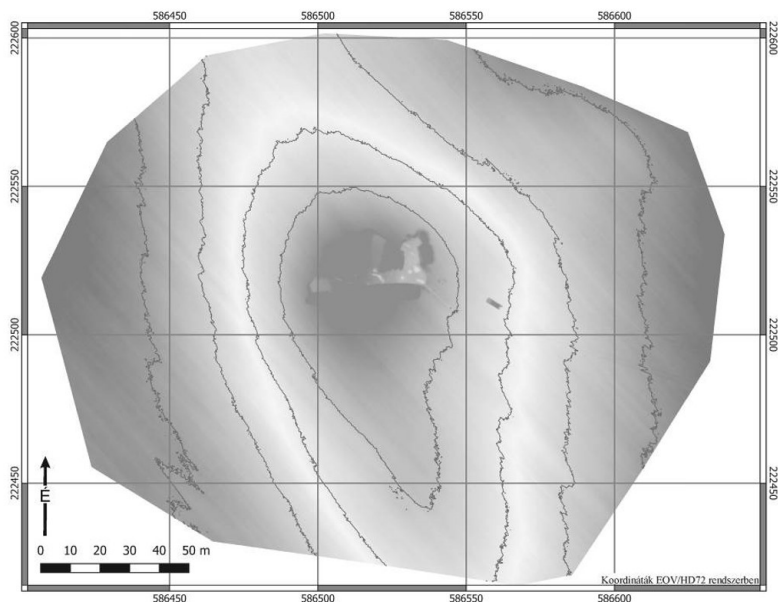
A MTA BTK Magyar Őstörténeti Témacsoportja a székesfehérvári Szent István Király Múzeummal összefogva kezdte meg a kutatást Bodajk északi határában. Nem csak a feltételezett 10. századi lelőhelyen kezdtük meg a feltárásokat, hanem a tőle 300 méterre délkeletre található avar temető területén is. A lelőhelyek dokumentálásába bekapcsolódott az ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszéke is. Az együttműködés eredményeképpen mindkét lelőhelyről nagyfelbontású ortofotótérkép és domborzatmodell készült (MÉSZÁROS ET AL. 2016), elősegítve a pontos régészeti dokumentáció készítését és a további régészeti kutatások lehetőségeinek vizsgálatát.

Megállapítottuk, hogy alig figyelhető meg eltérés az ortofotó által megadott és a geodéziai GPS-szel mért ugyanazon pontok között, az eltérések többsége a mérési hibahatáron belül van. Továbbá a digitális térképen egyszerűen és gyorsan lehet az objektumok méretét ellenőrizni, az esetlegesen az ásatáson lemaradt méreteket pótolni, valamint sírok esetében, terepi körülmények között, laptájolóval mért szögadatoknál sokkal pontosabb adatok mérhetőek a fotótérképről. Az ortofotó jelentősen gyorsítja a feldolgozás folyamatát, hiszen az elkészített fényképekből lényegesen gyorsabban nyerhető ki a végeredmény, míg a manuális dokumentáció teljes feldolgozása (a rajzok szkennelése és digitalizálása, georeferálása) sok esetben hónapokat is igénybe vehet. A visszaellenőrizhetőség szempontjából a rajzdokumentációval szemben az ortofotó jó felbontásban és minőségben visszaadja a felszín eredeti színeit és textúráját, ezzel lehetőséget adva az ásatást követően megközelítően az eredeti állapot vagy az esetleges hibák vizsgálatára, a vitás kérdések megválaszolására (2. ábra).

A drónos repülés során készített képekből az ortofotón túl domborzatmodell is készíthető, amely további fontos adatokat szolgáltat magáról a lelőhelyről és annak kiterjedéséről is. Temetők helyének kiválasztásánál az egyik legfontosabb szempont az volt, hogy a sírok árvíztől illetve talajvíztől mentes helyre kerüljenek, így ezeknek a kijelölésénél keresték a terület magasabb, kiemelkedőbb pontjait (TETTAMANTI S. 1975). A sírmezők első sírjai kerültek a térszín legmagasabb pontjára, majd a temetők az esetek döntő többségében az északi iránytól eltekintve (TETTAMANTI S. 1975) megközelítően egyenletesen terjedtek, követve a domborzat által nyújtott lehetőségeket. Figyelembe véve ezeket a szempontokat, a domborzatmodell



2. ábra Sírhelyek dokumentálása ortofotó segítségével



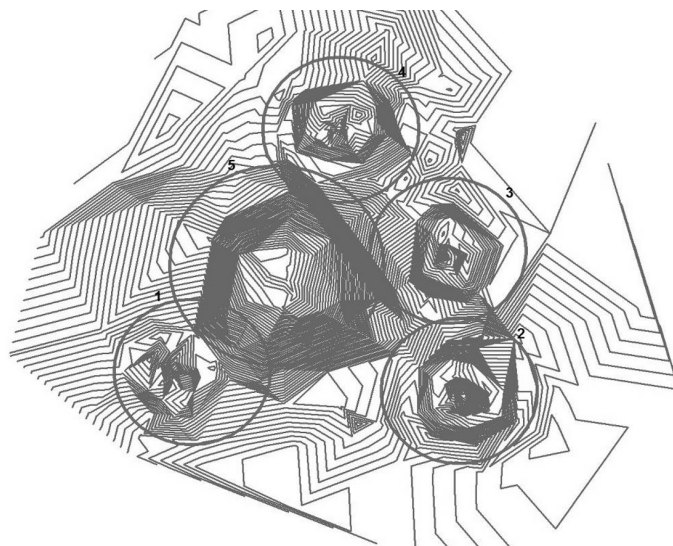
3. ábra Bodajk honfoglaláskori temető és környezete domborzati viszonyai

lehetőséget biztosíthat arra, hogy egy megközelítő becslést adjunk a temető kiterjedésére és a lehetséges sírszámra. Amennyiben azt feltételezzük, hogy az északi oldaltól eltekintve a kiemelkedésen megközelítően egységes magasságig temetkeznek, akkor a domborzatmodellen szintvonalak generálását és azok lehatárolását követően övezetek alakíthatóak ki, amelyek területe a sírszám becslésének az alapja lehet (3. ábra).

Harkakötöny–Suba major, Kelet I. (alacsony reliefű temetkezési halmok felmérése és vizsgálata)

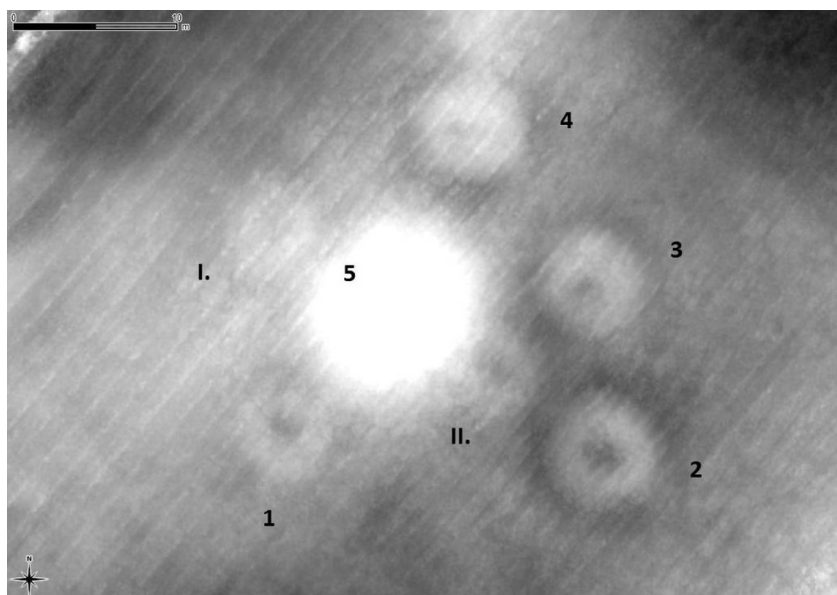
A régészeti terepmunka másik fontos eleme a meglévő régészeti lelőhelyek felderítése, állapotuk felmérése, vizsgálata és azok védelem alá helyezése. Régészeti adatok nyerhetők a lelőhely bolygatása nélkül is térinformatikai módszerek segítségével.

A lelőhelyre 2014 áprilisában egy terepbejárás során hívta fel Rosta Szabolcs régész figyelmét a terület gazdája. A jelenségek szemrevételezése során egy nagyobb, lapos, íves hátú "dombot" (a legmagasabb és a legalacsonyabb pont közötti magasságkülönbség 68 cm) és négy kisebb halmot lehetett megfigyelni. Az ilyen típusú halmos-árkos sírcsoportok jellegzetes temetkezési formái a szarmatáknak (KŐHEGYI M. – VÖRÖS G. 1999; KULCSÁR V. 1991; KULCSÁR V. 1998). A harkakötönyi lelőhely megerősítette a halmok közelében előkerült szintén szarmata kerámia. A temetkezési csoport felmérését 2014. május 29-én Pázmándi Gergely földmérő végezte el geodéziai GPS-szel, a felmérésről szintvonalas felülnézeti képet és egy domborzatmodellt készített (4. ábra).



4. ábra Topográfiai felmérésből nyert adatok alapján készített domborzatmodell szintvonalas megjelenítése a lehatárolt sírhelyekkel

2016. novemberében lehetőség nyílt a halomcsoport újbóli felmérésére, ezúttal drón segítségével. A kismagasságból végrehajtott repülés során rögzített fényképek feldolgozásával nyert adatok (domborzatmodell) lehetőséget teremtettek új vizsgálatok elvégzésére, másrészt a két valamelyest eltérő módszer összehasonlítására.



5. ábra Ugyanazon terület drónos felmérésből származó domborzatmodellje magassági színezzel megjelenítve – arab számmal az ismert, római számmal az újonnan felfedezett sírhelyek

Az elkészült domborzatmodell nem várt eredményt hozott, amely egyben rávilágítva a felmérési módszerek közötti különbségekre, a hagyományos topográfiai felmérésből adódó esetleges hibalehetőségekre. A területre korábban öt halmot lokalizáltak: egy nagyobb méretű dombot és tőle északkeleti, keleti és délnyugati irányba négy kisebb halmot, ezzel szemben a drónos felmérés eredményeiből létrehozott domborzatmodellen jól megfigyelhető két újabb halomsír is. Az egyik a nagyméretű halom északnyugati oldalán fekvő (5. ábra I.), korábban észrevétlen, a korábbi felmérésen is jelenlévő, de inkább domborzati egyenetlenségnek tűnő, kisebb méretű halomsír, a feltételezhető másik (5. ábra II.) pedig a nagyméretű halomsír délkeleti oldalához simulva jelentkezett.

A drónos repülésből nyert részletes domborzatmodell nem csak a halomsírok megfigyelésére és felmérésére ad lehetőséget, hanem a tájékoztathat a sírkamra helyzetéről, sőt esetlegesen megfigyelhetővé válhatnak az esetleges sírrablás során keletkezett beásások is. A hét feltételezhető halomsírból a hat kisebb esetben megfigyelhető a sírkamra elhelyezkedése, a három keleti halom esetében pedig a halmot körülvevő árok is jól kivehető.

Összegzés

Összességében megállapítható, hogy az ortofotók alkalmazása a régészeti gyakorlatban nem csak hasznos kiegészítése lehet a már meglévő dokumentációs gyakorlatnak (bugaci és bodajki példák), hanem attól független, további adatokat is szolgáltathat a feldolgozást végző kutatók számára (harkakötönyi helyszín). Továbbá a bodajki tapasztalatok azt mutatják, hogy egyes szükséghelyzetek (*időjárás, nagyberuházások által megkövetelt szűk időhatárok*) esetén kiválthatják a rajzdokumentáció egyes elemeit (*pl.: összesítő térkép készítése*).

Köszönetnyilvánítás

A kutatás az Emberi Erőforrások Minisztériuma és az Emberi Erőforrás Támogatáskezelő támogatásával, a Nemzet Fiatal Tehetségeiért Ösztöndíj NTP-NFTÖ-16-0242 sz. pályázat keretén belül jöhetett létre.

Felhasznált irodalom

- KÖHEGYI M. – VÖRÖS G. (1999): A vaskúti halmok és földvár (kutatástörténet és anyagközlés) – Die Hügel und der Erdwall von Vaskút. (Forschungsgeschichte und Materialvorlage). Móra Ferenc Múzeum Évkönyve-StudArch 5. Szeged, pp. 217–259.
- KULCSÁR V. (1991): A szarmata temetkezési rítus néhány jellegzetessége. A halmos temetők. – Einige Merkmale der sarmatischen Bestattungssitte. Die Hügelgräberfelder. A Móra Ferenc Múzeum Évkönyve, 1984/85–2. A népvándorlaskor fiatal kutatóinak szentesi találkozásán elhangzott előadások. Szeged, pp. 17–28.

- KULCSÁR V. (1998): A szarmaták temetkezési rítusának jellegzetességei az Alföldön. In: Istvánovits E – Kulcsár V. – H. Vaday A. – Vörös G. (szerk.) Jazigok, roxolánok, alánok. Szarmaták az Alföldön. Gyulai Katalógusok 6. Gyula, pp. 103–115.
- MESTERHÁZY G. (2012): Régészeti térinformatika Magyarországon. In: Stibrányi M.– Mesterházy G. – Padányi-Gulyás G. (szerk.) Régészeti feltárás előtt – vagy helyett. Régészeti lelőhely-azonosítás, térinformatika, prediktív modellezés. Budapest, 2012. p. 26.
- MÉSZÁROS J. – PETKES ZS. – SZÜCSI F. (2016): Régészeti lelőhelyek környezetének nagyfelbontású felmérése drón eszköz segítségével Bodajk térségében (poszter). Légi térképészeti és Távérzékelési Konferencia. Budapest, 2016. 10. 20-21.
- PÁNYA I. (2017): Lelőhely-modellezés vagy látványpékség - térinformatikai kutatások Bács-Kiskun megyében, in: Fiatal középkoros régészek VII. konferenciájának tanulmánykötete Salgótarján (megjelenés alatt)
- POKROVENSZKI K. – VÁGVÖLGYI B. – TÓTH Z. (2016): A csókakői vár feltárása során alkalmazott 3D fotogrammetriai módszerek gyakorlati tapasztalatai. Magyar Régészet. Online Magazin. 2016 Ősz. http://files.archaeolingua.hu/2016O/Pokrovenszki_Vagvolgyi_Toht_H16O.pdf
- PUSZTAI T. – TARI E. (2011): Mentő, próba és megelőző régészeti feltárás. In: Müller R. (szerk.) Régészeti kézikönyv. Budapest, 2011. pp. 71–107.
- TETTAMANTI S. (1975): Temetkezési szokások a X–XI. sz.-ban a Kárpát medencében. – Begräbnissitten im 10–11. Jh. im Karpatenbecken. Tanulmányok Pest megye múzeumaiból. Studia Comitatus 3. Szentendre, 1975. pp. 79–123.

Az ENSZ Fenntartható Fejlődési Célok program indikátorai és monitoringja — a hazai térinformatikai lehetőségekről

Mihály Szabolcs¹ – Palya Tamás² – Remetey-Fülöpp Gábor³

¹ MFTTT, c. egyetemi tanár, mihaly.szabolcs⁴³@gmail.com;

² MFTTT, BFKH-FTFF, az INSPIRE magyar delegáltja palya.tamas@bfkh.gov.hu;

³ MFTTT, a GSDI GEO magyar delegáltja gabor.remetey@gmail.com

Abstract: The aim of this presentation to present the 2030 Agenda for Sustainable Development Goals (SDGs) of United Nations, the necessity to use spatial geoinformation for monitoring the SDGs progresses with a special emphase on execution of the Infrastructure for spatial information in Europe (INSPIRE) from Hungarian point of view. We would like to call attention on deficiency in the Hungarian Spatial Data Infrastructure when the possibilities of implementation of the harmonised Hungarian GIS data services are considered.

Bevezetés

Az ENSZ Agenda 2030, a Fenntartható Fejlődési Célok (Sustainable Development Goals - SDGs) programja, és az Európai Térinformációs Infrastruktúra (Infrastructure for Spatial Information in Europe - INSPIRE) tagállami kötelezettsége alkalmat kínál az országosan harmonizált Nemzeti Téradat Infrastruktúra megvalósítására.

Az ENSZ Agenda 2030 előzményei és célkitűzései

2016 januártól érvényes az ENSZ Agenda 2030, a Fenntartható Fejlődési Célok programja (*1. ábra*).

Az ENSZ közgyűlés a Millenniumi Célkitűzések teljesülésének áttekintésekor az elért eredményekkel nem volt elégedett így Fenntartható Fejlődés Célok néven egy újabb 15 éves, de jelentősen kiterjesztett programot hagyott jóvá Agenda 2030 program címmel.

Az előkészítés során 17 célterületet (goals) ezeken belül mintegy 10–10 alterületet (targets) határoztak meg összesen 230 indikátorral. Ez utóbbiak szerepe abban van, hogy lehetővé teszik a folyamatos, évenkénti monitoringot és jelentés elkészítését.

Az ENSZ égisze alatt intézményközi szakértői munkacsoport (IAEG-SDGs) szintjén megkezdődött és folyamatos az egyes alcélok és indikátorokkal kapcsolatos szakmai módszertani munka annak érdekében, hogy az indikátorok



1. ábra Az ENSZ Agenda 2030 célok
 Forrás: <http://nefe.kormany.hu/post-2015>

tagállami szinten megoldandó monitoring és jelentéskészítési feladatait előmozdítsa.

A program előrehaladását jelző indikátorok és monitoring feladatok térinformációs természetűek. Ezen túlmenően az ENSZ Közgyűlés 68/261 határozata szerint:

“A Fenntartható Fejlődési Célok indikátorait — ahol csak lehet — jövedelem, nemek, életkor, fajok, nemzetiségi hovatartozás, kivándorló státusz, fogyatékoság és földrajzi hely, vagy egyéb jellemzők szerinti felosztásban kell kezelni, összhangban a Hivatalos Statisztika Alapelveivel.” ez nem jelent mást, hogy a térinformatikai és földmegfigyelési adatok szerepe, a téradat-infrastruktúrák jelentősége, a kapcsolódó kapacitásfejlesztés és az intézmények közötti partnerségi együttműködések felértékelődnek. Várható, hogy mindez a vonatkozó hazai intézményrendszerre is jelentős kihatással lesz.

A földmegfigyelési szektor kormányközi szervezete a GEO, SDGs kezdeményezést indított EO4SDGs munkacsoporttal, és hasonló módon határoztak olyan fontos szakmai és fejlesztési szervezetek mint az OGC, a CEOS és a Világbank.

A Globális Téradat-infrastruktúra szervezet (GSDI) mind az EO4SDGs, mind az ENSZ tanácsadó szervezete az UN-GGIM és annak regionális hálózatai munkáiba bekapcsolódott, míg a Nemzetközi Térképészeti Társulás (ICA) a kapacitásfejlesztésben működik közre az ENSZ számára.

Az ENSZ Statisztikai részlege külön térinformációs munkacsoportot hozott létre, amely legközelebbi, második ülését a 11. Céletterület (települések, városok) feladatainak szenteli. A 2. ábra az egyes célterületek és a térinformációk és földmegfigyelés érintettségét szemlélteti.

Az SDGs megvalósításában használandó indikátorok és monitoring tekintetében alapvető eszközként kínálkozik az INSPIRE szerint működtetni tervezett, s így tehát Magyarországon is harmonizált téradat infrastruktúra. Vajon mik az elemei, hogyan áll a hazai bevezetése?

		Népesség eloszlás	Városok és infrastruktúrák terkepezése	Magasság, topográfia	Felszínborítás és földhasználat	Óceánográfiai megfigyelések	Vízügyi és vízminőség megfigyelések	Légköri és levegő minőség monitoring	Biodiverzitás, ökoszisztémák megfigyelése	Mezőgazdasági monitoring	Veszélyek katasztrófák, környezeti hatások monitor
1	A szegénység felszámolása										
2	Az éhezés megszüntetése										
3	Egészség és jólét										
4	Minőségi oktatás										
5	Nemek közötti egyenlőség										
6	Tiszta víz és köztisztaság										
7	Megfizethető és tiszta energia										
8	TisztasMunka,GazdNövekedés										
9	Ipár, innováció, infrastruktúra										
10	Egyenlőtlenségek csökkentése										
11	Fenntartható városok, közösségek										
12	Felelős fogyasztás és termelés										
13	Klíma védelem										
14	Óceánok, tengerek védelme										
15	Szárazföldi ökoszisztémák védelme										
16	Béke, igazság, erős intézmények										
17	Partnerség a célok eléréséhez										

2. ábra Az egyes célterületek és a térinformációk, földmegfigyelés érintettsége

INSPIRE a hazai megvalósítás tükrében



Az INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe) néven ismert 2007/2/EK irányelv célja az Európai Közösségen belüli térinformációs infrastruktúra kialakításának, kezelésének, fenntartásának és számítógépes, internetes szolgáltatásának általános szabályait meghatározni és ezt az infrastruktúrát 2009–2020 között létrehozni annak érdekében, hogy az EK politikák érvényesítése, a környezetünkre hatást gyakorló tevékenységek koordinálása és politikai hatásmechanizmusok kezelése, visszacsatolása zökkenőmentes, egyszerű és hatékony legyen.

A keretirányelvben a különböző érintett téradat témákat is külön részekre bontották és különböző életbe lépési határidőt szabtak azoknak (a téradat témák felsorolását az irányelv I.-III. Melléklete tartalmazza).

I. melléklet: koordináta rendszerek; földrajzi rácsrendszerek; földrajzi nevek; közigazgatási határok; címek; földrészlet határok; közlekedési hálózatok; vízrajz; védett helyek.

II. melléklet: magasságmodellek; felszínborítás; ortofotók; földtan

III. melléklet: statisztikai egységek; épületek; talaj; földhasználat; emberi egészség és biztonság; közüzemi és közszolgáltatások; környezetvédelmi monitoring létesítmények; termelő és ipari létesítmények; mezőgazdasági és akvakultúra; népességeteloszlás; területi zónák szabályozása; természeti kockázati zónák; légköri viszonyok; meteorológiai földrajzi jellemzők; oceanográfiai földrajzi jellemzők; tengeri régiók; bio-geográfiai régiók; élőhelyek és biotópok; a fajok eloszlása; energiaforrások; ásványi nyersanyagok.

Az INSPIRE megvalósításában Magyarország lemaradásban van.

Az információs társadalom kialakulása és működése az adatok mérhetetlen mennyiségének létrehozását, feldolgozását és felhasználását követeli meg. A térinformatika az információs társadalom azon eszköze, amely világszerte kiemelkedő szerepet játszanak a folyamatok korszerűsítésében és szolgáltatások modernizálásában. A Nemzeti Téradat-infrastruktúra (NTI) célja e sajátos terület feladatainak rendszerbe foglalása. A NTI kidolgozásának különös aktualitást ad az európai téradat infrastruktúra akcióhoz, az INSPIRE programhoz való csatlakozás szükségessége.

Jelenleg Magyarországon nem létezik országosan harmonizált Nemzeti Téradat-infrastruktúra. Minden szakterület a törvényi előírások szerint kezeli a saját hatáskörébe tartozó adatokat, de ezek harmonizációjára, interoperábilis működtetésükre és közös szemléletű adatpolitikai kezelésükre jelenleg nincs hatályos előírás, megvalósítási terv. Hiányzik az operatív programok sora is.

Összegzés

A fenntartható fejlődés olyan fejlődés, amely kielégíti a jelen szükségleteit, anélkül, hogy veszélyeztetné a jövő nemzedékek esélyét arra, hogy ők is kielégíthessék szükségleteiket.

A célok elérését az előrehaladást minősítő indikátorok meghatározásával és monitoring rendszerek működtetésével oldjuk meg nemzeti szinteken és nemzetközi összefogással.

A döntően térbeli természetű Célok megvalósítása, indikátoraik meghatározása és monitorozásuk lebonyolítása szakmánkra sok feladatot és kötelezettséget ró, de lehetőségeket is talál.

Az emberiség és Földünk jövőjét meghatározó Agenda 2030 Program kimenetele sok mindentől függ, de eredményességét a kormányok készsége, érdekei, képessége, szándékai és összefogása alapvetően befolyásolják.

Újabb munkákkal látja el a téradatok sokszínű szférájában működő földmérőket

és a geo-informatikusokat szakértői szinten, vállalati szinteken és az állami földmérés és földügy kereteiben.

Témával kapcsolatos forráshelyek és háttéranyagok

Az ENSZ Fenntartható Fejlődés honlapja: <https://sustainabledevelopment.un.org/>

ENSZ információs kiadványa: http://www.unis.unvienna.org/unis/hu/topics/sustainable_development_goals.html

A KÜM NEFE oldala: <http://nefe.kormany.hu/post-2015>

Az eredeti OWG SDG dokumentum: http://nefe.kormany.hu/download/a/87/b0000/SDGs_FINAL_Proposal%20of%20OWG_19%20July.pdf

NFFT honlapja: <http://nfft.hu/>

Európai Fenntartható Fejlődési Tanácsok Szervezete: www.eeac-net.org

A Magyar Országgyűlés FF Bizottsága: <http://www.parlament.hu/web/fenntarthato-fejlodes-bizottsaga>

ENSZ Agenda 2030 Fenntartható Fejlődési Célok (SDGs):
<http://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>

ENSZ statisztikai indikátorok a Agenda 2030 FF céljaihoz:
<http://unstats.un.org/sdgs/indicators/Official%20List%20of%20Proposed%20SDG%20Indicators.pdf>

The Global Partnership on Sustainable Development Data: <http://www.data4sdgs.org/>

Group on Earth Observations (GEO): <http://www.earthobservations.org/>

UN GGIM: <http://ggim.un.org>

A kormány által 2007. június 27-én elfogadott Nemzeti Fenntartható Fejlődési Stratégia:
Nemzeti Fenntartható Fejlődési Stratégia - 2007 (pdf, 0,5 Mb)

Az Európai Bizottság INSPIRE oldala: <http://inspire.ec.europa.eu/>

Magyar INSPIRE metaadat portál <http://inspire.gov.hu>

INSPIRE Ország Jelentés (2016): http://cdr.eionet.europa.eu/hu/eu/inspire/reporting/envv2fkyq/INSPIRE_Country_Report_2016_Hungary1.0.pdf/manage_document

Újabb eredmények Pécs lakóterületének geoinformatikai minősítésében

Morva Tamás¹ – Gyenizse Péter²

¹ PhD hallgató, PTE TTK Földtudományok Doktori Iskola, morvatamas@gmail.com;

² egyetemi docens, PTE TTK Földrajzi Intézet, gyenizse@gamma.ttk.pte.hu

Abstract: In this article We continued Our earlier (2006) research. We improved the accuracy of the spatial data and the methodology of the settlement assessment model, and investigated the deviation between the previous and new charts. We concluded that increasing the accuracy of spatial data improved minimally the outcome of the models. But the results of the 2016 survey and especially the change of distance parameters range caused significant score increase or decrease in some district of Pécs (compared to the previous research).

Bevezetés, célkitűzés

A települések kialakulásában és fejlődésében a kedvező helyi energiák mellett a helyzeti energiának is kiemelkedő szerepe van. Ha ezeket a tényezőket más térbeli dimenzióban, mondjuk egyetlen településen belül is megvizsgáljuk, akkor a különböző városrészek értékére, fejlődési lehetőségeire is levonhatunk következtetéseket.

Véleményünk szerint számos olyan tényező van, ami egy település beépített területén belül is jelentős megítélésbeli különbségeket eredményez. Ezek egyes településrészeket vonzóvá tesznek a lakók számára, míg másokat hátrányos színben tüntetnek fel.

A települések természeti és társadalmi adottságainak elemzésére kiváló eszközként használhatók a geoinformatikai programok (CSAPÓ T. 2005; ELEKES T. 2008; HAJNAL K. ET AL. 2009; JAKOBI Á. – ÓNODI Zs. 2012; NAGYVÁRADI L. – PIRKHOFER E. 2008; RONCZYK L. – WILHELM Z. 2006; SZABÓ G. – SZABÓ SZ. 2013).

Egy évtizeddel ezelőtt kidolgoztunk egy olyan geoinformatikai módszert, amely a hazai nagyvárosok területét minősítette a lakosság szempontjából. Az első település, aminek a területén ezt alkalmaztuk, Pécs városa volt (GYENIZSE P. 2009). Jelen tanulmányunkban újra felvettük ezen régi vizsgálat fonalát és az újabb tapasztalatok és egy újabb kérdőívezés adatait felhasználva megvizsgáltuk a korábbi és a jelenlegi módszertan, valamint a kapott eredmények különbségét.

A következőkben egy olyan geoinformatikai vizsgálatot mutatunk be, ahol 21 társadalom számára fontos, és térben is megfogható tényező alapján minősítettük Pécs különböző részeit.

Módszerek

Pécs egyes részeinek társadalmi megítélés alapján való minősítéséhez többféle adat megszerzésére, azok társadalmi igények szempontjából történő pontozására volt szükség. Ahhoz, hogy geoinformatikai programmal végezhető vizsgálatokat tudjunk végrehajtani a témában, szükség volt számos térben megfogható objektumra, jellemzőre.

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

Mivel a vizsgálat célja nem csak ezen objektumok térbeli ábrázolása, hanem a lakosságra gyakorolt hatásának felmérése, ezért megfelelő pontrendszert kellett kialakítani minden egyes objektumtípushoz. Az objektív pontrendszer alapját egy kérdőíves felméréssel teremtettük meg. A célzott felmérés során az egyes objektumtípusok, illetve lakókörnyezeti jellemzők fontosságát mértük fel a lakosság körében.

A felmérés után létrehozott térinformatikai rétegek egy része a helyzeti energiákhoz hasonlóan, valamitől való távolság alapján minősítette Pécs területét. Másik része pedig konkrétan lehatárolt területeknek adott alacsonyabb, vagy magasabb pontszámot. Ezen kérdőíves eredmények közül most csak a távolságfüggő tényezők hatását vizsgáltuk újra.

A kérdőíves felmérés során számos objektumcsoportnak a válaszadó számára való fontosságát mértük fel. A feltett kérdés a következő volt: „Milyen mértékben befolyásolná az Ön választását az alábbi tényezők, amennyiben jelenlegi lakhelyéről el kívánna költözni? Kérem, pontozza az alábbi tényezőket.” A meghatározott tulajdonságú objektumok megítélése részben azok helyben való megléte, részben az azoktól való távolság alapján zajlott. A válaszadó ötféle pontszámot adhatott egy-egy objektumtípusnak: -2 (igen hátrányos), -1 (kissé hátrányos), 0 (semleges), 1 (kedvező), 2 (igen vonzó). A negatív pontokra egyrészt a pszichológiai hatás, a jobb megítélhetőség miatt volt szükség, másrészt ez a raszteres rétegen, a súlypontok meghatározásánál, az objektumtípustól távolodva és nem közeledve növekedő pontokra utal. A szavazatok feldolgozása után minden objektumtípus -10 és 10 közötti relatív pontszámot kapott.

A részeredmény rétegek kialakításához első lépésben digitalizáltuk, majd raszterizáltuk az objektumok helyét az alaptérképen. Ezek között volt pont, vonal és felület is.

Ebben a dolgozatban most csak olyan objektumok hatását vizsgáljuk, amelyek esetében a tőlük mért távolság a fontos, ezért minden esetben elkészítettünk egy olyan réteget, amin az objektumtól távolodva változó pontértéket kaptak a pixelek. Ez növekedhetett, vagy csökkenhetett is. Ez reprezentálja, hogy az emberek számára az a jó, ha a nekik fontos, az életminőségüket növelő objektumokhoz közel, a számukra

negatív hatású területektől minél távolabb laknak. A későbbiekben ezen rétegek összesítésével kaptuk a lakosság véleményét tükröző eredményréteget.

Az elemzés során a minősítő modell három eltérő változatával dolgoztunk és hasonlítottuk össze azok eredményeit.

Először a helyhez kötött tényezők elhagyásával ArcGIS szoftverben is újra elkészítettük a 2006-ban publikált rétegeket, amelyek referenciaként szolgálnak a javított, újabb módszerekkel készített eredmények értékeléséhez.

Másodszor légifotó segítségével manuálisan pontosítottuk a kiindulási adatokat, amelyekből a régi metódus szerint készítettük el a minősítést, majd összevetettük a referencia réteggel.

A legmarkánsabb változást a harmadik változattól vártunk. Ebbe a második esetben ismertetett pontosított térbeli adatbázis mellett a településminősítő modellezés összes újabb eredményét beleépítettük. A légifotóról digitalizáltuk az emberek számára átjárhatatlannak minősíthető, legalább háztömbnyi méretű akadályterületeket, amelyek Pécs esetében legtöbbször elzárt, ipari területek. A rétegek elkészítéséhez életszerűbb, korábbi kutatások által megalapozott távolsághatárokat használtunk (GYENIZSE P. ET AL. 2016).

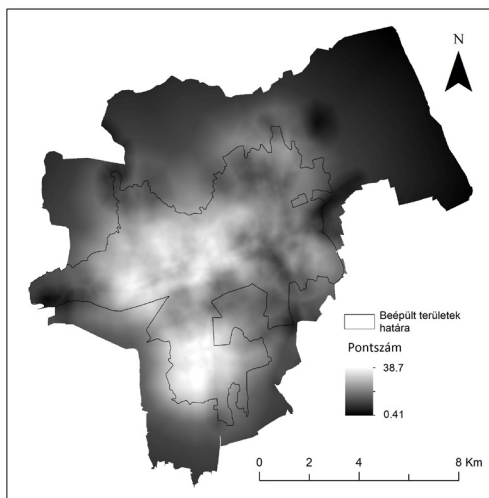
A felületek összehasonlítását ArcGIS és QGIS térinformatikai környezetekben végeztük el.

Eredmények

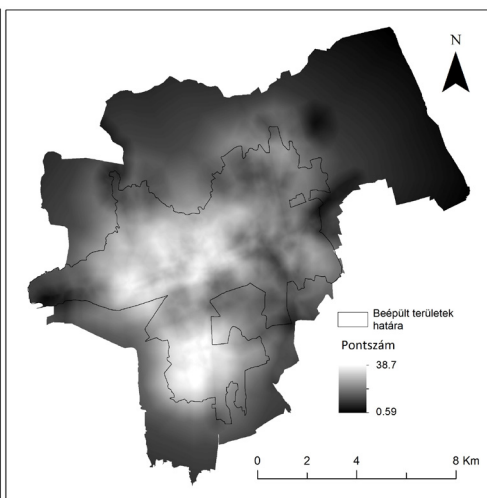
Első lépésben újra elkészítettük a raszteres minősítő térképet a 2006-os módszer szerint, de úgy, hogy az nem veszi figyelembe a helyhez kötött tényezőket, ezen kívül viszont teljes mértékben megegyezik az akkor bemutatott eredeti réteggel. Ezt használjuk referenciaként a további elemzéshez.

A vizsgált objektumok helyzetét légifelvétel segítségével pontosítottuk, aminek eredményeképpen a korábbi akár 30 méteres pontosság néhány méteresre javult. Ez első hallásra soknak tűnik, de mivel a raszteres modell 10 méter/pixel felbontású, ezért az összehasonlító *1 és 2. ábrán* csak nagyon kis változások vehetőek észre. A maximális pontszám nem, a minimális pontszám csak néhány tizednyit, gyakorlatilag elhanyagolható mértékben változott.

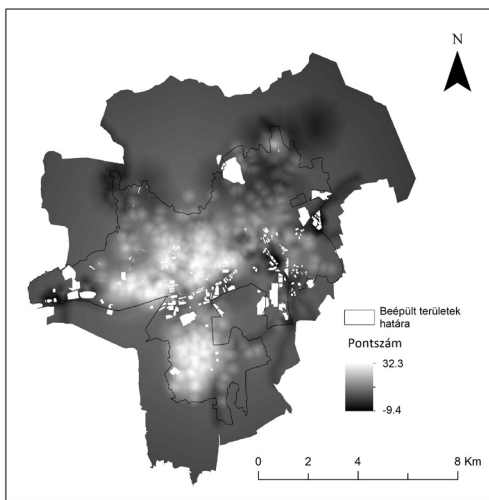
Az újabb módszertani fejlesztések figyelembevételével készített minősítő felületen már jelentős változások láthatóak (*3. és 4. ábra*). Egyrészt az *1. táblázatban* látható mértékben módosítottuk a tényezőkhöz tartozó távolsághatárokat. A 2006-os metódus szerint a legnagyobb távolsághatárral rendelkező kilenc tényező a vizsgált terület határáig fejt pozitív vagy negatív hatást, viszont az új módszer szerint a maximum távolsághatár 8701 méterre csökkent és csak három tényező rendelkezik ezzel (belváros közelsége, kórház, rendelőintézet közelsége és plázák, üzletközpontok közelsége). Ezért a minősítő felület nem mindenhol terjed Pécs településhatáráig. A távolsághatárok pontosítása (általában csökkenése) okozza azt, hogy a térkép



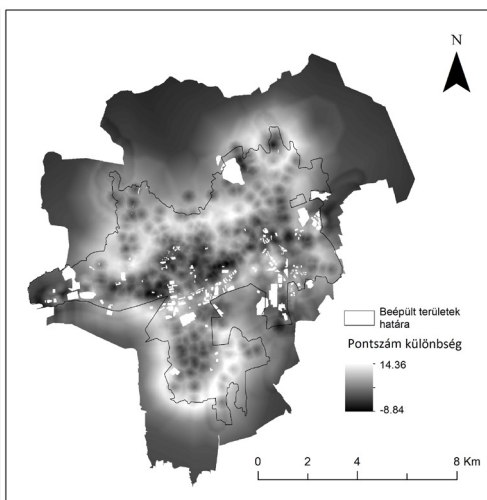
1. ábra Pécs területének 2006-os minősítése



2. ábra Pécs területének minősítő térképe a 2006-os objektumok térbeli pozíciójának pontosítása után



3. ábra Pécs területének új módszerrel készített minősítése



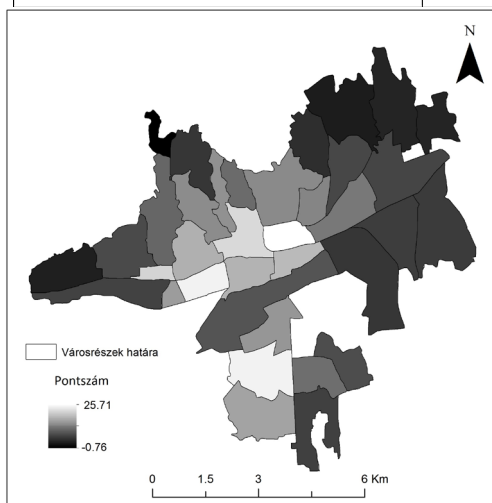
4. ábra A régi és az új felület különbsége

láthatóan tagoltabb, az átmenetek határozottabbak. A kérdőíves felmérés alapján a pixelek értéke elméletileg -38,9 és 49,8 közötti intervallumba eshetne, a valóságban a -9,44 és 32,30 között oszlik meg.

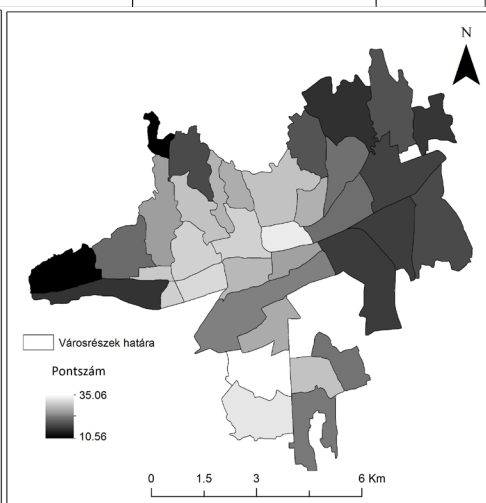
A következő lépésben a minősítő felületeket Pécs városrészeinek területére átlagoltuk. Így lehetőség nyílik az társadalmi adottságok teljesen objektív értékelésére, valamint a három minősítő módszer városrészenkénti összehasonlítására. Ennek eredménye a 2. táblázatban és az 5, 6, 7 és 8. ábrán látható. Megfigyelhető, hogy a térbeli pontosság javulása csekély változást okozott, de az új módszer határozottan más eredményeket produkál.

1. táblázat A 2006-os és a 2016-tól alkalmazott távolsághatárok, valamint a tényezőkhöz tartozó pontszámok

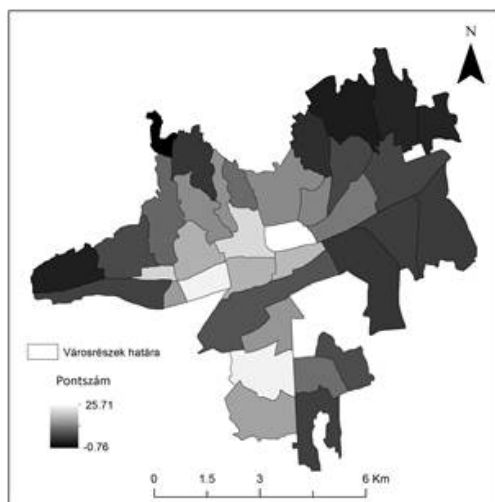
Felmért tényezők	Régi távolsághatár	Korrigált távolsághatár	Pontszám
Felújításra szoruló építészeti, gépészeti részek az épületben	Objektumhatár	341 m	-4,3
Buszmegálló közelsége	2000 m	341 m	7,2
Buszpályaudvar közelsége	Vizsgált terület határa	1661 m	4,0
Forgalmas főútvonal közelsége	500 m	341 m	-4,3
Vasútállomás közelsége	Vizsgált terület határa	341 m	-4,2
Vasútvonal közelsége	500 m	341 m	-3,3
Bölcsőde, óvoda, általános, vagy középiskola közelsége	Vizsgált terület határa	781 m	3,5
Egyetem valamely karának közelsége	2000 m	1661 m	1,6
Templomok közelsége	1500 m	781 m	2,0
Belváros közelsége	Vizsgált terület határa	8701 m	2,2
Nagyobb élelmiszer üzletek, élelmiszer piac közelsége	2000 m	781 m	6,9
Hipermarketek közelsége	Vizsgált terület határa	781 m	5,7
Műszaki, kertészeti, lakberendezési nagyáruházak közelsége	Vizsgált terület határa	781 m	-0,5
Többfunkciós (Plaza jellegű) üzletközpontok közelsége	Vizsgált terület határa	8701 m	-0,1
Vendéglátóhely, étterem, nagyobb szórakozóhely, mozi közelsége	1000 m	781 m	0,2
Park / nagyobb zöldterület / erdő közelsége	1500 m	781 m	8,8
Sportpályák közelsége	1500 m	781 m	1,5
Kórház, rendelőintézet közelsége	Vizsgált terület határa	8701 m	6,2
Ipari üzemek közelsége	1000 m	341 m	-6,6
Nagyobb légszennyező- és zajforrások közelsége, magasabb porterhelés	Vizsgált terület határa	1661 m	-9,1
Hátrányos helyzetű társadalmi rétegek közelsége	1000 m	1221 m	-6,5



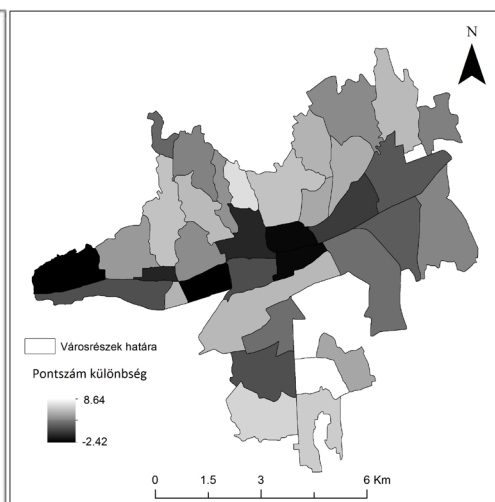
5. ábra Pécs városrészeinek 2006-os módszerrel készített minősítése



6. ábra Pécs városrészeinek 2006-os módszerrel, de pontosított adatokkal készített minősítése



7. ábra Pécs városrészeinek 2016-os módszerrel készített minősítése



8. ábra A 2006-os és 2016-os módszer felületeinek a különbsége városrészenként átlagolva

A legjobb és a legrosszabb besorolású városrészek sorrendje sok esetben megváltozott, bár amelyik városrész a régi módszer szerint alacsonyabb pontszámot kapott, az általában az új minősítésben is hátrébb szorult. Néhány esetben mégis komoly eltérések figyelhetők meg, például Málom esetében, amely az eredeti sorrendben a harmadik, az új sorrendben csak a kilencedik legjobb városrész. A gyengébbek között nagyot változott Bolgárkert helyzete, amely a 33-ról a 25. helyre került. Mindkettő a város peremén helyezkedik el, ezért a távolsághatárok változása és az akadályok figyelembe vétele miatt változnak a pontszámaik ilyen nagymértékben. A legjobbra értékelt területek továbbra is a Belváros-Szigetiváros-Uránváros tengely mentén valamint Kertváros központi részeire esnek, de átlagon felüli a Mecsekoldal városrészeinek értékelése is. A legkisebb változás a magasra értékelt központi területeken van, mert a vizsgált tényezők is koncentrálódnak ezeken a területeken, de a túl nagy távolsághatárok hatása itt még nem érvényesül (hiszen az objektumok közel vannak).

A legrosszabbra értékelt városrészek Pécs nyugati és keleti határán helyezkednek el, ahol az alacsony pontszámot leginkább a kevés szolgáltatás, a lakószempontból nem kívánatos ipari üzemek valamint a hátrányos helyzetű társadalmi rétegek jelenléte okozza.

Összefoglalás

A cikkben egy korábbi (2006), Péccsel kapcsolatos vizsgálatunkat folytattuk. Pontosítottuk a modellben használt térbeli adatokat és a minősítés módszerét. Megvizsgáltuk a kapott minősítő térképek eltérését. Megállapítottuk, hogy a térbeli adatok pontosságának növelése csak minimális mértékben javította a modell

2. táblázat A városrészek átlagpontszámai a három metódus szerint, valamint a városrészek egymáshoz viszonyított sorrendjének változása az eredeti és az új módszer alkalmazásával

Városrész	Régi módszer	#	Régi módszer a pontosított adatokkal	Új módszer	#
Megyeri kertváros	35.07	1	35.06	24.52	3
Belváros	33.16	2	33.11	25.72	1
Málom	32.58	3	32.69	16.28	9
Uránváros	31.54	4	31.55	24.52	2
Makár	30.81	5	30.77	17.61	8
Szigetváros	30.77	6	30.73	21.91	4
Kovácstelep	30.36	7	30.38	15.47	10
Rácváros	30.02	8	30.01	21.27	5
Mecsekoldal	29.29	9	29.17	13.84	14
Donátus	29.18	10	29.22	13.99	13
Árpádváros	29.13	11	29.15	10.95	17
Ispitalja	28.28	12	28.29	17.92	7
Bálics	27.91	13	27.84	14.49	12
Tettye	27.52	14	27.45	13.11	15
Szókó	27.35	15	27.35	10.62	18
Régi kertváros	27.01	16	26.98	15.18	11
Siklósváros	26.03	17	26.05	18.69	6
Ürög	25.77	18	25.81	10.07	19
Északmegyer és Vágóhidkőnyék	22.84	19	22.85	8.14	20
Postavölgy	22.06	20	22.07	6.14	26
Nagyárpád	21.56	21	21.72	7.35	21
Rigóder	21.49	22	21.45	6.88	23
Budaváros	21.34	23	21.28	11.91	16
Patacs	20.90	24	21.00	7.23	22
Gyűlés	18.75	25	18.75	4.28	31
Szabolcs	18.41	26	18.50	3.26	32
Újhegy	17.83	27	17.83	5.52	28
Deindol	17.82	28	17.89	5.08	29
Meszes	17.01	29	16.99	6.43	24
Gyárváros	16.60	30	16.60	5.74	27
Balogány és Basamalom	16.31	31	16.35	5.03	30
Szabolcshegy	15.80	32	15.84	3.15	33
Bolgárkert	15.63	33	15.65	6.24	25
Pécsbánya	15.44	34	15.48	2.41	35
Szentkút	10.76	35	10.72	-0.76	36
Szentmiklós és Zsebedomb	10.38	36	10.56	2.49	34

eredményét. Ezzel szemben a 2016-os kérdőív eredményei és főleg a távolságfüggő paraméterek hatótávolságának változása egyes városrészek esetében jelentős relatív pontszám emelkedést, vagy csökkenést okozott.

Felhasznált irodalom

- CSAPÓ T. (2005): A magyar városok településmorfológiája. – Savaria University Press, Szombathely, 170 p.
- ELEKES T. (2008): A földrajzi tényezők szerepe a településfejlődésben. – Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Pécs, 160 p.
- GYENIZSE P. (2009): Geoinformatikai vizsgálatok Pécsen. Pécs településfejlődésére

- ható természeti és társadalmi hatások vizsgálata geoinformatikai módszerekkel. - *Geographia Pannonica Nova* 7, Publikon Kiadó, Pécs, 110 p.
- GYENIZSE P. – TRÓCSÁNYI A. – PIRISI G. – BOGNAR Z. – CZIGÁNY SZ. (2016): A Multi-factor Model Developed on Residents' Opinions for the Classification of Urban Residential Areas. – *Geografie–Sborník ČGS*, 121/1., pp. 1–31.
- HAJNAL K. – PIRISI G. – TRÓCSÁNYI A. (2009): A táj és a belőle fejlődő város: Pécs. – In: Fábíán Sz. Á. – Kovács I. P. (szerk.): *Az édesvízi mészkövektől a sivatagi kergekig*. Publikon Kiadó, Pécs, pp. 149–166.
- JAKOBI Á. – ÓNODI ZS. (2012): Térinformatikai módszerek a települések térbeli fejlődésének vizsgálatában. – *Regionális Tudományi Tanulmányok* 16. pp. 264–272.
- NAGYVÁRADI L. – PIRKHOFER E. (2008): A modern geográfia kihívása: a térinformatika önkormányzati alkalmazásának új lehetőségei Kozármisleny példáján. – *Földrajzi Értesítő* LVII. évf. 3-4. szám, pp. 299–311.
- RONCZYK L. – WILHELM Z. (2006): The Influence of the Transformation of Landscape Values on the Touristic Offer of the City of Pécs. – In: Aubert A. – Tóth J. (Hrsg.): *Stadt und Region Pécs, Beiträge zur angewandten Stadt- und Wirtschaftsgeographie*, Universität Bayreuth, Bayreuth, pp. 79–88.
- SZABÓ G. – SZABÓ SZ. (2013): Városi felszínmodell generálása távérzékelés alapú adatgyűjtéssel. – In: Lóki J. (szerk.): *Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában IV.: Térinformatika Konferencia és Szakkiállítás*. Debreceni Egyetemi Kiadó, pp. 373–378.

Az árvízi védekezés támogatása hidrológiai modellezéssel egy kisvízfolyás példáján

Nagy Bálint

MSc hallgató, DE TTK Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, nb.geo.1994@gmail.com

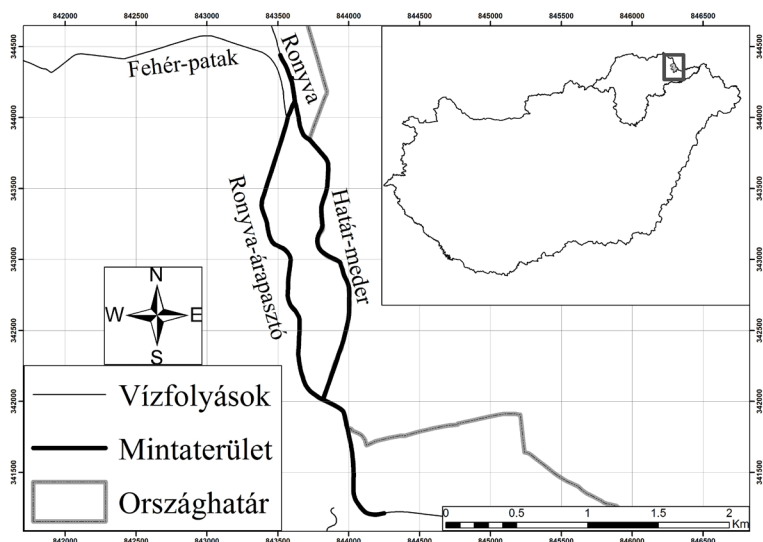
Abstract: During my research I have studied the Ronyva creek's 3.7 kilometers long stage and the Ronyva-spillway, both are located in Sátoraljaújhely. The area had significant flood damages in 2010 which resulted great reconstructions along both beds. I have made the hydrological model of the streams. By the help of the models the mostly endangered areas during an inundation can be predicted, and the bed's ability of excess water control can be studied. The generated flood maps can support the watermanagement and the decision-makers to elaborate prevention plans for floodings.

Bevezetés

Az elmúlt években, évtizedekben a klímaváltozás hatására egyre nagyobb időjárási szélsőségek jellemezték Magyarországot és a Kárpát-medencét. Ezek és különböző antropogén hatások függvényében alakul folyóinak és patakjainak vízjárása. A növekvő méretű nagyvizek folyamatos árvízi kockázatot jelentenek. Az egymás után megdőlő rekord vízállások miatt az árvízi védvonalak karbantartása és a védekezési tervek naprakészsége első helyen álló feladat. Ennek érdekében az utóbbi másfél évtizedben támogatásukra egyre több munkában kezdtek hidrológiai modelleket alkalmazni hazánkban is (KOVÁCS S. 2013; KONCSOS L. ET AL. 2011; NAGY Z. 2009; PREGUN CS. ET AL. 1999; RÉTI G. 2012).

A hidrológiai modellezés a hidrológia egyre nagyobb jelentőséggel bíró segédtudománya. SZATMÁRI J. (2013) szerint magába foglalja az adatok gyűjtését, tárolását, asszimilálását, modellezését, elemzését, illetve a kapott adatok és a belőlük levont következtetések prezentálását is, ezért inkább a hidroinformatika megnevezéssel illeti. A komplex hidrológiai, illetve csapadék-lefolyási modellek segítségével reprodukálhatunk korábbi folyamatokat, megválaszolhatunk komolyabb vízügyi problémákat, és a mérnöki döntéshozatalt is elősegíthetik.

A kutatásom tárgyát képező kisvízfolyás, a Ronyva-patak Borsod-Abaúj-Zemplén megye észak-keleti területén található (*1. ábra*). Jelentős szakaszán határt képez Szlovákia és hazánk között. Vizsgálataim a Sátoraljaújhely városán belüli részeire terjednek. A település határánál a vízfolyás kétfelé ágazik: a főágat jelentő Határ-, és a Ronyva-árapasztó-mederre. A modellezési folyamat az előbbi 2+601–



1. ábra A mintaterület elhelyezkedése

6+338 fkm-ek közötti 3,7 km-es, míg az utóbbi 2,2 km-es teljes terjedelmét érinti.

A trianoni béke által „hajózható határfolyónak” nyilvánított patak erősen torrens karakterű. SERF E. (1941) cikkében már évtizedekkel ezelőtt lejegyezte, hogy míg a patak vízhozama legtöbbször az $1 \text{ m}^3/\text{s}$ -t sem haladja meg, addig áradásai idején ennek többszázszorosa, $200\text{-}300 \text{ m}^3/\text{s}$ is előfordulhat. A vízfolyás medre nem volt képes az ilyen nagy méretű víztömegek elöntés nélküli elvezetésére, ezért időről időre veszélyeztette a mélyebb fekvésű városrészeket. Tehermentesítésére az 1970-es években megépítették a Határ-mederrel párhuzamos árapasztót. A város északi határánál egy osztóművet létesítettek, ami $\frac{1}{3}\text{--}\frac{2}{3}$ arányban osztja el a patak vizét a Határ-meder és az árapasztó között. A megvalósítás során $160 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{1\%}$ -os nagyvízhozamot vettek figyelembe a Ronyva Sátoraljaújhely-vízműtelep szelvényében. A munkálatok ellenére több szakaszon továbbra sem sikerült megoldani a szűk medrek problémáját, mivel sok épület túl közel van a partokhoz. Emiatt ezeken a helyeken nem volt lehetőség a töltések megfelelő magasítására. A rendezések után a 90-es évekig a mesterségesen kialakított medrek kiöntés nélkül tudták elvezetni a patak vizét (MOLNÁR GY. 2011).

2010 május és június hónapjaiban a vízgyűjtőterületén hirtelen lehulló több havi mennyiségű csapadék miatt 3 alkalommal is olyan magasra emelkedett a vízszint, hogy a város több részét is elöntötte. Az árvíz közel 3400 főt és 600 ingatlant érintett. A következő évben több szakaszon is átépítéseket kezdeményeztek. Bizonyos területeken megemelték a töltéseket, ahol pedig az épületek közelsége miatt erre nem nyílt lehetőség, ott parapetfalakkal magasították meg azokat (MOLNÁR GY. 2011).

Kutatásommal a védművek fejlesztésének eredményességét vizsgáltam. Erre a 2010-es árvíz vízhozamértékeire alapozott hidrológiai modellek összehasonlításával kaphatunk válaszokat. Továbbá kijelölhetők azok a szakaszok is az adott

vízhozamértékek esetén, ahol a töltések fölé magasodó vízfelszín kilép a mentesített területekre. A felújított védművek tesztelésén túl a következő nagyobb árvizek idejére is meghatározhatjuk a lehetséges, veszélyeztetett térségeket. A választott kisvízfolyás hidrológiai modelljének kiépítésével és elemzésével annak az árvízi védekezésben történő alkalmazási lehetőségeire szeretnék rámutatni.

Anyag és módszer

A modellezési folyamat során az Egyesült Államok Katonai Mérnöki Karának (U.S. Army Corps of Engineers) Vízügyi Mérnöki Központja (Hydrologic Engineering Center) által 1964 óta fejlesztett HEC-RAS programot használtam. A program közpénzen történő fejlesztése miatt ingyenesen elérhető. Lehetőséget nyújt 1D-s permanens, illetve 1D-s vagy 2D-s nem-permanens áramlások vizsgálatára (Internet-1). A fent említett hazai munkákban is ezt a nemzetközileg elismert programot alkalmazták.

A modellépítés első lépése egy pontos geometriai keret megalkotása volt. A keret létrehozására az ArcGIS beépülő modulját, a HEC-GeoRAS-t alkalmaztam, ami a következő részfeladatokból épül fel:

- a vízfolyások és a környék digitális domborzatmodelljének (továbbiakban: DDM) generálása,
- a felszín és a meder Manning-féle érdességi együtthatóinak meghatározása,
- a HEC-GeoRAS-ban további geometriai adatok felvétele: középvezetők (River stream centerlines), partok (Banks), árterek határai (Flowpaths), keresztmetszetek (Cross sections), hidak (Bridges), áramlás nélküli területek (Ineffective flow areas), blokkolt objektumok (Blocked obstructions),
- az előbb felsorolt adatok összefűzése egy egységes, a HEC-RAS számára értelmezhető geometriai keretté.

A mintaterület DDM-jének ábrázolására egy TIN modellt generáltam. Ennek az elkészítésére az Észak-magyarországi Vízügyi Igazgatóságtól kapott papíralapú hossz-, és keresztmetszvényeket dolgoztam fel a medrek, míg 1:10 000 méretarányú topográfiai térképeket a környék magasságadatainak kinyerésére ArcGIS szoftverkörnyezetben. A elkészült TIN modellt a HEC-RAS számára jobban kezelhető GRID formátumra alakítottam.

A felszín összetétele, alakja vagy növényzettel való borítottsága alapvető hatással van a felszíni víz áramlására. Külön meg kell említenünk a meder borítottságának, vonalvezetésének és növényzetének az áramlásra gyakorolt módosító hatását. Ezeket a különböző tulajdonságokat összességében a felszín érdességeként szokás definiálni. A felszín és a meder érdességének megadására használt értéket Manning-féle érdességi együtthatónak nevezzük (CHOW V.T. 1959). Az érdesség meghatározása érdekében tipizáltam a mintaterület különböző felszíneit. Erre a célra két módszert alkalmaztam. A város környezetének felmérése egy LANDSAT-8 OLI műholdfelvétel interpretálásával történt, míg a településen belül a műholdfelvétel

nem megfelelően részletes felbontása miatt egy World Imagery felvétel alapján manuálisan végeztem el a besorolást. PHILLIPS J.V. és TADAYON S. (2007) szerint a lehető legpontosabb együttható megadása érdekében ajánlatos a legnagyobb tapasztalattal rendelkező személyek eredményeire támaszkodni. Ennek okán az általam meghatározott 20 felszínípust a CHOW V.T. (1959) Open-channel hydraulics című könyvében találhatóakkal és a hozzájuk rendelt együtthatókkal azonosítottam.

A geometriai keret felsorolásban említett összetevőit a HEC-GeoRAS képes a HEC-RAS számára értelmezhető csomaggá egyesíteni. A DDM és a Mannig-féle érdességi értékek is ebben a programban konvertálódnak (MERWADE V. 2012). Definíálásuk után topográfiai térképekkel, terepi felméréseimmel és Google Earth felvételekkel ellenőriztem, hogy a középvonalak, a partok, illetve az árterek határai a megfelelő helyen vannak-e. MERWADE V. (2012) szerint egy geometriai keret legfontosabb építőelemei a keresztmetszetek. A keret összes adatát nagyrészt ezeken keresztül kezeli a szoftver az áramlási számítások során. A lehető legnagyobb lefedettség érdekében manuálisan vettem fel őket. A korábban már említett World Imagery felvételt alkalmazva 8 híd, valamint a medrét elhagyó víz mozgására módosító hatást gyakorló épületek, mint blokkolt objektumok helyét digitalizáltam.

A HEC-RAS-ban a geometriai keret további pontosításokat igényelt. A hidak esetében pontos helyzetükön kívül további adatokra is szükség volt. Határszelvényeikkel és további híd adatok (pl. hídpálya szélessége, magassága és a pillérek száma,) megadásával modellezhetjük őket (BONNER V. – BRUNNER G. 1996).

A 2010-es árvíz utáni felújításokról Sátoraljaújhely önkormányzata biztosított adatokat. A töltésmagasításokkal és parapetfalakkal megemelt töltések esetén a folyamkilométerekre megadott új magasságértékekkel egészítettem ki a geometriát. A létrejött, kibővített keretet használtam az átépítések sikerességének vizsgálatára.

A modellezéshez további nélkülözhetetlen adatok az árvíz idején a Ronyva Sátoraljaújhely-vízműtelep szelvényében mért vízhozamértékek. Ezeket az Észak-magyarországi Vízügyi Igazgatóság szolgáltatta 15 perces időléptékben. Futtatásaim során a Ronyva első és utolsó keresztmetszetét használtam határfeltételekként. Az előbbi esetén a Flow Hydrograph típusban a vízhozamadatokat, míg az utóbbiban Normal Depth típusban 0.001-t rögzítettem. A vízhozamértékeknél a korábban említett, két meder közötti megoszlási arányokat is figyelembe vettem.

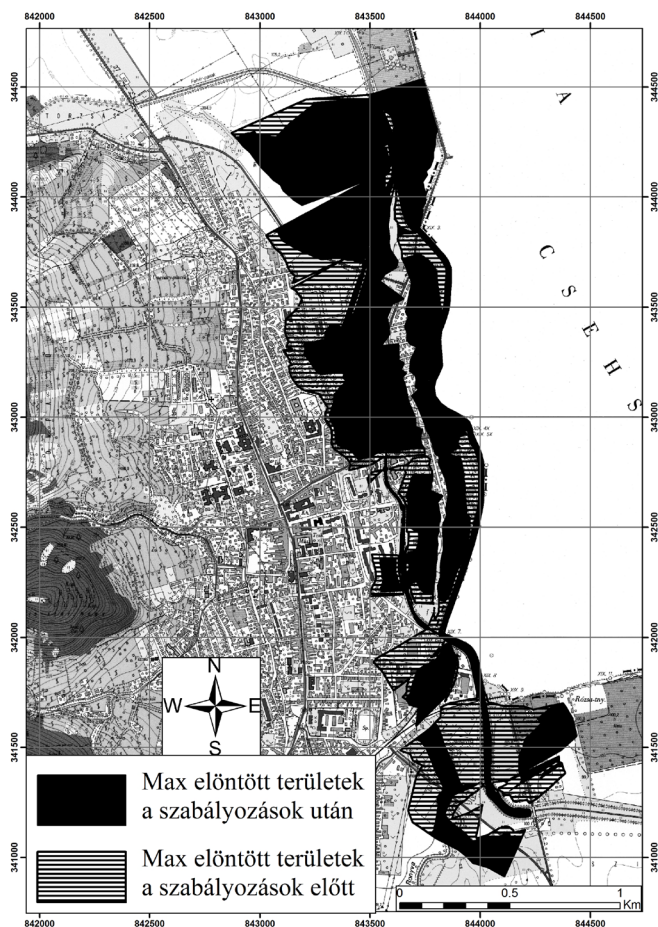
Változó áramlású futtatásaim során a 2010-es árvíz első, legnagyobb árhullámának vízhozamait emeltem ki a május 16. 00:00 és május 18. 24:00 közötti időpontban. A patak vízhozama ekkor érte el a maximum értékét (183 m³/s), ezért esett a választásam rá. A fenti árhullámmal teszteltem a felújított töltéseket és parapetfalakat. Az összehasonlításhoz futtatott két modellnek így a geometriai keretében volt eltérés a felvett töltésmagasítások miatt.

A kapott eredményeket a HEC-GeoRAS segítségével dolgoztam fel az ArcGIS-ben térképi ábrázolásra. Az átépítések nélküli modell legnagyobb kiterjedését az önkormányzattól kapott 2010-es elöntési adatok alapján validáltam.

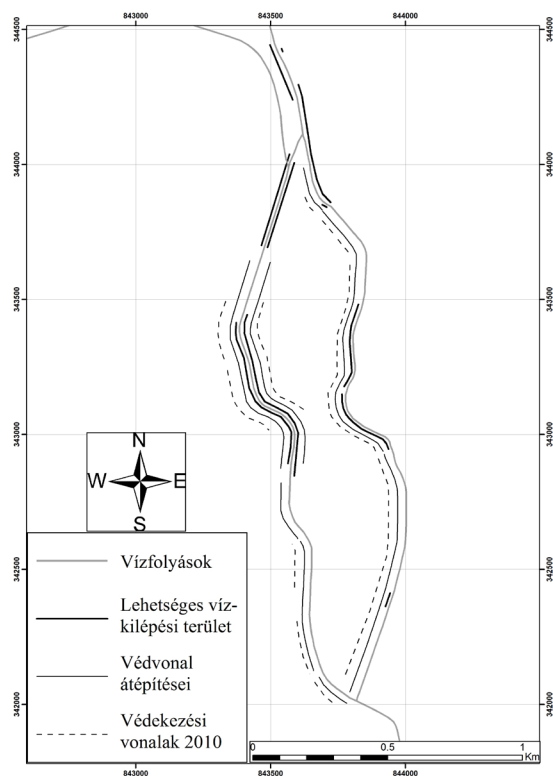
Eredmények

A fent említett két hidrológiai modell legnagyobb kiterjedését a futtatások után összehasonlítottam (2. ábra). Ezzel az átépítések eredményeit prezentálnám. A térképen a jobb összehasonlítás érdekében jelöltem a felújított töltések és parapetfalak vonalát. A munkálatoknak köszönhetően főleg az árapasztó jobb partjának északi részén csökkent a veszélyeztetett területek nagysága. Számszerűsítve 55,5 hektárral kevesebb terület kerülne víz alá manapság. Ennek ellenére a magasítások a modellek alapján nem jelentenének mindenhol biztonságot egy következő rekordárhullám esetén.

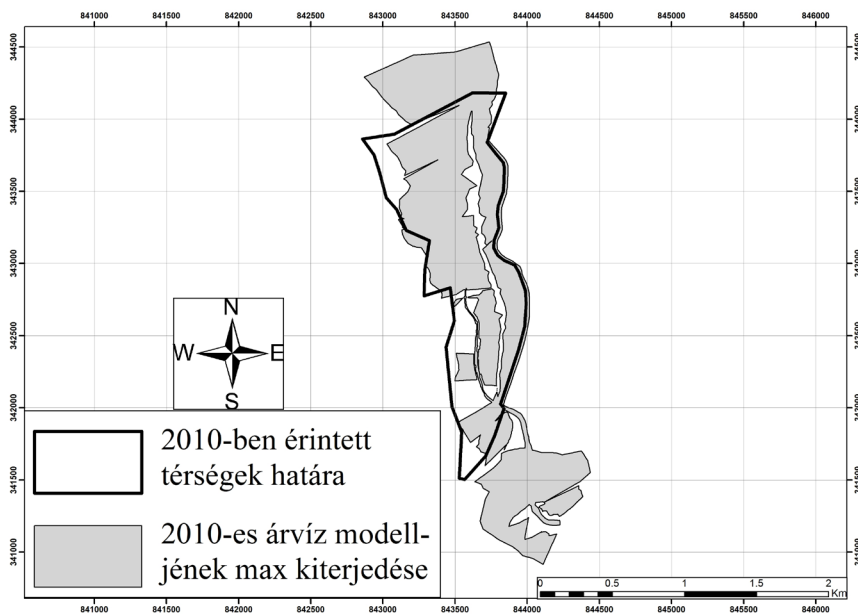
A munkám címében is megfogalmazott cél érdekében az ArcGIS-ben kijelöltem a lehetséges vízkilépés helyeit (3. ábra). Ezáltal a későbbiekben a vízszint emelkedésének kezdetén megjelölhetők az árvízi védekezés csomópontjai. Ennek az eredményein is érzékelhetjük, hogy a hirtelen érkező nagy vízhozamok miatt kialakuló, hatalmas vízállásokkal a megemelt töltések nehezen tudnak megbirkózni.



2. ábra Az átépítésekkel és nélkülük futtatott modellek maximális kiterjedése



3. ábra Az átépített töltések esetén a lehetséges vízkilépési területek, a védvonal átépítések és a védekezési vonalak 2010-ben



4. ábra A Ronyva hidrológiai modelljének validálása

A modell megbízhatósága miatt elsődleges volt annak validálása. Az önkormányzattól kapott adatok alapján lehatároltam a 2010-ben elöntött utcákat. A valós adatokkal történt ellenőrzés alapján a generált hidrológiai modellek biztosnak tekinthetők (4. ábra).

Összegzés

Vizsgálataim alapján a HEC-RAS szoftver kisvízfolyások hidrológiai modellezésére is alkalmas. A modellek elemzésével elősegíthetjük a minél hatékonyabb árvízi védekezést. Többek között meghatározhatjuk a lehetséges vízkilépési területeket és az elöntés nagyságát.

A fent említett lehetőségeken túl az árhullám levonulásának, a bizonyos nagyságú vízállások fennállásának időtartamát is kutathatjuk (Kovács S. 2013). Az árhullám gyors levonulása miatt a kutatás során ettől eltekintettem.

A jövőben a vízfolyásaink árvizei elleni védekezésben és a vízi építészetben a hidrológiai modellek egyre szélesebb alkalmazása várható.

A kutatást a Tudományos Diákköri műhelyek működése a Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Karán (NTP-HHTDK-16-0027) pályázat támogatta.

Felhasznált irodalom

- BONNER, V. – BRUNNER, G. (1996): Bridge Hydraulic Analysis with HEC-RAS, Hydrologic Engineering Center, US Army Corps of Engineers, 6 p.
<http://www.hec.usace.army.mil/publications/TechnicalPapers/TP-151.pdf>
- CHOW, V. T. (1959): Open-channel hydraulics, McGraw-Hill, New York
- KONCSOS L. – JOLÁNKAI ZS. – KOZMA ZS. (2011): A WateRisk integrált vízkészlet-gazdálkodási modellrendszer egydimenziós hidrodinamikai almodelljének összehasonlító tesztelése a HEC-RAS modellel, Hidrológiai Közöny, Budapest, 91(4)
- KOVÁCS S. (2013): Tisza-völgy hidrológiai sajátosságai, a folyó hidrodinamikai modellezése, Economica: A Szolnoki Főiskola Tudományos Közleményei, Szolnok, 6(2)
- MERWADE, V. (2012): Tutorial on using HEC-GeoRAS with ArcGIS 10 and HEC-RAS Modeling, School of Civil Engineering, Purdue University.
<https://web.ics.purdue.edu/~vmerwade/education/georastutorial.pdf>
- MOLNÁR GY. (2010): Ronyva-árapasztó 2010. évben árvízvédekezéssel érintett szakasza és műtárgyai rekonstrukciója, Engedélyezési terv, Műszaki leírás, ÉMOP–2010–3.2.1.F
https://www.satoraljaujhely.hu/ronyvaarapaszto/files/muszaki_leiras.doc
- NAGY Z. (2009): A Szamos folyó árvizeinek hatása a Tisza vásárosnaményi szelvényére, HEC-RAS 1D modell alkalmazásával, A Magyar Hidrológiai Társaság XXVII. Országos Vándorgyűlése, Baja.

- PHILLIPS, J. V. – TADAYON, S. (2007): Selection of Manning's Roughness Coefficient for Natural and Constructed Vegetated and Non-Vegetated Channels, and Vegetation Maintenance Plan Guidelanes for Vegetated Channels in Central Arizona, US Geological Survey, Reston, Virginia.
- PREGUN Cs. – TAMÁS J. – BÍRÓ T. (1999): A HEC-RAS vízfolyásmodell agrárkörnyezetvédelmi szempontjainak vizsgálata a Berettyó folyón, Informatika a Felsőoktatásban, Debrecen.
- RÉTI G. (2012): A Magyarországi Duna-szakasz szélsőséges árhullámainak vizsgálata 1D-s numerikus modell alkalmazásával, A Magyar Hidrológiai Társaság XXX. Országos Vándorgyűlése, Kaposvár.
- SERF E. (1941): A Hernádvölgy és a Ronyva-patak 1940. évi árvize, Vízügyi közlemények, 23(1–2)
- SZATMÁRI J. (2013).: Hidrológia modellek I. Hidrológiai modellezés alapjai, Modellek a geoinformatikában.
- INTERNET-1: US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, HEC-GeoRAS software. URL: <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-georas/>

Egy terület lejtésviszonyainak ábrázolása

Nagy Gábor

Óbudai Egyetem, Alba Regia Műszaki Kar, Geoinformatikai Intézet, nagy.gabor@amk.uni-obuda.hu

Abstract: The slope and the aspect are important properties of the terrain in the agriculture related geospatial analysis. The distribution of these values in a determined area can be demonstrated by different tools. This paper describes a diagram and its generating method, which can show the slope and the aspect in a geometrically correct layout, which uses a polar coordinate system.

Bevezetés

Számos esetben fontosak a terep egy pontjának lejtésviszonyai, vagyis hogy milyen irányba és mennyire lejt ott a felszín, amit az esésvonal irányszögével (a gradiensvektor irányával) és a lejtőszöggel vagy annak valamilyen függvényével szokás megadni. Mindkét tényező fontos lehet mezőgazdasági és ökológiai szempontból, hiszen ebből vezethető le a növényeket érő napfény mennyisége, illetve a lejtőszög az eróziót és a terület megművelhetőségét is befolyásolja. (ARMESTO, J. J. ET AL. 1978; BENNIE, J. ET AL. 2008; GONG X. ET AL. 2008; LEIFFERS, V. ET AL. 1987; STAGE, A. R. ET AL. 2007).

Ha nem egyetlen pontot, hanem egy nagyobb kiterjedésű területet vizsgálunk, akkor az előbb bemutatott pontonként változó jellemzők eloszlása is érdekes lehet. A következőkben a klasszikus eszközök és triviálisan adódó módszerek rövid bemutatása után egy olyan diagramot javaslok, ami a lejtésviszonyok szemléletes ábrázolására alkalmas.

Klasszikus módszerek

A lejtőket nagyságuk és irányuk szerint is kategóriákba szokás sorolni. A lejtőszög függvényében többféleképpen is megtehetjük, például az *1. táblázat*, vagy a *2. táblázat* szerint. Az esésvonal irányszöge (a lejtő iránya) alapján a *3. táblázat*ban látható kategóriák alapján szokás kitettségeket meghatározni.

A kategóriába sorolással nyert adatokat táblázatosan vagy egy a táblázat adatainak megfelelő diagramon is ábrázolhatjuk. Ilyenkor a lejtőkategóriák és a kitettségek (vagy a hozzájuk hasonló egyéb kategóriák) párosításaihoz tartozik egy cella a táblázatban (*4. táblázat*) illetve egy oszlop a diagramon (*1. ábra*).

1. táblázat A lejtőkategóriák beosztása (Márkus B. – Sárközy F. 1989) alapján

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 lejtők kategorizálása járhatóság szempontjából (Mélykúti G. 2011) alapján

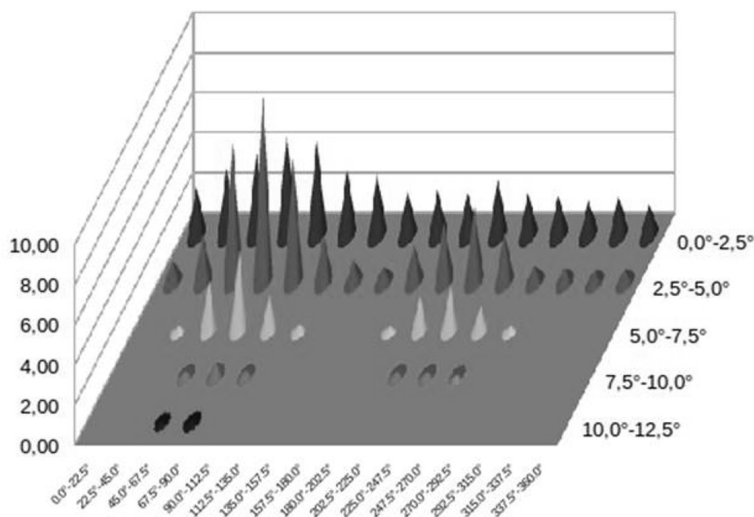
Típus	Lejtőszög	Megjegyzés
enyhe lejtő	15°-ig	gyalogosan és gépjárművel is könnyen járható
meredek lejtő	15° és 30° között	gyalogosan és terepjáróval járható
igen meredek lejtő	30° és 45° között	gyalogosan is nehezen járható
falszerű lejtő	45° felett	csak hegymászó felszereléssel járható

3. táblázat A kitétségek beosztása (Márkus B. – Sárközy F. 1989) alapján

Az esésvonal irányszöge	Égtáj	Kitétség
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.

4. táblázat A mintaterület lejtéviszonyainak eloszlása. A különféle lejtőszögű és lejtésirányú területek nagysága hektárban

	0,0°-2,5°	2,5°-5,0°	5,0°-7,5°	7,5°-10,0°	10,0°-12,5°	ÖSSZ
0,0°-22,5°	2,45	1,10	0,00	0,00	0,00	3,55
22,5°-45,0°	3,40	2,45	0,15	0,00	0,00	6,00
45,0°-67,5°	4,15	6,95	2,40	0,25	0,05	13,80
67,5°-90,0°	5,20	9,40	3,95	0,65	0,10	19,30
90,0°-112,5°	4,75	6,25	1,75	0,35	0,00	13,10
112,5°-135,0°	3,30	2,35	0,25	0,00	0,00	5,90
135,0°-157,5°	3,10	1,15	0,00	0,00	0,00	4,25
157,5°-180,0°	2,25	0,80	0,00	0,00	0,00	3,05
180,0°-202,5°	2,30	1,90	0,15	0,00	0,00	4,35
202,5°-225,0°	2,15	3,05	1,65	0,25	0,00	7,10
225,0°-247,5°	2,00	3,80	2,15	0,20	0,00	9,00
247,5°-270,0°	1,75	2,55	1,15	0,05	0,00	5,90
270,0°-292,5°	2,05	0,85	0,15	0,00	0,00	3,00
292,5°-315,0°	1,75	0,75	0,00	0,00	0,00	2,50
315,0°-337,5°	2,05	0,60	0,00	0,00	0,00	2,65
337,5°-360,0°	1,60	0,65	0,00	0,00	0,00	2,25
ÖSSZ	45,45	44,60	13,75	1,75	0,15	105,70



1. ábra A mintaterület lejtésviszonyainak eloszlása egy klasszikus diagram segítségével ábrázolva

A szemléletes ábrázoláshoz még az 1. ábrán látható diagram sem ideális, ugyanis nem fejezi ki, hogy az esésvonalak irányszögének egységnyi eltérése nagyobb lejtőszög esetében jelentősebb hatást eredményez a lejtésviszonyokban. Az enyhe lejtésű, de ellentétes lejtésirányú területek egymáshoz hasonlóknak tekinthetők, míg nagyobb lejtőszög esetén ez már nem mondható el.

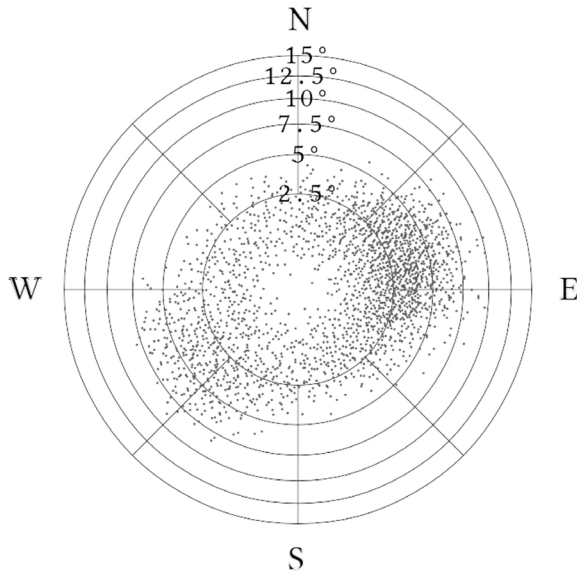
Nem szemlélteti a klasszikus diagram azt sem, hogy 0 foknál kevéssel nagyobb, illetve a 360 foknál kevéssel kisebb irányszögek egymáshoz közel helyezkednek el, mivel az ezekhez tartozó oszlopok a diagram két ellentétes oldalára kerülnek. Az 1. ábrán a 0–22,5 fokos és a 337,5–360 fokos tartományok a diagram két szélén, egymástól távol helyezkednek el, pedig szomszédos irányszög-tartományokról van szó.

A javasolt diagram alapelve

A fentiekben felvázolt problémát egy olyan diagram segítségével lehetne megoldani, amely poláris koordináta-rendszert használ. Ebben a rendszerben egy egységnyi területű felszínarabot a lejtés (a gradiensvektor) irányának megfelelő irányszöggel és a lejtőszöggel arányos távolsággal meghatározott helyzetű pont jelképezne. (NAGY G. 2016)

A terület pontjainak összessége egy pontsűrűség (dot density) alapú tematikus térképhez hasonlóan töltene ki a poláris koordináta-rendszer által meghatározott teret. A pontok eloszlása a különféle lejtésviszonyú területek eloszlását mutatná.

A diagramon néhány meghatározott irányt (a 2. ábrán 45 fokonként) egyenes



2. ábra A mintaterület lejtésvizsgálata a javasolt diagrammal ábrázolva

szakaszokkal, meghatározott lejtésszögeket (a 2. ábrán a 2,5 fokosok) pedig körökkel lehet megjeleníteni. Ezek a vonalak segítik a diagram értelmezése során a pontok által jelképezett lejtésvizsgálók elhelyezését.

Gyakorlati megvalósítás

A javasolt diagramnak egy tetszőleges területre vonatkozó előállítására érdekében egy olyan programot készítettem, ami egy WKT leírással megadott felületről és az ennek a területére eső egy másodperces SRTM modellből (JARVIS, A. ET AL. 2008; RODRIGUEZ, E. ET AL. 2006; VAN ZYL, J. J. 2001) kiindulva egy a javasolt diagram képét tartalmazó SVG állományt hoz létre. A program számára beállítható még, hogy mekkora területnek feleljen meg a diagramon egy pont, annak milyen átmérője és színe legyen, valamint hogy hol helyezkedjenek el az ábra vonalai. Ez utóbbi beállítást a maximális lejtés függvényében a program automatikusan is meg tudja magának határozni.

A program Python 3 nyelvben készült, és felhasználja a GDAL valamint OGR Python modulokat. Jelenleg csak az egy másodperces SRTM modellből képes dolgozni, de a a GDAL segítségével egyszerűen megvalósítható lesz a jövőben a tetszőleges a GDAL által támogatott formátumban rendelkezésre álló domborzatmodell felhasználása.

A vektoros adatok feldolgozását a program az OGR modul segítségével végzi. Erre a vizsgált terület WKT formátumú szöveggel megadott poligonjainak kezeléséhez van szükség. Természetesen a további fejlesztések során itt is elképzelhető sokféle egyéb bemenet, hiszen az OGR számos vektoros formátumot támogat.

A diagram pontjainak egyenletes elosztásához a program Halton-sorozatot (HALTON, J. – SMITH, G. 1964) használ. Erre azért van szükség, hogy a pontok helyzetét a kategóriájukhoz tartozó területen belül meghatározzuk. A kategóriákhoz tartozó területek körgyűrűcikk, a rájuk kerülő pontok száma pedig a 4. táblázat celláiban található értékekkel egyenesen arányos.

Alkalmazási és továbbfejlesztési lehetőségek

A diagram alkalmazására számos lehetőség nyílik. Minden olyan kutatási feladatban használható lehet, ahol fontos egy terület lejtőszög és lejtésirány szerinti eloszlásának együttes ábrázolása.

Adiagramon vonalasan körülhatárolva megadhatóak lehetne egy meghatározott növény számára ideális lejtésviszonyok, így egy terület lejtésviszonyainak megjelenítésekor az egyből összevethető lehet az adott terület adottságaival. Különböző színekkel akár többféle növény számára ideális lejtésviszonyokat is jelölhetünk ilyen módon.

Felhasznált irodalom

- ARMESTO J. J. – MARTÍNEZ J. A. (1978): Relations between vegetation structure and slope aspect in the mediterranean region of chile, *The Journal of Ecology*, pp. 881–889.
- BENNIE J. – HUNTLEY B. – WILTSHIRE A. – HILL M. O. – BAXTER R. (2008): Slope, aspect and climate: spatially explicit and implicit models of topographic microclimate in chalk grassland, *Ecological Modelling*, 216(1): 47–59.
- GONG X. – BRUECK H. – GIESE K. – ZHANG L. – SATTELMACHER B. – LIN S. (2008): Slope aspect has effects on productivity and species composition of hilly grassland in the xilin river basin, inner mongolia, china, *Journal of arid environments*, 72(4): 483–493.
- HALTON J. – SMITH G. (1964): “Radical inverse quasi-random point sequence, algorithm 247,” *Commun. ACM* 7, p. 701.
- JARVIS A. – REUTER H. I. – NELSON A. – GUEVARA E. (2008): Hole-filled srtm for the globe version 4, available from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database (<http://srtm.csi.cgiar.org>)
- LIEFFERS V. – LARKIN-LIEFFERS P. (1987): Slope, aspect, and slope position as factors controlling grassland communities in the coulees of the oldman river, alberta, *Canadian Journal of Botany*, 65(7): 1371–1378.
- MÁRKUS B. – SÁRKÖZY F. (1986): *Geodéziai AMT*, Tankönyvkiadó, Budapest
- MÉLYKÚTI G. (2011): *Topográfia. Jegyzet*, NymE GEO, Székesfehérvár
- NAGY G. (2016): A diagram to illustrate the distribution of slope and aspect of an area, 11th International Symposium on Applied Informatics and Related Areas (AIS 2016), Székesfehérvár, pp. 24–27.
- RODRIGUEZ E. – MORRIS C. S. – BELZ J. E. (2006): A global assessment of the srtm performance, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 72(3): 249–260.

STAGE A. R. – SALAS C. (2007): Interactions of elevation, aspect, and slope in models of forest species composition and productivity, *Forest Science*, 53(4): 486–492.

0(2001): The shuttle radar topography mission (srtm): a break-through in remote sensing of topography, *Acta Astronautica*, 48(5): 559–565.0

Automatic detection of World War II objects based on airborne LiDAR data

Hajnalka Neuberger¹ – Attila Juhász² – Christian Kruse³

¹ PhD student, Budapest University of Technology and Economics, neuberger.hajnalka@epito.bme.hu;

² assistant professor, Budapest University of Technology and Economics, juhasz.attila@epito.bme.hu;

³ PhD student, Leibniz Universität Hannover, kruse@ipi.uni-hannover.de

Abstract: The reconstruction of World War II defense systems is generally based on military object mapping. Besides, these information can also be useful in creating hazard maps. The most significant problem is handling this large amount of data. Therefore, there is a need for automation of the methods in both LiDAR data and digital image processing. We developed automatic and semi-automatic methods to detect bomb craters and fire-trenches; the paper discusses our current results.

Introduction

The researches of the WW II military objects basically rest upon archive aerial photograph investigations. The results depend strongly on the researchers' experiences and specific knowledge, either in human based interpretation or in modern digital image analysis (KRUSE ET AL. 2017). However, in long term we need a method, which is suitable for investigate even a whole national defense system. In these cases, we have to handle a large amount of data. We can use different digital image analysis algorithms, but there are several problems with the archive images: poor quality, shadows and the presence of irrelevant objects. Despite the fact that the trenches and the bomb craters often have filled up during the decades, LiDAR data processing is an efficient solution in these types of researches, as well. Furthermore, the application of LiDAR-based DEM can be more effective and less complicated in some cases (JUHÁSZ A. – NEUBERGER H. 2016). In addition, image analysis algorithms also can be used perfectly on DEMs.

Our aim is to detect and digitize military objects (fire-trenches, bomb craters) in an automated way based on terrain models. There are two main applications of the results: to reconstruct the military defense system and to create hazard maps. Not all of the bombs detonated during the war and, even nowadays, there are still lots of hazards stemming from these duds.

There were two parallel ways in our work. Firstly, we used ArcGIS built-in functions and tools, and secondly, we executed the same task in OpenCV - C++ environment. The most important condition of the automation was to find the appropriate physical parameters. Obviously, these parameters are close connected to

the location, the size and the shape of the searched military objects. Unfortunately, there were only a few test areas, but we thoroughly and completely investigated them.

Methods and material

We generated DEMs with various resolutions (10, 25, 50, 100, 200, 500 cm) from the ground points. We had Hungarian and German test areas. The vertical accuracy was about 10 cm, and the precision was 1 cm.

The base concept was to detect the local significant elevation differences. The first approaches were the investigation of the slope, the curvature and the morphological gradient maps. The obtained results were not appropriate, so we tried another method and generated a difference image. We created a trend surface (by smoothing the original DEM) and subtracted the original DEM from this one. In this method, the physical values (elevation) remain unchanged in the model, which results better understanding. Then we created binary images according to the appropriate thresholds. We kept the bigger values above the threshold (the greatest elevation differences) and removed the others. Next, we eliminated the noise and the oversized pixel clusters, and filled the raster donuts (Figure 1.). Finally, we made the vector conversion. The challenge was to find the adequate parameters and the optimal combination of these steps. The conditions we have to take into consideration are as follows:

Horizontal resolution:

- the size and shape of the objects (zigzag trenches with 1 m width, craters with 8-15 m diameter),
- most effective detection and optimal processing time.

Trend surface:

- multiple use of 3x3 mean filters rather than bigger kernels for smoothing (Bradski G.- Kaehler A. 2011),
- the number of smoothing iteration steps depends on the resolution and object sizes,
- too many smoothing generates a lot of noise, but too few smoothing makes the differences unidentifiable.

Difference image:

- subtraction of the original DTM from the trend surface generates positive deviations in the cases of trenches and craters – the negative values could be eliminated.

Threshold:

- creating binary image, which only shows the depth differences above a certain level,
- we must strive to minimize noise and produce continuous relevant raster objects (e.g. donuts in case of craters), because of the later filling. These raster



Figure 1. The original DEM; difference image (10 cm - Th 5 - 490 smoothing); difference image (100 cm - Th 35 - 30 smoothing)

donuts are the typical results after smoothing of high resolution DEMs (Fig. 1),

- we can declare that the threshold basically depends on the depth of the object, but the number of smoothing iterations also affects it.

Cleaning the binary image:

- after thresholding there is still noise, hence as much noise as possible should be eliminated and additionally the smallest craters should be kept, too.

Morphological filters:

- the basic operations are the erosion and the dilation and their combinations (opening and closing),
- they allow to remove noise, isolate individual and join separate elements, find intensity bumps and holes,
- we have to find the appropriate combination and sequence of these filters.

Bomb crater detection and qualification

In this section, we introduce the detailed methods of the bomb crater detection and qualification. It can be declared that there is a close correlation between the resolution, the number of smoothing and the threshold, so the particular parameters cannot be investigated independently. Nearly equivalent results can be achieved by combining the parameters, so we have to consider further conditions (e.g. processing time) to choose the most efficient one. To qualify the methods, we created a reference layer (by human interpretation) and we compared the particular results to this one. The confusion matrix (HEIPKE ET AL. 1997) shows the rate of similarity and dissimilarity (Table 1.). It is a “True Positive” (TP), if the centroid of an extracted crater is located inside a reference crater. If a reference crater consists the centroid of an extracted crater. In a “False Positive” (FP) case there is an extracted crater centroid which is not located in a reference crater. Finally, if a reference crater remain undetected, then it is a “False Negative” (FN).

Table 1. The confusion matrix

Reference \ Extraction	Object	No Object
	Object	No Object
Object	TP	FN
No Object	FP	TN

DEM generalization:

We chose the 1 m resolution DEM from the tested ones (from 10 cm to 15 m). Better results cannot be achieved even with higher resolutions. Moreover, in these cases the amount of noise and the number of smoothing are also increased, while in lower resolutions the different images become uninterpretable.

Threshold:

We combined the iteration number of smoothing and the thresholds in each tested resolution. Our experiences are as follows:

- when the threshold increases, we also need to raise the number of smoothing to reach the maximum TP values,
- beyond a certain limit of smoothing the number of TP does not increase anymore,
- as the threshold increases the TP slightly decreases,
- as the resolution increases, the TP (and the number of smoothing) also slightly increases (*Fig. 2*).

Cleaning:

There are several steps. Firstly, we deleted pixel clusters which are smaller than 5 m (noise), and the ones which are larger than the twice of the expected crater's diameter (pre-cleaning). Secondly, we repeated two steps, namely the morphological filtering and gap filling (post-cleaning), with values that better approximate the sizes of the searched craters (the minimum value increases, the maximum value decreases).

Morphological filters:

We applied closing (to have continuous pixel donuts in high resolution) and opening (to decrease the size of the pixel donuts or circles and to remove or to narrow the linear objects) filter.

As mentioned previously, our aim was to define the basic parameters, which are adequate for automatic crater detection according to the input data. The results are shown in *Table 2*.

In general, the 10–15 cm thresholds produced the best results, but we have to consider that there are shallow craters, too. Therefore, it is worth to investigate also the 5 cm threshold and choose the solution, where the number of the detected craters is maximal. Under the 5 cm threshold, there is too many noise and above the 20 cm threshold, there are too many real craters which remain undetected.

Fire-trench detection

Despite the difference in the sizes and the shapes of the fire-trenches and the bomb craters, the processing is quite similar. In this case, our aim is to rather keep the linear objects and eliminate the patch type pixel clusters. *Fig. 3* shows the two test areas.

We investigated the difference images in various scales according to the size of the fire-trench. We declared that to achieve nearly similar results, we need less number

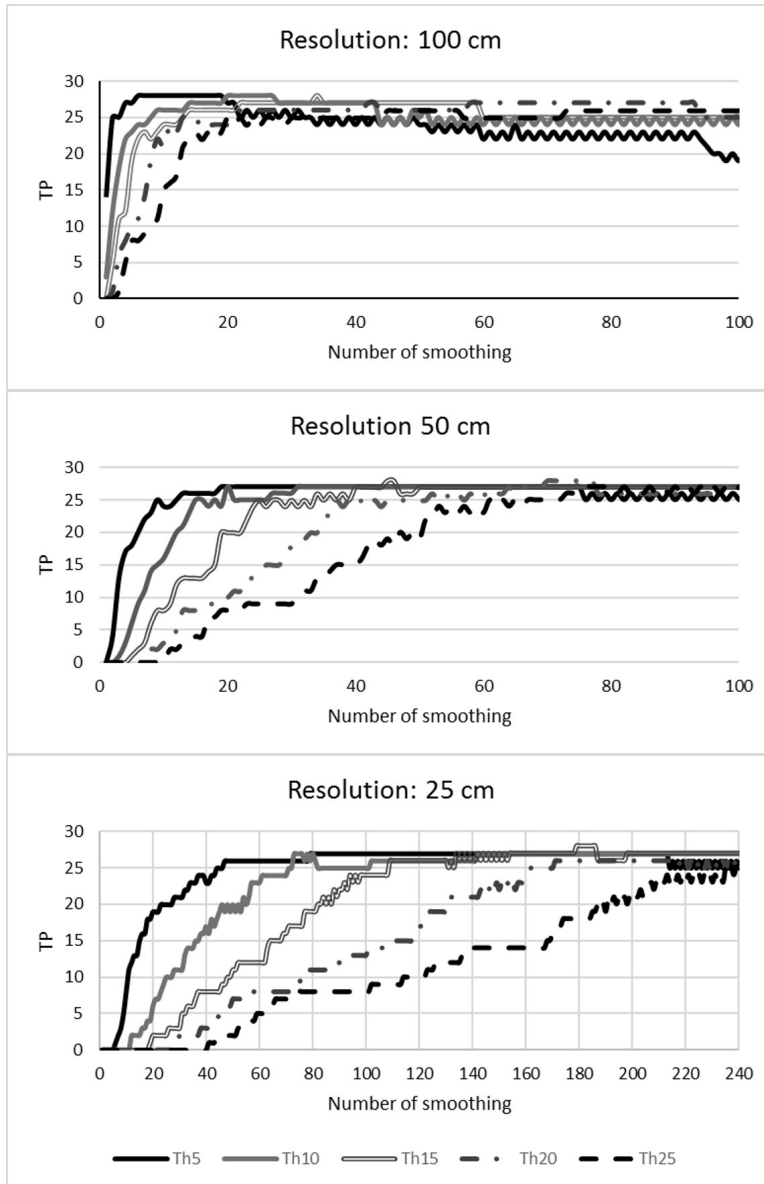


Figure 2. The max TPs in different resolutions

Table 2. The tested and the optimal parameters

Input parameters	Tested values	Optimal values
Resolution	10, 25, 50, 100, 200 cm	50–100 cm
Threshold	1–45 cm	~10% of the estimated depth of the craters (5–15 cm)
Smoothing steps	1–500	10–30

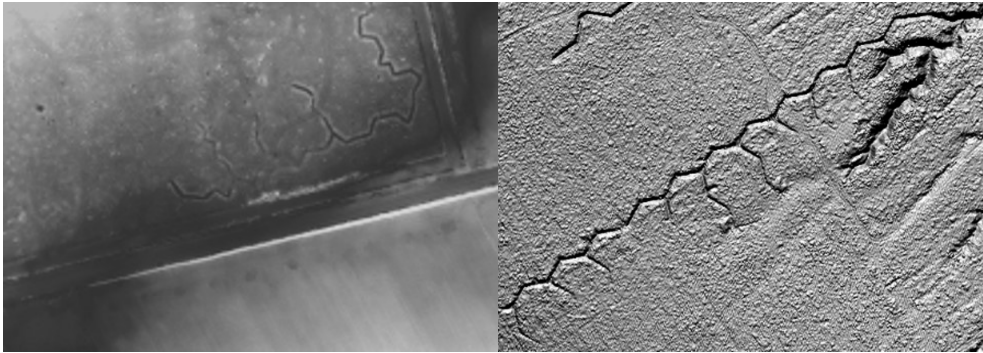


Figure 3. Fire trenches (left side: Germany, right side:Kisgyőr, Hungary)

of smoothing in case of lower resolution images. The steps of the processing were the pre-cleaning, dilation, erosion and finally the post-cleaning. There was only one new processing step: the cleaning of the extracted vectors. We have to eliminate the too short (noise) and the too long (indicating e.g. roads, drainage ditches) straight-line segments. The fire-trenches have always zigzag shape and nearly regular segment's length and angle between the segments. In practice, we have to split the lines at the vertices and execute the elimination, then merge the remained lines, and finally remove the short single lines again. As we mentioned previously, the extracted results have nearly the same quality (Fig. 4).

Conclusion and outlook

Our methods were developed in two parallel ways: in ArcGIS and in C++ using OpenCV. The main goal was to automate the processing as much as possible. In ArcGIS, the Model Builder is capable of creating geoprocessing workflows, so we implemented our process into it. In the OpenCV environment, we already created the codes in this way. In summary, by testing the methods in several test areas, we achieve the following results (Table 3). We used the same parameters in every test areas. We achieved the best result in the Test area 1., because we were testing the parameters mostly in this area. We had worse result in the Test area 2., because the craters were very shallow. In the Test area 3. there were many small craters and holes, therefor we had so many FP.

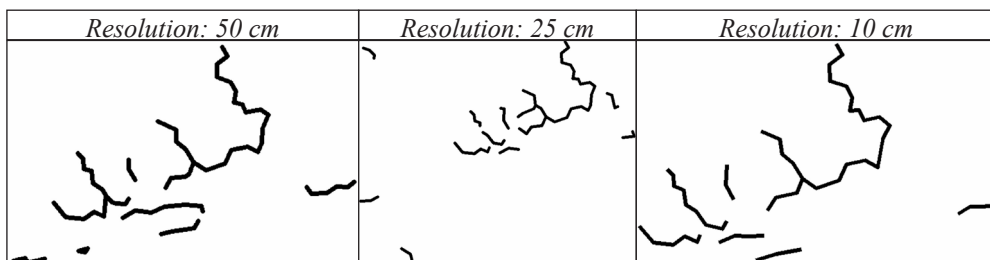


Figure 4. Fire trench detection in different resolutions

Table 3. The best results (100 cm resolution) with the appropriate parameters

	Th	Smoothing	TP	FP	Completeness *
Test area 1.	12 cm	25	28	3	84,85%
Test area 2.	5 cm	31	36	65	64,29%
Test area 3.	5 cm	27	27	246	72,98%

* *Completeness = Extracted craters / Detected craters*

In general, it is a big challenge to separate the potential areas for detailed investigations from the large amount of remotely sensed data. We would like to eliminate the irrelevant areas (e.g. settlements, waters) like in archaeological predictive models, to decrease the workload. Other directions are – obviously - the optimization of the algorithms and the fine-tuning of the parameters. There are three issues in bomb crater detection: the investigation of circularity to decrease the FP detections; to distinguish the overlapping craters and to handle the craters located at the edges of the images. Regarding the fire-trenches, we would like to increase the efficiency for using the zigzag shape feature during classification.

References

- BRADSKI G. – KAEHLER A. (2011): Learning OpenCV, O'Reilly Media Inc., USA, p. 555.
- HEIPKE C. – MAYER H. – WIEDEMAN N. C. – JAMET O. (1997): Evaluation of automatic road extraction, *Int'l Arch. Photogrammetry Remote Sensing XXXII/3-4W2*, pp. 151–160.
- KRUSE C. – NEUBERGER H. – ROTTENSTEINER F. – HOBERG T. – ZIEMS M. – HUTH J. – HEIPKE C. (2017): Automatische Detektion von Bombenkratern in Kriegsluftbildern mittels markierter Punktprozesse, 37. Wissenschaftlich-Technische Jahrestagung der DGPF in Würzburg, pp. 1–17.
- JUHÁSZ A. – NEUBERGER H. (2016): Remotely sensed data fusion in modern age archaeology and military historical reconstruction. *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLI-B5*, Copernicus Publications, pp. 281–286.

Térképes vezetői információs rendszer készítése „pehelysúlyú” kódolóknak

Ónodi Zsolt¹ – Lellei László²

¹ térinformatikai szakértő, Lechner Tudásközpont, zsolt.onodi@lechnerkozpont.hu;

² térinformatikai adatbázis szakértő, Lechner Tudásközpont, laszlo.ellei@lechnerkozpont.hu

Abstract: As more and more complex data are available, synthesis and extraction of useful information become more and more important. Dashboard is an effective visualization tool for this purpose which can handle time-dimension using filters and animations. Our first goal was to create a map-based and time-aware dashboard application. Our second goal was to make this application easily usable and configurable by anyone, even without programming knowledge.

Bevezetés

Egyre több és egyre több dimenzióval rendelkező adat áll rendelkezésre az informatikai rendszerekben. Az adat természetesen önmagában is érték, de igazi (üzleti) előnnyé akkor válik, ha ezt jól tudjuk értelmezni. A döntéselőkészítést, döntéstámogatást szolgáló rendszerekben ennek köszönhetően egyre fontosabbá válik a lényegkiemelés, szintetizálás, melynek elterjedt eszköze a vezetői információs rendszer, vagy angol kifejezéssel *dashboard*. Ez a vizualizációs eszköz alkalmas az egyre hangsúlyosabbá váló idő dimenzió bevonására is szűrők, animációk segítségével.

A *Dash-Map-Board* létrehozásával egyik célunk egy olyan dashboard alkalmazás megalkotása volt, melynek a térbeliség, a térkép áll a középpontjában, és alkalmas az időbeliség, az időbeli változás megjelenítésére is. Másik célunk az volt, hogy az elkészült alkalmazás mások számára is használható legyen, vagyis programozási ismeretek nélkül is bárki testreszabhassa saját adatait felhasználva.

Előzmények

Dashboard készítésére számos megoldás érhető el jelenleg is, legyen szó akár fizetős, mint például Tableau, IBM Cognos, IBM Watson Analytics (Internet: Tableau, IBM Cognos, IBM Watson), akár ingyenes megoldásokról, mint például Zoomdata, Dataspeed, Tableau Public (Internet: Zoomdata, dataspeed, Tableau Public). Ezek az alkalmazások rengeteg előnnyel, erősséggel bírnak, és persze néhány hátránnyal, gyengeséggel is. Utóbbiak közül egyet szeretnénk kiemelni: ha kínálnak is térképes

megjelenítési lehetőséget, a térkép inkább kiegészítője, mint központi eleme a dashboardnak, ennek megfelelően testreszabhatósága erősen korlátozott.

A *Dash-Map-Board* alkalmazást két technológia (ArcGIS JS API és amChart JS Charts) ötvöztetésével hoztuk létre, melyek használata a Lechner Tudásközpontban nem előzmény nélküli. A TeIR (Országos Területfejlesztési és Területrendezési Információs Rendszer) több alkalmazása is használ amChart diagramokat, pl. *Helyzet-Tér-Kép*, *LEADER – Helyi Fejlesztési Stratégiák tervezését támogató alkalmazás*, ITS tervezését támogató alkalmazás (Internet: TeIR Helyzet-Tér-Kép, TeIR ITS, TeIR LEADER), és ArcGIS for Server áll pl. a *TeIR Térinformatikai alkalmazások* (Internet: TeIR GIS) és a *Tér-Figyelő térképek* (Internet: LTK Tér-Figyelő) mögött is. Utóbbiak közül többnél is ArcGIS JS API-t használtunk az alkalmazás felépítéséhez.

A két technológia kombinációja egyszerre biztosítja a térképközpontúságot (ArcGIS JS API) és a diagramok testreszabhatóságát, interaktivitását (amChart JS Charts), valamint mindkettő alkalmas az idő dimenzió kezelésére.

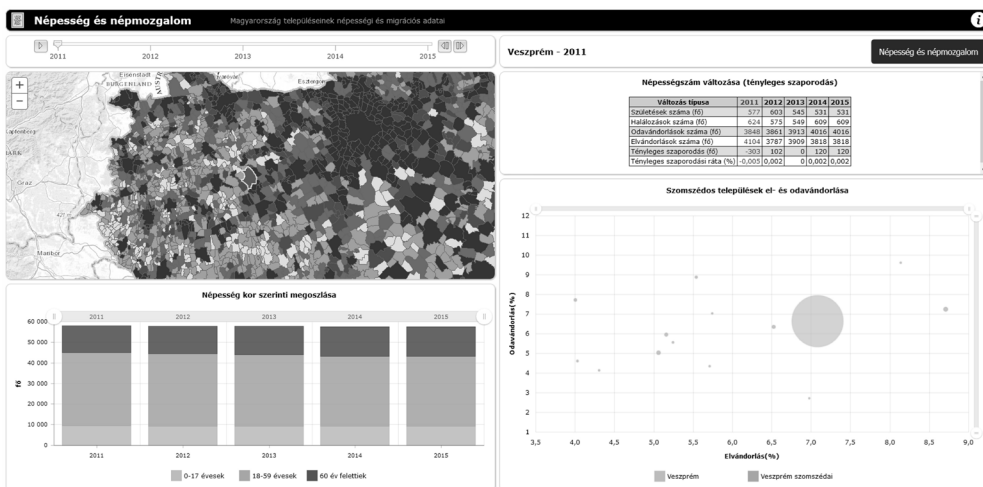
A projekt

Maga az alkalmazás mindössze néhány fájlból áll: egy-egy HTML, CSS, JS és JSON fájlból, valamint néhány képfájlból. A működéshez használja a jQuery, amChart JS Charts és ArcGIS JS API könyvtárait, melyek elérhetők külső forrásból vagy telepíthetők saját szerverre is a működtetés biztonsága érdekében. (A projekt jelenlegi fázisában a *jquery.js*-t letöltve, a másik két könyvtárat külső forrásból elérve használjuk.)

Az alkalmazás lehetővé teszi tetszőleges számú téma elhelyezését az alkalmazásban, melyek között legördülő menü segítségével lehet váltani. A témák eltérő idősávokat is lefedhetnek, és megjelenítésük is eltérhet. Az aktuális téma egy adata tematikus térképen ábrázolva jelenik meg, amely mellett még 3 diagram helyezhető el (*1. ábra*). A megjelenítendő témákat, ezek elrendezését és még számos más paramétert a *config.json* fájl módosításával lehet beállítani, melyhez az alkalmazáshoz készített Configuration Guide is segítséget nyújt. Így a HTML, CSS, JS logikák mélyebb ismerete nélkül, pusztán a JSON fájl módosításával is bárki elkészítheti a saját vezetői információs rendszerét.

Ha valaki nem elégszik meg a fent leírt, „pehelysúlyú” kategóriával, bátran kezdjen el „turkálni a kódokban”: mindegyik fájlunkat igyekeztünk kommentekkel ellátni, amelyek röviden elmagyarázzák, mi is történik a következő néhány kódsorban.

A projekt egésze nyílt és szabadon hozzáférhető a GitHub-on (<https://github.com/Zsott/Dash-Map-Board>). Reméljük, hogy ezáltal sokan kedvet kapnak az alkalmazás kipróbálásához és a „pehelysúlyú” vagy egy fokkal komolyabb kódoláshoz.



1. ábra A Dash-Map-Board felhasználói felülete

Az alkalmazás építésének folyamata

Az alkalmazás legfontosabb bemeneti paramétere egy olyan ESRI map service elérési útja, amely tartalmazza az időtudatos térképi réteget és a diagramokon megjelenítendő attribútum adatokat. A saját dashboard építésének folyamata ennek tervezésével kezdődik:

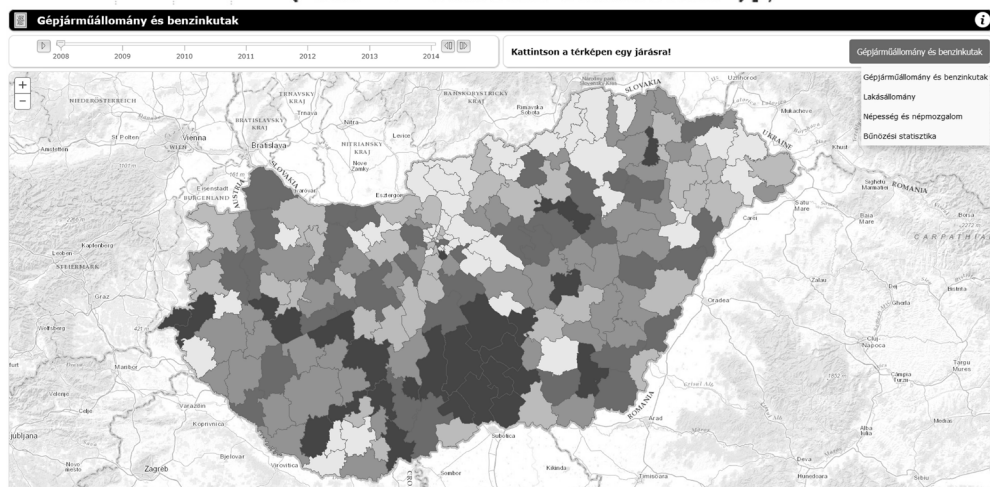
1. Ötlet, tervezés
 - a. Mit ábrázoljon a térkép?
 - b. Mennyi és milyen diagramot szeretnének mellé?
 - c. Milyen attribútum adatokra lesz szükség?
2. Adatgyűjtés, -tisztítás, -rendezés
3. Attribútum adatok kapcsolása, időtudatos réteg kialakítása
4. ESRI map service publikálása
5. Alkalmazás felépítése...
 - a. ...konfigurációs paraméterek megadásával.
 - b. ...a HTML, CSS és/vagy JS kód módosításával.
 - c. ...saját ötletek alapján, csupán mintaként használva ezt a projektet.

A folyamat első lépéseivel (1–4.) segítséget nyújt a Dashboard MapService Creation Guide, a konfiguráláshoz (5a.) pedig a Configuration Guide, melyek szintén elérhetők a GitHub oldalon.

Az alkalmazás konfigurálása

Az alkalmazás testreszabásának legegyszerűbb módja a `config.json` fájl módosítása. A `config.json` fő elemei a témák (*theme*), amelyek közül a felületen egy legördülő menüből lehet majd választani. Újabb *theme* hozzáadásához csak be kell másolni a `themeTemplate.json` tartalmát az utolsó theme mögé, majd fel kell venni


```
{
  "themeOrder" : [{"ben" : "Gépjárműállomány és benzinkutak"},
                  {"lak" : "Lakásállomány"},
                  {"nep" : "Népesség és népmozgalom"},
                  {"bun" : "Bűnözési statisztika"}],
}
```



2. ábra Témák sorrendjének beállítása

a *config.json* első paraméterében (*themeOrder*) lévő tömbbe, amelyen keresztül a *theme*-k sorrendje és elnevezése kezelhető.

1. példa:

A *config.json*-ben 4 témát sorolunk fel és paraméterezünk az alábbi sorrendben: népességi adatok („*nep*” *theme*), lakásadatok („*lak*” *theme*), bűnözési adatok („*bun*” *theme*) és gépjármű- és töltőállomás-adatok („*ben*” *theme*). A felületen azonban szeretnénk, ha a gépjárműadatok jelennének meg alapértelmezetten, és a legördülő menüben ezt a népesség, majd a lakásállomány és végül a bűnözési adatok követnék. A *themeOrder* tömbjét ennek megfelelően töltjük fel értékekkel (2. ábra).

A témák sorrendjének meghatározását követően az egyes *theme*-k külön-külön testreszabhatók (pl. a téma által lefedni kívánt időszak, a térképi és diagrampanelek elrendezése, diagramok pozicionálása, diagrambeállítások, stb.).

Alapvetően a map service időbeli lefedettsége (*time extent*) határozza meg a *theme*-ben megjeleníthető időszak kezdő- és végpontját és a köztes időpontokat, „állomásokat”. Az alkalmazás azonban lehetőséget biztosít, hogy maximális idő lefedettséghez képest szűkebb időtartamot vagy tetszés szerint válogatott időpontokat jelenítsünk meg.

2. példa:

A gépjárműadatok a map service-ben 2008-2014 időtartamra állnak rendelkezésre (3. ábra felül). Ha csupán a 2010-2013 évekre szeretnénk szűkíteni a megjelenítést, a *timeStops* tömbjében csupán ezeket az időpontokat soroljuk fel (3. ábra alul).



3. ábra Időbeli lefedettség beállítása

A *theme* elrendezésének paraméterein (*layout*) keresztül állítható többek között a bal és jobb oldali panel szélességének aránya, a bal felső és alsó panel magasságának aránya, valamint a jobb felső és alsó panelek magasságának aránya.

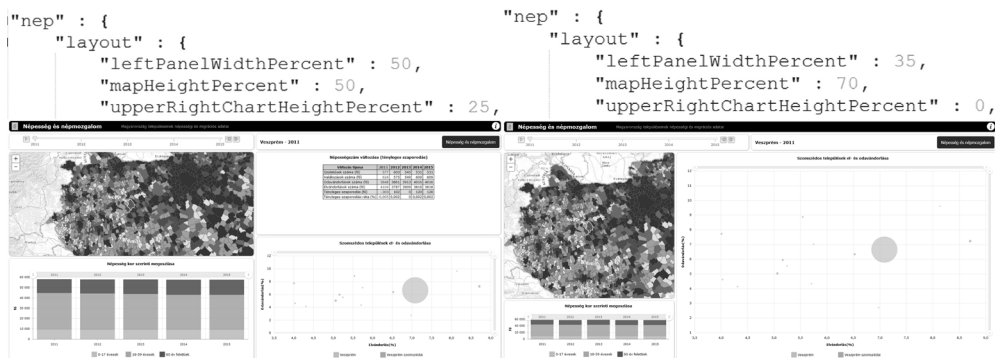
3. példa:

A népességi témán belül négy panel (térkép, két diagram és egy táblázat) (4. ábra bal oldal) helyett csupán hármat szeretnénk a felületen megmutatni (4. ábra jobb oldal). Szeretnénk hangsúlyozni a jobb oldali diagramot, ezért a bal-jobb panel arányát 35–65%-ra állítjuk (*leftPanelWidthPercent*), a táblázat (jobb felső panel) és a buborékdíagram (jobb alsó panel) magassági arányát pedig 0–100%-ra (*upperRightChartHeightPercent*). A térkép magasságán növelünk, 50% helyett 70%-ot foglalhat el (*mapHeightPercent*). A *config.json* mentése és a weboldal frissítése után az elrendezés az új paraméterek szerint alakul.

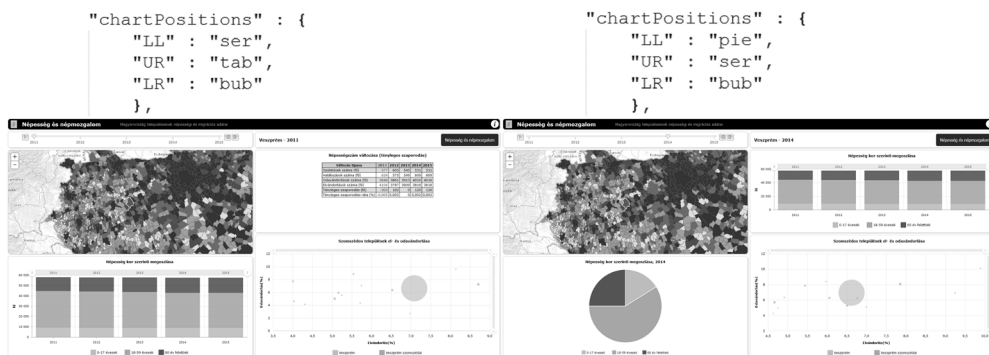
Megadható, hogy az egyes pozíciókba (bal alsó, jobb felső, jobb alsó) milyen típusú diagram kerüljön. A bal felső pozíciót mindig a térkép foglalja el, a maradék (legfeljebb) 3 pozícióba kulcsszavak segítségével határozható meg a diagram típusa. A dashboard alkalmazásba jelenleg (halmozott) oszlopdiagram („*ser*”), kördiagram („*pie*”), radardiagram („*rad*”), buborékdíagram („*bub*”) és táblázat („*tab*”) illeszthető be.

4. példa:

A népességi témában az oszlopdiagramot szeretnénk a bal alsó pozícióból a jobb felsőbe áthelyezni, a helyére pedig egy kördiagramot tenni (5. ábra). Az *LL* (lower left - bal alsó) paraméter értékét ezért „*ser*”-ről „*pie*”-ra módosítjuk, az *UR*



4. ábra A Dash-Map-Board elrendezésének módosítása



5. ábra A Dash-Map-Board diagrampozícióinak beállítása

(upper right – jobb felső) paramétert pedig „tab”-ról „ser”-re. Mentés és frissítés után a diagramok átrendeződnek.

Végül minden diagramtípus esetében megadhatók az adott típusra jellemző paraméterek, amelyek a diagram adattartalmát és kinézetét befolyásolják.

5. példa:

Ha a népesség kormegoszlását mutató oszlopdiagramnak szeretnénk új címet adni, ezt a *serialSettings*-en belül a *title* paraméter megváltoztatásával tehetjük meg. A *colors* tömbjén belül a színkódok sorrendjének megváltoztatásával lehet átrendezni a diagramon megjelenő színeket. Végül a kategóriák címkéjének megváltoztatásához mindössze az egyes mezők alias-át kell átírni a *fieldMap*-en belül (6. ábra).

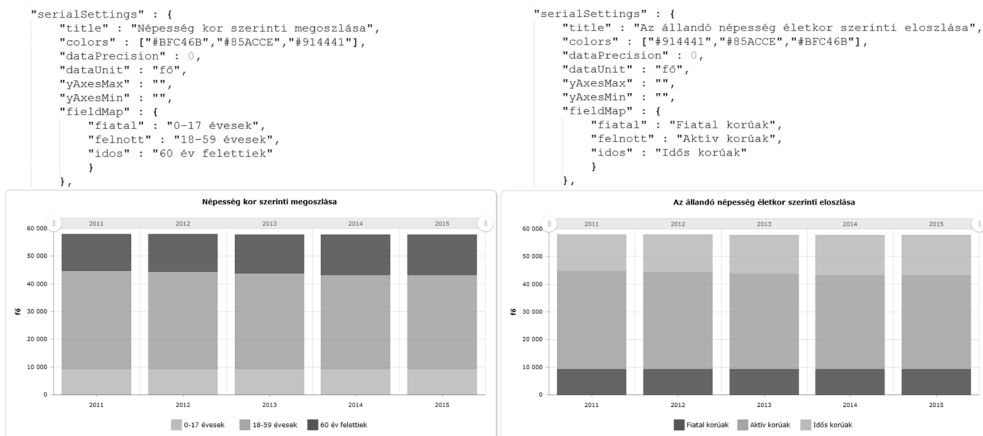
Tervek, ötletek, továbbfejlesztés

Jelenleg egy témán belül nem lehet többször használni ugyanazt a diagramtípust, mivel a konfiguráció ezt nem teszi lehetővé. Későbbiekben ezt a kötöttséget szeretnénk megszüntetni, így egy témán belül például két kördiagram is elhelyezhető lesz.

Szintén tervezzük, hogy az egyes diagramok/táblázatok teljes képernyős nézetbe nagyíthatók (majd visszakicsinyíthetők) legyenek. Így a vezetői információs rendszer jobb olvashatóságot, értelmezhetőséget biztosít majd mobileszközökön.

Gondolkozunk annak megoldásán is, hogy a diagramtípusokat az egyes paneleken legördülő listából lehessen választani. Így az elrendezés közvetlenül a felhasználó által is módosítható, nem csupán a konfigurációs fájlon keresztül.

Jelen alkalmazásban az adatok a geometriával együtt kerülnek tárolásra egy geoadatbázisban, ebből dolgozik a térképi szolgáltatás. Nagyobb, komolyabb rendszerekben az alfanumerikus (pl. üzleti), illetve a téradatok általában külön kerülnek tárolásra. A jövőben mindenképpen szeretnénk az alfanumerikus adatokat a térképi szolgáltatásról leválasztani. A térképi szolgáltatás csak a területegység azonosítóját adná vissza, majd ezzel az azonosítóval kérdeznénk bele az alfanumerikus adatbázisba. Az adatbázis kapcsolat paramétereit (connection string) szintén a *config.json*-ben



6. ábra Diagram beállítások módosítása

tárolnánk. Így az alkalmazás független lenne az adatbáziskezelő típusától. Ezáltal az alkalmazás előkészítése is sokkal egyszerűbbé válik, mivel elegendő egy lényegében „üres” (csak geometriát és azonosítót tartalmazó) map service-t publikálni, amihez a konfigurációs paraméterek segítségével kapcsoljuk hozzá a megjeleníteni kívánt adatokat. Ehhez a fejlesztéshez viszont már server oldali programozásra is szükség lesz, ami túlmutat a címben megjelölt „pehelysúlyú” programozáson.

Záró gondolatok

Célunk egy jól és egyszerűen konfigurálható térképes dashboard alkalmazás létrehozása volt, amit egyszerűen testreszabhat bárki saját adatai felhasználásával. A címben azért szerepel a „pehelysúlyú” kódolók kifejezés, mert már úgy is eredményt érhet el valaki, hogy csak a konfiguráción változtat, amihez nem szükséges programozói ismeret.

Szerettük volna ezzel a programozást kicsit közelebb hozni a felhasználókhoz. Talán könnyebb úgy elkezdni a kódírást, hogy kezdetben egy kvázi kész rendszert „módosítunk” a konfigurációs fájlon keresztül, majd a sikeren felbuzdulva, később már bele merünk nyúlni a kódba, apróbb változtatásokat eszközölve. Ettől persze még senkiből nem lesz valódi fejlesztő, de erre nincs is szükség. Gyakran csupán néhány programsor megírásával (pl. Field Calculator script) is sokkal hatékonyabbá tehetjük a napi munkánkat.

GitHub

A Dash-Map-Board projekt elérhetősége:

<https://github.com/Zsott/Dash-Map-Board>

Felhasznált irodalom

Dataseed – <https://getdataseed.com/>

IBM Cognos – <https://www.ibm.com/analytics/us/en/technology/products/cognos-analytics/>

IBM Watson – <https://www.ibm.com/ms-en/marketplace/watson-analytics>

LTK Tér-Figyelő – <http://gis.lechnerkozpont.hu/foldgomb/>

Tableau – <https://www.tableau.com/>

Tableau Public – <https://public.tableau.com/>

TeIR GIS – <https://www.teir.hu/>

TeIR Helyzet-Tér-Kép – <https://www.teir.hu/helyzet-ter-kep/>

TeIR ITS – <https://www.teir.hu/its/>

TeIR LEADER – <https://www.teir.hu/leader/>

Zoomdata – <https://www.zoomdata.com/>

Application of GIS methods in the delineation of labour market areas

Gábor Pálóczi¹ – János Péntzes² – Ernő Molnár³

¹ PhD candidate, University of Debrecen, Department of Social Geography and Regional Development Planning, paloczig@gmail.com;

² PhD, assistant professor, University of Debrecen, Department of Social Geography and Regional Development Planning, penzes.janos@science.unideb.hu;

³ PhD, assistant professor, University of Debrecen, Department of Social Geography and Regional Development Planning, molnar.erno@science.unideb.hu

Abstract: The analysis of the travel-to-work commuting data based on national censuses mean important issue for the spatial researchers for a long. Commuting data matrix provides not only employment content but reflects the specific functional relationship of the population and the settlement system. This matrix is appropriate to delineate relating settlements forming labour market areas (LMA). Significant methodological background has been developed for the delineation of these areas in which GIS methods have essential role.

The Hungarian census data (2011) was analysed with the group detection methodology developed by the CURDS research group (cooperating with the colleagues of the Hungarian Central Statistical Office). The procedure resulted in great number of spatial divisions due to the modifications of the parameters in the algorithm. Several GIS methods were applied to analyse and optimize the spatial divisions and the systems of LMAs. These methods and procedures are summarized in the current study.

Mi várható a megújult hazai talaj téradat infrastruktúrától?

Pásztor László¹ – Laborczi Annamária² – Szatmári Gábor³ – Takács Katalin⁴
– Illés Gábor⁵ – Szabó József⁶

¹ tudományos főmunkatárs, MTA ATK TAKI, pasztor@rissac.hu;

² tudományos segédmunkatárs, MTA ATK TAKI, laborczi@rissac.hu;

³ tudományos segédmunkatárs, MTA ATK TAKI, szatmari@rissac.hu;

⁴ tudományos munkatárs, MTA ATK TAKI, takacs.katalin@rissac.hu;

⁵ tudományos főmunkatárs, NAIK ERTI, illes@erti.hu;

⁶ tudományos főmunkatárs, MTA ATK TAKI, james@rissac.hu;

Abstract: The DOSoReMI.hu (Digital, Optimized, Soil Related Maps and Information in Hungary) project was started intentionally for the renewal of the national spatial soil infrastructure in Hungary partly inspired by GlobalSoilMap (GSM) initiative. During our activities we have significantly extended the potential, how soil information requirements could be satisfied. Soil property maps have been compiled partly according to GSM specifications, partly by slightly or more strictly changing some of their predefined parameters (depth intervals, pixel size, property etc.) according to the specific demands on the final products. Based upon the collected experiences the full range of GSM products were also targeted. The on-line publishing of the results has also been elaborated creating a proper web map service. Our paper summarizes, what can the users expect from the renewed national soil spatial infrastructure.

Bevezetés

A talaj az atmoszféra, a hidroszféra, a litoszféra és a bioszféra metszéspontjában helyezkedik el, kölcsönhatásainak közege, számos környezeti folyamat aktív vagy passzív résztvevője. A földtani, éghajlati, domborzati, biológiai talajképző tényezők kiegészülve az emberi tevékenységekkel együttesen formálják a talajt, melynek fizikai, kémiai és biológiai jellemzői a kiindulási állapot, a talajt érő hatások és az eltelt idő függvényeként alakulnak ki. A talaj számos antropogén funkcióval és szolgáltatással bír, határfelületi helyzetű, környezeti elem. A célirányosan kidolgozott térbeli talajinformációk és talajtérképek szerepe és alkalmazása megkerülhetetlen a környezeti folyamatok modellezésében, másrészt a többi környezeti elemekre vonatkozó térbeli adatok felhasználása elengedhetetlen a talajtérképezésben.

A talajok állapotára, folyamataira, funkcióira vonatkozó, jellemzően térbeli információk iránti igények mind hazai, mind nemzetközi szinten számottevőek és folyamatosan bővülnek (BLUM, W.E.H. 2005; OMUTO, C. ET AL. 2013; PANAGOS, P. ET AL. 2012). Számos szakterület támaszkodik a talajtakaró megbízható térbeli jellemzésére: agrárkörnyezetvédelem, élelmiszerbiztonság, klímaváltozás, környezetvédelem, környezeti kockázat becslés, természetvédelem, területi tervezés, vidékfejlesztés, vízgazdálkodás.

A talajokra vonatkozó térbeli adatok elérhetőségében nagy különbségek

tapasztalhatók az egyes országok között. Magyarország jelentős hagyományokkal bír a talajtérképezések terén (VÁRALLYAY Gy. 2012), az adatgyűjtések különböző léptékekben történtek a gazdálkodásitól az országos szintig. A korábban gyűjtött, térképezések, felvételezések által szolgáltatott információk hosszú időn keresztül jól szolgálták a felmerült társadalmi igényeket. A jelenleg rendelkezésre álló hazai talajtani adatrendszerek egyike sem tartalmaz azonban közvetlen információkat számos újonnan felmerülő adatigény kielégítésére. Az aktuálisan rendelkezésre álló, illetve a felhasználók által specifikusan megkívánt információk nem mindig fedik egymást és így nem alkalmazhatók megfelelő hatékonysággal a döntéshozásban. Ez az információhiány megnehezíti számos stratégiai feladat ellátását és igen gyakran az ország hazai és nemzetközi adatszolgáltatási kötelezettségeinek végrehajtását.

A digitális talajtérképezés alapjai és szerepe a talaj téradatak fejlesztésében

A talajtérképezés célja a talajtakaróra vonatkozó tematikus ismeretek térbeli viszonyainak feltárása és megjelenítése. A talajtérkép olyan tematikus térkép, amelyen a tematikát valamely, a talajokra vonatkozó információ határozza meg. Ez lehet elsődleges vagy másodlagos (származtatott) tulajdonság, illetve osztály, valamint a talaj funkcióira, folyamataira, szolgáltatásaira vonatkozó ismeret. Az elsődleges (akár kvantitatív, akár kvalitatív) talajtulajdonságokat, osztályokat megjelenítő térképek szerkesztésének legnagyobb és megkerülhetetlen kihívása a lokális ismeretek térbeli kiterjesztése.

A talajtérkép a talajtakaró célspecifikus térbeli modellje, melynek megalkotása a talajképző folyamatok szem előtt tartásával történik. A talajtérképezésben hatalmas változást hozott az egyes talajképző tényezők szerepének numerikus formalizálása. A digitális talajtérképezés (DTT) térinformatikai környezetben integrálja a talajtani és környezeti adatokat, a klasszikus talajtani tudást és a modern adatbányászati, geostatisztikai módszereket (BOETTINGER, J. L. ET AL. 2010; DOBOS E. ET AL. 2006, LAGACHERIE, P. 2008, LAGACHERIE, P. ET AL. 2007). További lehetőség a célspecifikusan, feladat-orientáltan elvégzett elemzések eredményeként a felhasználói igényeket célzottan és optimálisan kielégítő talajtérképek megalkotása (PÁSZTOR L. ET AL. 2015).

A DTT lényege: a talajra vonatkozó, mintavételből származó információk térbeli kiterjesztése a térképezendő területre teljes fedettséget biztosító, a talajképződési folyamatokkal, illetve azok következményeivel kapcsolatban álló, környezeti tényezőkre vonatkozó, térbeli változók segítségével (HARTEMINK, A. E. ET AL. 2008; LAGACHERIE, P. – MCBRATNEY, A. B. 2007). A DTT az úgynevezett SCORPAN egyenlet segítségével formalizálható (MCBRATNEY, A. B. ET AL. 2003):

$$S_{\text{tulajdonság vagy osztály}} = f(S, C, O, R, P, A, N),$$

ahol a bal oldalon a térképezendő kvantitatív vagy kvalitatív talajtulajdonság vagy általánosabban vett talajtani jellemző szerepel, a jobb oldalon pedig a talajképző folyamatok (Climate, Organisms, Relief, Parent material, Age and geographic

positioN; azaz: Klíma, Növényzet, Domborzat, Alapkőzet, Kor, Földrajzi helyzet) az adott célváltozóra prediktív változói, kiegészítve a talajra vonatkozó (S) egyéb hasznosítható és rendelkezésre álló térképi alapú adatokkal. A leggyakrabban használt környezeti segédváltozók egyrészt a digitális domborzatmodellekből származtatott morfológiai deriváltak, másrészt a távérzékelés által szolgáltatott többidőpontú, multi-, illetve hiperspektrális képi információk. A függő (térképezendő) és a független (a térképezést segítő) változók közti kapcsolat funkcionális realizációjára (*f*) számos módszert vetettek be a DTT rövid története során.

A térbeli kiterjesztés lehetőségeinek és a potenciálisan elérhető környezeti segédváltozók tárházának köszönhetően egynél jellemzően jóval több lehetőség adódik egy adott talajtérkép származtatására. Azaz nem csak egy és kizárólagos módszer alapján készíthető el egy adott adatigényt kielégítő térképi állomány, hanem kompetitív módszercsaládok és háttér információk számos kombinációja szerint. Másképp fogalmazva egy adott célt kielégítő térkép maga is számos realizáció formájában születhet meg, amelyek tematikus tartalmuk, felbontásuk, pontosságuk, megbízhatóságuk szerint különböznek. Az eredmények pontossága és megbízhatósága nagyban függ a felhasznált talajinformációs nyersanyag mennyiségétől és minőségétől, illetve az alkalmazott módszer relevanciájától. A DTT környezet inherens lehetőséget biztosít a tematikus térképek térbeli pontosságának, megbízhatóságának térbeli jellemzésére is, így az eredmény optimális kiválasztására.

A hagyományos talajtérképek robosztus információkat jelenítettek meg. A DTT keretében azonban a célváltozók kiválasztása sokkal több szabadsági fokkal történik. A térképezendő jellemző vonatkozhat a teljes szelvényre, annak egy bizonyos standard mélységi, diagnosztikai avagy genetikai rétegére. Lehet numerikus, vagy kategória típusú alap-, avagy levezett tulajdonság, standard vagy egyedi jellegű paraméter (*1. ábra*). A sokszínűség mellett, illetve a lehetőségek túlságosan is széles tárházának ellenpontosításaként bizonyos szabványosítási törekvések is megindultak. Ezek közül a legfontosabb a GlobalSoilMap.net nemzetközi kezdeményezés, mely jól definiált geometriai, mélységi, tematikus és pontosság meghatározási specifikáció alapján tervezi lefedni a szárazföldek teljes területét talajtani alapinformációkkal (ARROUAYS, D. ET AL. 2015).

A hagyományos talajtérképek megalkotása hosszadalmas folyamat eredménye, kezdve a felvételezéstől, a talaj-táj modellek adott környezetben való leképezésén át, a végtermékek kartografálásáig. Ezért a klasszikus térképek kapcsán fel sem merülhetett gyorsan változó talajjellemzők regionalizálása, illetve a térképek gyakori felülvizsgálata, reambulációja, horribile dictu utólagos javítása, pontosítása. A térképek robosztus információk megjelenítésével hosszabb távú felhasználásra készültek. A digitális talajtérképezés jelentősen lerövidítette az adattól a térképig vezető folyamat időtartamát, lehetővé tette továbbá a felhasználói igények nagyságrendekkel rugalmasabb figyelembevételét. A digitális talajtérképeket a tematikus robosztussággal szemben a feladat-orientáltságban, a célspecifikuságban megmutatkozó funkcionális jellemzi.

CÉLVÁLTOZÓ					
Elsődleges talajtulajdonság			Talaj típus/osztály		
teljes szelvény	szint		teljes szelvény	szint	
	GSM.net standard	specifikus mélység réteg		GSM.net standard	specifikus mélység réteg
standard vagy egyedi jellemző			standard vagy egyedi jellemző		
Másodlagos talajtulajdonság			Másodlagos talaj típus/osztály		
teljes szelvény	szint		teljes szelvény	szint	
	GSM.net standard	specifikus mélység réteg		GSM.net standard	specifikus mélység réteg
standard vagy egyedi jellemző			standard vagy egyedi jellemző		
Talaj funkciók, szolgáltatások					

1. ábra A DTT során térképezhető talajtani célváltozók csoportosítása a DOSoReMI.hu keretrendszere szerint

A DTT alkalmazása túlmutat az elsődleges és másodlagos talajtulajdonságok térképezésén, hatékony eszközként lehet rá támaszkodni a talajok magasabb szintű, általánosabb jellemzőinek (folyamatok, funkciók, szolgáltatások) regionalizálásában is (MINASNY, B. ET AL. 2012, PÁSZTOR L. ET AL. 2017).

A hazai talaj téradat infrastruktúra megújítása

A hazai talaj téradat infrastruktúra megújulása a nemzetközi trendeknek megfelelően megkezdődött. Vannak, voltak ugyan az országos szinten (is) félresiklott próbálkozások (kísérletek egyes térképek „omnipotenssé” nyilvánítására, módszerfejlesztési, vizsgálati zsákutcák), de a fősodorba tartozó munkálatok jellemzően a rendelkezésre álló erőforrások maximális kiaknázásával, az igényekkel és nemzetközi irányokkal szinergiában zajlanak. Ezek keretében az elmúlt egy-két évben folyamatosan születtek országos fedettségű, tematikus talajtulajdonság térképek a talaj egyes rétegeire vonatkozóan, különböző digitális talajtérképezési módszerek felhasználásával.

DOBOS E. ET AL. (2016) a Duna Régió környezeti modellezésének támogatására készítette el annak digitális talaj típus térképét WRB talaj referencia csoport szinten, 463 méteres térbeli felbontással. Az automatikus osztályozáshoz szükséges WRB diagnosztikák előfordulási valószínűségi térképei DTT környezetben születtek.

TÓTH G. ET AL. (2015) Magyarország mezőgazdasági területeinek feltalajára

(0–25 cm) szerkesztettek talajtulajdonság-térképeket az AIIR, a MARTHA és a LUCAS adatbázisok adatainak feldolgozása alapján. A 250 m térbeli felbontású fizikai féleség, pH, mésztartalom, szervesszén-tartalom, humusztartalom, por-, agyag- és homokfrakció térképek megtekinthetők a http://airterkep.nebih.gov.hu/gis_portal/talajvedelem/kiadv.htm címen.

ILLÉS G. ET AL. (2016) az erdő-, és a mezőgazdaság szemléletének megfelelő egységes, és országos fedettségű termőhelyi adatbázis létrehozása érdekében az erdészeti és mezőgazdasági termőhelyi adatbázisok egyesítésével szerkesztenek digitális talajtérképeket, melyek közül a genetikus típus, fizikai féleség és termőréteg vastagság elérhető az ERTIGIS portálról (<http://www.ertigis.hu/index.php/térképszolgáltatások/siteviewer>).

A DOSoReMI.hu (Digital, Optimized, Soil Related Maps and Information in Hungary; azaz Digitális, Optimalizált, Általános éretelmében vett Talajtérképek és Térbeli Információk) kezdeményezés kimondott célja a hazai talaj téradat infrastruktúra megújítása. Ennek során újragondoljuk a talaj téradatok előállításának és szolgáltatásának kereteit.

Az egyes célváltozók modellezése különböző térbeli kiterjesztési eljárások sorával történik (a módszerek, referencia és prediktor adatok változtatásával), melyek közül az eredmény térképekre elvégzett pontossági vizsgálatok alapján választjuk ki a legjobban teljesítőt és egyben az azt szolgáltató paraméter együttest (referencia talajadat, segédváltozó sokaság, módszer).

Az eddig elkészült termőréteg vastagság, textúra, szemcse frakciók, szabadföldi vízkapacitás, szervesanyag tartalom, CaCO_3 tartalom, pH térképek részben a GlobalSoilMap.net specifikációi szerint, részben azok kisebb-nagyobb mértékű változtatásával (mélység közök, felbontás, tulajdonság definíció) születtek a felhasználói igények figyelembevételével. Országos, térbeli lehatárolást igénylő problémák támogatására speciális, diagnosztikus talajjellemzőkre vonatkozó nagy térbeli felbontású, unikális, országos térképeket szerkesztettünk (pl.: maximális pH a talaj felső 150 centiméterében, a szelvény súlyozott sótartalma, vertic tulajdonság megjelenési valószínűsége a felső 100 centiméterben, a durva homok textúra típus kumulatív vastagsága a felső 100 centiméterben). Az adott jellemzőkről soha korábban nem születtek térképi alapú elemzések, főképp nem egy hektáros felbontásban az ország teljes területére vonatkozóan. Az elkészült és a folyamatban levő 1 ha térbeli felbontású térképeket a 2. ábrán táblázatosan is összefoglaltuk.

Az elkészült termékek sokrétűen hasznosultak többek közt az agrárkörnyezeti programok területi lehatárolása, öntözésre alkalmas területek kijelölése, természeti hátrányokkal érintett területek lehatárolása (TAKÁCS K. ET AL. 2016), belvíz területi előfordulásának kockázati modellezése (BOZÁN Cs. ET AL. 2017), erózió (PÁSZTOR L. ET AL. 2016A) és defláció (PÁSZTOR L. ET AL. 2016B) veszélyeztetettség térképezése, meteorológiai folyamatok előrejelzése, mezőgazdasági kárelhárítás rendszer működésének támogatása, ökoszisztémaszolgáltatások térképezése, országos területrendezési terv számára kiváló és jó termőhelyi adottságú szántó területek

térbeli felbontás: 100 m			Szelvény	Altalaj-feltalaj bontás		Egyenközü rétegek			Speciális réteg kiosztás			GSM.net standard rétegek						
				altalaj	feltalaj	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	0-20 cm	20-50 cm	50-100 cm	0-5 cm	5-15 cm	15-30 cm	30-60 cm	60-100 cm	100-200 cm	
elsődleges talajtulajdonság	Szemcseméret frakciók [%]	agyag																
		iszap																
		homok																
	textúra osztály (magyar)																	
	textúra osztály (USDA)																	
	szabadföldi vízkapacitás																	
	térfogattömeg																	
	szervesanyag-tartalom																	
	pH																	
	mész-tartalom																	
genetikus típus																		
termőréteg vastagság																		

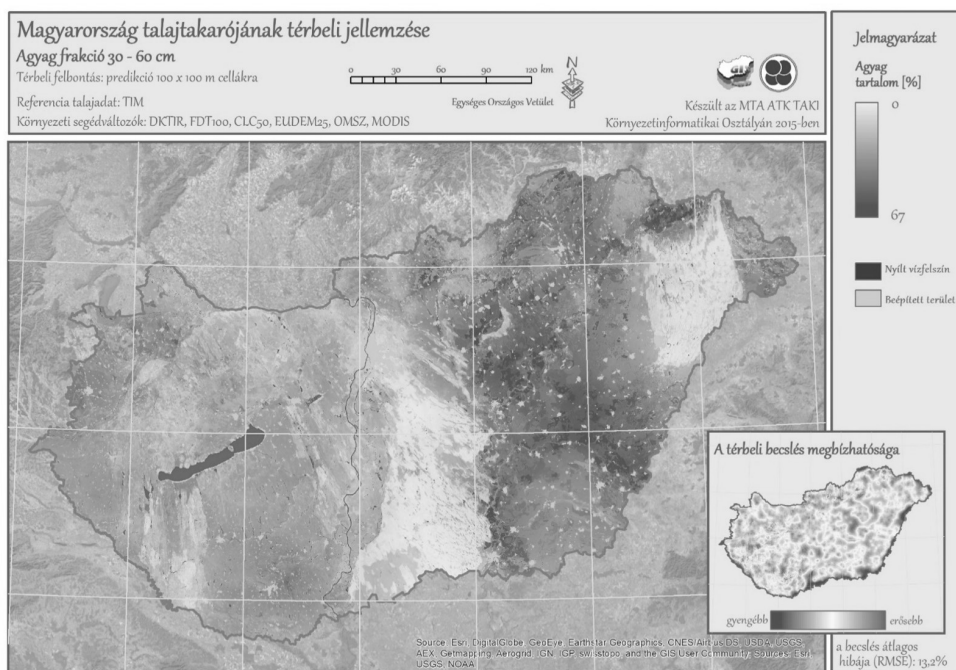
specifikus talajtulajdonság	homok és vályogos homok textúrájú rétegek kumulatív vastagsága a felső 100 centiméterben																	
	duzzadó agyag tulajdonság előfordulási valószínűsége a felső 100 centiméterben																	
	maximális pH a felső 150 centiméterben																	
	a szelvény átlagos sótartalma																	

			elkészült		nem releváns				előkészületben									

2. ábra A DOSoReMI keretében szerkesztett 1 ha térbeli felbontású, országos térképek kidolgozottsága

lehatárolása során. A felsorolást hosszasan lehetne folytatni további potenciális felhasználási irányokkal és célokkal, melyeket az előbbiekkal összemérhető fontosság, illetve adatigény jellemez, de elvégzésük vagy régóta húzódik, vagy túl sok kompromisszum mellett zajlott/zajlik. Ilynek a földértékelés megújítása, egy operatív termésbecslési rendszer kialakítása és működtetése, üvegházhatású gázok mezőgazdasági eredetű kibocsátási leltára, nitrát érzékeny területek lehatárolása, extrém hidrológiai események (aszály, árvíz) kialakulásának és területi előfordulásának és kockázatának modellezése. Az említett célok egy része ráadásul az adott feladat ismételt (általában 5, 7 évenként) elvégzésével, illetve (kvázi)folytonos működéssel jár, melyek során a felhasznált térbeli talajinformáció megújítása egyben az eredmények javított felülvizsgálatát, újragondolását, illetve folyamatosan frissülő javulását eredményezheti.

Az elkészült, elsődleges térképeket tovább is hasznosítjuk általánosabb értelemben vett talajtérképek kidolgozásához, amelyek másodlagos tulajdonságokat, funkciókat és szolgáltatásokat regionalizálnak (PÁSZTOR L. ET AL 2017). Központi szerepet játszik a digitális talajtérképezési és a térbeli modellezési módszerek pontosságának, megbízhatóságának lokális és globális becslése, javítása és optimalizálása, az előállított térképek térbeli bizonytalanságának becslése és annak széleskörű, ugyanakkor cél-specifikus kommunikációja (SZATMÁRI G. ET AL. 2015).



3. ábra A DOSoReMI keretében szerkesztett 1 ha térbeli felbontású országos térkép kartografált verzióban az elkészítésére és a pontosságára vonatkozó információk feltüntetésével

Összegzés

Röviden összefoglalva a térbeli talajinformációk (alap és általánosabb értelemben vett talajtérképek) értelmezésének és előállításának új paradigmája a következőkre épül:

- A talajjellemzők térképi megjelenése térbeli becslés eredménye.
- A térbeli becslés alapja a térképezendő területre teljes fedettséget biztosító, a talajképződési folyamatokkal, illetve azok következményeivel kapcsolatban álló, környezeti tényezőkre vonatkozó térbeli változó és a térképezendő talajtulajdonság kapcsolatának modellezése.
- A térbeli modellezés geoinformatikai környezetben történik geostatisztikai és adatbányászati módszerek, illetve ezek kombinációinak felhasználásával.
- A korszerű módszerek a térképi eredményen túl a térbeli becslések globális és lokális pontosságát és megbízhatóságát is szolgáltatják.
- A térképi végtermék a felhasznált referencia és segédadatok, illetve a módszer(ek) hármasának eredménye; minősége és használhatósága ezek függvényében alakul.
- A térbeli becsléshez a legteljesebb és egyben az aktuálisan elérhető legpontosabb adatok felhasználása mind a térképezendő változó, mind a modellezésben

használt segédváltozók részéről.

- Az új környezetben előállított talaj téradatak (talajtérképek) tematikájukban, azok reprezentációjában, mélységi vonatkoztatási lehetőségeikben messze túl mutatnak a korábbi térképek által közvetített tematikus tartalmakon.
- Az újonnan előállított talaj téradatak és az azok alapján szerkesztett, kartografált térképek az adott tematikán túl az elkészítésükre és a pontosságukra vonatkozó információkkal együtt alkotnak egységes adatrendszert (3. ábra).
- A térképezett talajtani változókat a tematikai robosztussággal szemben a feladat-orientáltságban, a célspecifikusságban megmutatkozó funkcionalitás jellemzi.

Munkánkat az K105167 OTKA pályázat támogatta.

Felhasznált irodalom

- ARROUAYS, D. – McBRATNEY, A.B. – MINASNY, B. – HEMPEL, J.W. – HEUVELINK, G.B.M. – MACMILLAN, R.A. – HARTEMINK, A.E. – LAGACHERIE, P. – MCKENZIE, N.J., (2015): Specifications Tiered GlobalSoilMap products, Release 2.4.
- BLUM, W.E.H. (2005): Functions of soil for society and the environment. Reviews in Environmental Science and Biotechnology 4, pp. 75–79.
- BOETTINGER, J.L. – HOWELL, D.W. – MOORE, A.C. – HARTEMINK, A.S. – KIENAST-BROWN, S. (2010): Digital soil mapping; bridging research, environmental application and operation. Progress in Soil Science.
- BOZÁN Cs. – KÖRÖSPARTI J. – ANDRÁSI G. – TÚRI N. – PÁSZTOR L. (2017): Inland excess water hazard on the flat lands in Hungary. Columella 4, pp. 45–48.
- DOBOS, E. – HENGL, T. – REUTER, H. (2006): Digital soil mapping as a support to production of functional maps. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. p. 68.
- DOBOS E. – VADNAI P. – PÁSZTOR L. – MICHÉLI E. – KOVÁCS K. – BERTÓTI R. D. (2016): A WRB based harmonized digital soil map of the Carpathian-basin. Geophysical Research Abstracts 18, p. EGU2016-12592.
- HARTEMINK, A. E. – McBRATNEY, A. B. – MENDONÇA-SANTOS, M. DE L. (2008): Digital Soil Mapping with Limited Data. Dordrecht: Springer.
- ILLÉS G. – FONYÓ T. – PÁSZTOR L. – BAKACSI Zs. – LABORCZI A. – SZATMÁRI G.– SZABÓ J. (2016): Az Agrárklíma 2 projekt eredményei: Magyarország digitális talajtípus térképének előállítása. Erdészettudományi Közlemények 6(1):17–24.
- LAGACHERIE, P. (2008): Digital soil mapping: A state of the art. In Hartemink, A. E.– McBratney– A. B. Mendonça-Santos M. de L. (Eds.): Digital Soil Mapping with Limited Data. Dordrecht: Springer. pp. 3–14.
- LAGACHERIE P. – McBRATNEY, A. B. (2007): Spatial soil information systems and spatial soil inference systems: perspectives for digital soil mapping. In Lagacherie, P. – McBratney, A. B.– Voltz, M. (Eds.): Digital soil mapping - an introductory perspective. Amsterdam: Elsevier 31, pp. 3–22.

- LAGACHERIE, P. – MCBRATNEY, A. B. – VOLTZ, M. (2007): Digital soil mapping: an introductory perspective. Amsterdam: Elsevier.
- MCBRATNEY, A. – MENDONÇA SANTOS, M. – MINASNY, B. (2003): On digital soil mapping. *Geoderma*, 117(1–2):3–52.
- MINASNY, B. – MALONE, B. – MCBRATNEY, A. B. (2012): Digital Soil Assessments and Beyond. London: Taylor and Francis Group.
- OMUTO, C. – NACHTERGAELE, F. – ROJAS, R. V. (2013): State of the Art Report on Global and Regional Soil Information: Where are we? Where to go? Global Soil Partnership Technical Report. Rome: FAO.
- PANAGOS, P. – VAN LIEDEKERKE, M. – JONES, A. – MONTANARELLA, L. (2012): European Soil Data Centre: Response to European policy support and public data requirements. *Land Use Policy*, 29(2):329–338.
- PÁSZTOR L. – LABORCZI A. – TAKÁCS K. – SZATMÁRI G. – DOBOS E. – ILLÉS G. – BAKACSI Zs. – SZABÓ, J. (2015): Compilation of novel and renewed, goal oriented digital soil maps using geostatistical and data mining tools. *Hungarian Geographical Bulletin*, 64(1):49–64.
- PÁSZTOR L. – LABORCZI A. – TAKÁCS K. – SZATMÁRI G. – FODOR N. – ILLÉS G. – FARKAS-IVÁNYI K. – BAKACSI Zs. – SZABÓ, J. (2017): Compilation of Functional Soil Maps for the Support of Spatial Planning and Land Management in Hungary. In Pereira, P. – Brevik, E. C. – Munoz-Rojas, M. – Miller, B. A. (Eds.): *Soil Mapping and Process Modeling for Sustainable Land Use Management*. Amsterdam: Elsevier. pp. 293–317.
- PÁSZTOR L. – NÉGYESI G. – LABORCZI A. – KOVÁCS T. – LÁSZLÓ E. – BIHARI Z. (2016b): Integrated spatial assessment of wind erosion risk in Hungary. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 16, pp. 2421–2432.
- PÁSZTOR L. – WALTNER I. – CENTERI Cs – BELÉNYESI M. – TAKÁCS K. (2016a): Soil erosion of Hungary assessed by spatially explicit modelling. *Journal of Maps*, 12(sup1), pp. 407–414.
- SZATMÁRI G. – BARTA K. – FARSANG A. – PÁSZTOR L. (2015): Testing a sequential stochastic simulation method based on regression kriging in a catchment area in Southern Hungary. *Geologia Croatica*, 68(3): 273–283.
- TAKÁCS K. – SZATMÁRI G. – BAKACSI Zs. – LABORCZI A. – SZABÓ J. – TÓTH T. – PÁSZTOR L. (2016): Target-specific digital soil mapping supporting spatial planning in Hungary. In Sarjakoski, T. – Santos, M. Y. – Sarjakoski, L. T. (Eds.), *The 19th AGILE International Conference on Geographic Information Science*, pp. 1–7.
- TÓTH G. – HENGL, T. – HERMANN T. – MAKÓ A. – KOCSIS M. – TÓTH B. – BERÉNYI ÜVEGES J. (2015): Magyarország mezőgazdasági területeinek talajtulajdonság-térképei (Soil property maps of the agricultural land of Hungary) EUR 27539. <https://doi.org/10.2788/318926>
- VÁRALLYAY Gy. (2012): Talajtérképezés, talajtani adatbázisok. *Agrokémia és Talajtan*, 61(Suppl.), pp. 249–267.

A Topográfia térinformatikai támogatása

Patkó Gergely András

felmérő mérnök, HM Zrínyi NKft.; patko.gergely@hmzrinyi.hu

Abstract: The 1:50 000 scale-like, VII. military mapping – with 1:25 000 scale-like accurate – is taking part in Hungary. The technology is based on the refreshing and geometry-specifying of DTA-50 database. In this work the DTA-50 is becoming more modern and a new digital field mobile mapping system developed. In my article, I'm showing: the new field mobile mapping system (hardware, software, database-system, GUI), with its developing and the future of topography. I'm writing about the system's using and the experiences of digital mobile mapping.

Bevezetés

Jelenleg folyik Magyarország területén az 1:50 000 méretaránynak megfelelő adattartalmú és adatsűrűségű, 1:25 000 méretaránynak megfelelő pontosságú térképészeti adatbázis létrehozására irányuló, VII.¹ katonai felmérés. A munka a Magyar Honvédség Geoinformációs Szolgálat (a továbbiakban: MH GEOSZ) és a Honvédelmi Minisztérium Zrínyi Térképészeti és Kommunikációs Szolgáltató Nonprofit Kft (a továbbiakban: HM Zrínyi NKft.), illetve jogelődjeinek kezdeményezése alapján, - a Honvédelmi Minisztérium utasítására – a 2010-es évek elején kezdődött.

A technológia alapvetően a DTA-50 adatbázis tartalmi felújítására és geometriai pontosítására épül. A munka során nem csak az újfelmérés történik meg, hanem modernizálásra került a DTA-50 rendszere is valamint kialakításra került egy digitális topográfiai adatgyűjtő rendszer. Írásomban bemutatom a felméréshez fejlesztett adatgyűjtő rendszert, (hardver, szoftver, adatbázis-szerkezet, GUI) annak fejlesztését és a jövőbeni lehetőségeket. Kitérek majd a rendszer terepi körülmények közötti használatára és a használatból adódó tapasztalatokra.

¹ A II. Világháború előtti négy katonai felmérés után (melyből egy a mai Magyarország területét nem érintette) napjainkig egy teljesen új felmérés ('53-'59) a V.; egy felméréssel egyenértékű felújítás ('84-'96) a VI. felmérés.

Anyag és módszer

Előzmények

Magyarországon 1995-re készült el az 1:50 000 méretarányú vektoros, digitális topográfiai térkép, a DTA-50 (Digitális Térképi Adatbázis). Ennek az állománynak a gyorshelyesbítése 1998–2003 között zajlott, melynek eredményeiképpén elkészültek az 1:50 000 méretarányú, a NATO előírásoknak megfelelő topográfiai térképek, a WGS-84 ellipszoid és az UTM vetületi rendszer alkalmazásával. (MÉLYKÚTI G. 2010)

A digitális állományokra való átállás előrevetítette azt, hogy egy majdani újfelmérésnél már szükségessé válhat a terepi munkák esetén is az digitális felmérés. Ezt az elképzelést erősítették kutatások és tetsztemérések is, melyek bizonyították, hogy a korábban alkalmazott analóg terepi adatgyűjtési technológia lecserélése digitális verzióra kielégíti a modern térkép és adatbáziskészítés igényeit, hatékony, egységes és gyorsan felhasználható eredményt ad. (KOVÁCS E. – SZABÓ T. 2015) Mindezekből kifolyólag 2013-ban kifejlesztésre került egy új, Digitális Terepi Adatgyűjtő Rendszer, a DITAR.

A DITAR négy elemből áll: hardver, szoftver, adatbázis és felhasználói felület (GUI). Hardvernek a Logic Instrument által gyártott Fieldbook B1-est választották a rendszer fejlesztése során. Ez egy megerősített, katonai szabványoknak is megfelelő (csepp-, por-, ütésálló), szélsőséges hőmérsékleti körülmények között is működő tablet, mely GNSS vevővel is ellátott. A szoftver az Esri által fejlesztett ArcPad 10.2-es verziója.

Az terepi adatbázis szintén itt került kifejlesztésre, mivel az 1995-re létrehozott DTA-50 szerkezete nem alkalmas terepi felmérésre. Egy szelvény elemei 10 különböző adatbázisban találhatóak, metadatokat nem vagy csak alig tartalmaznak, azokat külön „text” adatbázisban tárolják felíratként. Ennek oka, hogy az akkori adatbázis még elsősorban a kartográfiai igények kielégítésére született, a mai modern térinformatikai szükségleteknek nem felel meg. (Mindezekből kifolyólag a felújítással párhuzamosan kialakítás alatt van egy új rendszer a Digitális Topográfiai AdatBázis (DITAB-50), mely később az új felmérés adatait is felhasználva le fogja váltani a DTA-50-et.)

Fejlesztés

A 2013-ban kialakított DITAR adatbázisát és felhasználói felületét a terepi felmérés tapasztalatai alapján több alkalommal fejlesztettem tovább. Az első verzió használta során topográfus kollégáim és az én tapasztalataim alapján arra jutottunk, hogy érintőképernyőn dolgozni valamivel hosszadalmasabb és nehezebb, mint kinyomtatott térképszelvényen asztronra dolgozni ortofotó segítségével. Ennek oka, hogy fizikailag bármennyire is megfelel a tablet a terepi munkavégzésre a digitális világnak még nem sikerült minden szempontból utolérni az analóg eredményeket.

Munkát nehezítő körülmény lehet: az erős napsütés, mely megnehezíti a

légifénykép képernyőn történő kiértékelését; a por, mely könnyen lerakódik a képernyőre vagy maga a tény, hogy már nem rajzolunk és írunk hanem gépelünk. Ez utóbbi mozgás közben igen nehézkes, hiszen érintőképernyőn, terepen kell – amúgy jól megszerkesztett – táblázatokat, űrlapokat kitölteni.

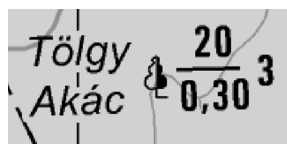
Első komolyabb fejlesztésként teljesen újra alakítottam a rendszer mögött húzódó adatbázis. Ennek kettős célja volt. Egyrészt a DTA-50 is átesett a felújítás megkezdésekor kisebb átalakításokon, modernizáláson, mely szükségessé tette a terepi adatbázis változtatását is. Másrészt létre akartam hozni egy olyan modern adatbázist, melyben a lehető legkevesebbszer kell az általános TEXT mezőket használni, így csökkentve a gépelés mennyiségét és a félreérhető szubjektív fogalmazást, rövidítéseket. (Természetesen az ellenőrzéskor ezek a dolgok javításra kerülnek, de így is növelik annak hosszát.) A DITAR első verziójában is megvolt egy része ezeknek a lehetőségeknek, de jóval szűkebben szabva, kevesebb attribútumot felhasználva. Az adatbázishoz tartozó fejlesztéseim során minél inkább törekedtem a nemzetközi, MGCP (Multinational Geospatial Co-production Program / Többnemzeti Térinformatikai Együttműködési Program) által is alkalmazott DFDD szabványrendszer felhasználására.

Az adatbázisnál jócskán csökkentettem az elemek számát is. Amiből volt lehetőség pont- és felületszerű elemet is felvenni a DTA-50 alapján, többnyire csak egyiket hagytam meg. Itt a rendező elv az volt, hogy olyan elemeknél, amelyek geometriája az ortofotón látszik, bőven elég egy pontot lerakni terepen – és azzal funkciót megadni – minthogy elkezdjünk a tableten digitalizálni.

Miután új adatbázist hoztam létre, szükségem volt egy új felhasználói felületre is. A sok attribútum elhelyezését próbáltam úgy megoldani a felvételi képernyőn, hogy azok minél inkább a topográfiai térképeken ismert adatelrendezéshez hasonlítsanak. Erre kiváló példa az erdő adatainak felvétele.

Az 1. ábra szemlélteti, hogy sorrendben először a fafajta(/ták), a jellegfa (lombhullató, örökzöld, vegyes) számlálóban átlagos magasság, nevezőben átlagos törzsvastagság, végül pedig az átlagos törzstávolság olvasható. (Utóbbi két adat másfél méter magasban értelmezendő!) Mint az a 2. ábrán látható ezt a megjelenést próbáltam lekövetni az űrlap szerkesztésénél is.

Az erdővel kapcsolatban bemutató példa kiragadott volt, de azt próbálom vele szemléltetni, hogy ezek az elsőre aprónak tűnő változtatások nagyban fokozzák a terepi munka hatékonyságát és sebességét. Ugyanis egy topográfus a kiképzés során így tanul meg térképet készíteni, topografálni és a térképeken is így látjuk az adatokat. Tulajdonképpen egy erdő előtt állva magunkban így soroljuk el az adatokat.



1. ábra Erdőadat megjelenése a topográfiai térképen

Fafajta		Fa magassaga		Törzstavolság	
		Törzsatmero			
Lombozat típusa					

Ha kitölteni is ebben a sorrendben kell az űrlapot, az nagy könnyebbséget jelent munka közben, terepen. Hasonlóképpen jártam el számtalan más esetben is, például utak, vizek és adataik felvételénél.

A másik komolyabb felhasználói felületet érintő újítás az elemek újracsoportosítása. A 3. ábrán látható, hogy nem minden elem jelenik meg egy ablakon, csoportosítva van. Miután új adatbázis hoztam létre, itt is teljesen logikus lépés volt a csoportosítás újra gondolni, de a rendezőelven is változtattam egy kicsit. Az első verzió még inkább a DTA-50-hez igazodott a csoportosításban is, míg a fejlesztésem után a topográfiai szemléletnek megfelelően hoztam létre az úgynevezett füleket. Így például már nem szerepel külön objektum és létesítmény fül.

Talán a legegyszerűbb változtatás a felhasználói felületen az volt, amikor megszüntettem a legördülő menüket és egy felsorolásablakot hoztam létre (4. ábra). Így elemenként minimum 1, de akár 4 kattintást is spórolunk, nem beszélve az elemek attribútumainál lévő legördülő menüiről. Ez komoly spórolást jelent, mert terepi körülmények között, mozgó kocsiban érintőképernyőn legördülő menüből válogatni, görgetni igen nehézkes.

☐ INFO ☐ EPULET ☐ TORONY ☐ OBJ ☐ UT ☐ VIZ ☐ DOMB ☐ OGPSH ☐ NOVENY ☐ Helyi ☐ Pontadatok

Alapadatok: Leírás

Objektum neve:

☐ INFO ☐ EPULET ☐ TORONY ☐ OBJ ☐ UT ☐ VIZ ☐ DOMB ☐ OGPSH ☐ NOVENY

☐ Koordinátas elem ☐ Jól tájékozott elem

Otófonon megadható információk
 Elavult otófono

Fa magassága
 Fafajta

Lomboszat típusa

Viz mélysége (Csatorna/Vízfolyás)
 Fekvése (Csatorna/Vízfolyás)

Járható szélesség (Út/Általános)
 Teljes szélesség (Csatorna/Vízfolyás/Út)

Járható magasság (Általános/Magassági korlátozás)

Melység (Bérgasság) ☐ Tervezési (Teljes/Bérgasság)
 Relatív magasság (Teljes) ☐ Kétdimenziós (Teljes/Bérgasság/Elmosódott teljes)

rendszerek
 Név
 Alkalmazás
 Beállítások
 Magassági korlátozás
 Teljes bérgasság
 Újabb
 Vissza

Azért
 Betű
 Működés
 KÖ

2016.10.21

3. ábra Felhasználói felület egyik oldala (kiemelve a „fülek”)



4. ábra Balra: legördülő menü. Jobbra: felsorolás

Mindezekeken felül az ellenőrzések megkönnyítésére kifejlesztettem egy olyan felületet, ahol nincsenek fülek, minden egy ablakban jelenik meg. Ez magára a felmérési munkára nem alkalmas, de az ellenőröknek nagyban könnyíti a munkában, hiszen ők először csak rátekintenek a topográfus által behozott adatokra. Tehát tulajdonképpen ez egy „nézegető” megjelenítés. Természetesen javított adatok felvételére az ellenőrök is az alap felhasználói felületet használják.

A fejlesztés végén dokumentáltam az eredményeket, úgy, hogy az felhasználói útmutatóként is szolgáljon, valamint a fejlesztés során használt előzetes DITAR - DTA-50 tervező táblázat alapján a terepi munkákat irányító kollégámmal, Gyarmathy Rékával alkottunk egy ellenőrző és fordítótáblát. Ez egy excel állomány, melyet egy ellenőrző program használ fel. Ez a program az attribútumhibák mellett egy fordítást is végez: tulajdonságok és elemkód alapján megadja, hogy a DITAR-ban felvett elem melyik DTA-50-es elemnek felel meg.

Eredmények

Eredmény keppen elmondható, hogy a DITAR új verziójának megalkotásával nagy lépést tettünk afelé, hogy a modern kor digitális elvárásainak megfelelő felmérési módszereket olyan gyorsá, hatékonyá, könnyen gyakorlatba ültethetővé tegyük, mint az analóg technikát.

A verziófejlesztés óta két alkalommal történt kisebb finomítás a rendszeren az újabb terepi tapasztalatok, valamint irodai és ellenőri kérések alapján. Ez is azt bizonyítja, hogy a rendszer erre a munkára mindenképpen könnyen továbbfejleszthető.

A terepi munkavégzés a fejlesztések hatására érezhetően könnyebbé vált, gyorsult így segítve elő a VII. katonai felmérés véghezvitelét.

Lehetőségek

A fejlesztés tapasztalatai alapján a rendszer egy részét (szoftver és hardver) már más munkánál is felhasználtuk az ottani igényeknek megfelelő adatbázissal és GUI-val. Így elmondható, hogy nem geodéziai pontosságot igénylő munkákra kiválóan alkalmas a rendszer.

Továbbá elmondható, hogy a DITAR rendszere alkalmas lehet valós idejű (real-time) felmérésre is, valamint naponként csomagban a bedolgozó kollégáknak küldött felmérési adatgyűjtésre is, hiszen mind wifi-vevővel, mind SIM-kártyával

rendelkezik. Erre ugyan a jelenlegi felmérés során még nincs szükség, de más típusú munkák, más méretarányok vagy egy következő helyesbítés során már hasznos lehet ez a tudás.

Későbbi kutatás kérdése lehet az, hogy érdemes-e a felhasználói felületet – a mai korban népszerű – csempés² megoldásra alakítani. Ez nagyban gyorsíthatja a terepi felmérés menetét. Továbbá a fejlesztési trendek abba az irányba mutatnak, hogy a terepi adatgyűjtés már nem csak Windows-os operációs rendszeren, hanem akár androidon is folyhat. A DITAR fejlesztését megelőző kutatásoknál még nem találtunk erre megfelelő hardvert és szoftvert, de ez nem zárja ki, hogy a későbbiekben, ne térhessünk át erre az amúgy sokszor egyszerűbben beszerezhető, fenntartható és pótolható technológiára.

Véleményem szerint rengeteg fejlődési lehetőség van a topográfiában, mind a terepi felmérés, mind az előkészítés, mind az adatbázis-szerkezet, mind a felhasználás tekintetében.

Felhasznált irodalom

- ALABÉR L. – GYARMATHY R. – LÁZÁR Á. – NAGY T. – PASKÓ A. (2004): DITAB-MIL Objektum és Attribútum Katalógus. Honvédelmi Minisztérium Térképészeti Közhasznú társaság.
- KOVÁCS E. – SZABÓ T. (2015): Digitális Terepi Adatgyűjtő Rendszer (DITAR) fejlesztése, rendszerbeállítása és használata. Geodézia és Kartográfia, Magyar Földmérési és Távérzékelési Társaság, 67(5-6): 14–20.
- KOVÁCS E. – SZABÓ T. (2014): Technológiai Utasítás a DITAR használatára. HM. Zrínyi Térképészeti és Kommunikációs Szolgáltató Közhasznú Nonprofit Kft., pp. 6–23.
- KOVÁCS E. – SZABÓ T. (2013): Terepi Adatgyűjtési Rendszer Fejlesztési Dokumentáció. HM. Zrínyi Térképészeti és Kommunikációs Szolgáltató Közhasznú Nonprofit Kft., pp. 5–30.
- MÉLYKÚTI G. (2010): Topográfia. Nyugat-magyarországi Egyetem.
- PATKÓ G. (2015): Magyarország korszerű topográfiai felmérése, Debreceni Egyetem, Diplomamunka.

² Csempék: Többek között a Microsoft vezette be a Windows 8 operációs rendszerén, hogy a telepített szoftvereket, és egyéb funkciókat, mappákat egy palettáról csempékre kattintva lehet elérni. Terepi körülmények között esély van rá, hogy ez a funkció gyorsíthatja a felmérést.

Distributed spatial database systems for sensor data

Tomáš Pohanka

Faculty of Science, Department of Geoinformatics, Palacký University Olomouc, Olomouc, Czech Republic, tomas.pohanka@upol.cz

Abstract: Replication and synchronisation of databases that can work with spatial data are one of the main tasks of a new era in Geographic Information System (or Science) and Big Data. The first focus of this article is to provide information, about distributed spatial databases environment and evaluate options for replication solutions that are available. Design a database solution that considers possibilities and requirements of the Department of Geoinformatics at Palacký University in Olomouc. Subsequently, provide a solution how to visualise enormous amount of meteorological data which are generated from sensors into a map by Python scripting. Results from this article provide basic insight into the problem of distributed databases in GIS. The design of the database solution was created, and the main processes were tested. Python web server based on Flask and Folium packages provide visualisation of meteorological data.

Introduction

Replication is one of many solutions how to solved problems with writing, reading, storing and querying huge amount of data in databases. Nowadays, is very common to have many internet accounts for internet banking, insurance company, internet shops, and social networks. However, sometimes can be this services unavailable because of overloaded servers, low-speed internet connection or full inaccessibility of the service. Keep all information on one place is not possible if it used a lot of data or there are many users who want to use the service. It can be situation around big data and web maps services.

Replication is advanced functionality, which provides copies of data to many servers (FOGEL ET AL. 2008). Almost all of database servers allow replication. It provides bigger robustness and high availability access (OBE ET AL. 2012). Replication can be used in every field, which works with data. Database solution for data store is necessary from a medium-size project. For smaller project is sometimes better to store data in a specific file system, for example, Shapefile, CSV, GML. Database approach brings the invaluable solution for stored data, portability, the connection between data, efficient search engine. Replication itself is used for data copy ensuring and data synchronisation between databases. Replication is very useful for a multi-user project, distributed companies or companies where data availability is essential.

Applicability example of replication can be an offline application in a mobile phone.

Data distribution

Distribution has a very complex definition. There are two opinions on the distribution. First is, that distribution is a method that allows sharing data through Internet or intranet. For example, two people see data that are located on hard disk drive. In this theory can include clouds services. Cloud services such as Drive from Google, OneDrive from Microsoft, Dropbox, Mega, Rapidshare, and GitHub. These services distribute some data across many users. These cloud services are just types of services for replication and synchronisation.

Second opinion or theory is that there are many connected databases (e.g. by the Internet) but for the user (or application) appears like one. These conditions are very especial and not every relational database model have support in this functionality. A big difference besides first theory is in copies of data. First theory (replication with synchronisation) works with the condition that every user (application) has a full copy of the database. For a small project in hundreds of megabytes is this approach sufficient. But for the project that works with tens and more gigabytes is this approach very inefficient. If it necessary work with database online in a smartphone, tablet or other wearables technology it is vital to keep their storage free and have only required a minimum of data in a device memory. Oracle, PostgreSQL, and MySQL hard distinguish the first and the second theory. Microsoft SQL Server 2014 works only with replications and distribution (second theory) is performed by HDInsight (MISTRY ET AL. 2014), which is the Hadoop-based platform for big data solutions. The basic classification of distributed databases are homogenous and heterogeneous environment. For homogenous environment are used only databases by one company (the same system for every database). In heterogeneous are used many types of databases, but they must be compatible with themselves (FOGEL ET AL. 2008).

Replication

Replication is a process, for copying and maintaining database objects (FOGEL ET AL. 2008). These replicated databases are controlled for changes and synchronised when a change was made. In the design a replication environment (replication cluster), they are many architectures that are possible to be used. For example in PostgreSQL environment is possible used e.g. one-side, double-side, synchronous, asynchronous, multi-master, master-slave, logical, physical or cascade replication. One-side replication can be used in master-slave design for ensuring, that slave cannot write any changes to master. Double-side replication can be used to multi-master design as well as in master-slave. Synchronous replication is used between databases where is obligatory have the same data in all databases at the same time. In databases works in a bank, it is necessary, that transfer of money (transaction) was

done in both databases. On the other hand, asynchronous replication is very common and much faster than synchronous because data can be very written into slave later. There is a risk of the crash of the master database after changes and slave database had an old data without latest changes from the master. Physical replication copied binary changes instead of logical, which transfer an SQL query with changes that should be done in the slave database. Cascade replication attach a second row of slave databases to exist slave database. This design is used for a divide high load of the master database. The second row of slaves are used for a limitation a long distance entrance (it is better to have slaves for every state in the USA makes from a slave in the USA than from the master in Europe). These terms are practice in PostgreSQL.

Synchronization

Synchronisation is a process where two data sources can keep up-to-date. It is very similar to replication. Synchronisation can be one-time, manual or automatic. Synchronisation is commonly used for files, where are control name, date of creation, date of modification and size.

Middleware

Middleware can provide a very powerful tool for creation a distributed environment (such as describe in chapter Replication). Middleware application will be use in a situation, where a heterogeneous environment is present, and there is a possibility of an enormous amount of queries. The middleware can interconnect many different databases and provide a controlled environment for the whole architecture from a database to the client. There are many solutions e.g. OGSA-DAI from Open Grid Forum, Storm, Cassandra and Hadoop from Apache or COBRA, MOCHA, and SkyQuery. The most robust solution is Apache Hadoop that used e.g. Amazon, Adobe, Google, IBM or Yahoo!. Middleware secure load balancing, high availability and interoperability between architectures for millions of queries and terabyte of data.

Postgresql tools for replication

PostgreSQL offers built-in technology for replication from version 9.0. Built-in technology is called streaming replication. Streaming replication used physical replication, therefore, is obligatory have the same database system for both master and slave. There are many extensions for replication, for example, Slony-I, pgpool, Londiste, Bucardo or Postgres-XC.

One of the most widely used extension is Slony-I. This extension is one of the oldest and is supported by PostgreSQL manager PgAdmin3 (BÖSZÖRMÉNYI, Z. 2013). Replication within Slony-I is used logical replication and is possible to replicate only the changes in data (insert, update, delete), not in a schema (create, alter, drop).

Instead of built-in streaming replication offer Slony-I replication independent on a platform and it is possible to replicate just selected tables. Slony-I provides multi-master and master-slave replication and in asynchronous mode. Extension pgpool provide load balancing, over of Slony-I.

Concept of replication solution

Extension pgpool created a virtual database server which users used for connect to database servers (master and slaves). Load balancing function automatically decides which database server is suitable for queries. There are at least three database servers in master-slave architecture; one master and two slaves. Against data loss is this concept secured by synchronous replication between master and slave 1. For this connection, it is necessary to guarantee high-speed connection. Slave 2 is replicated asynchronously from slave 1. It is the protection of master server before overloaded. If the master server does not be available, slave 1 will be promoted to master, and there will be no database failure for users. There are two other workplaces, where will be used asynchronous replication from slave 2 because of protection of the master server.

Example construction of a distributed environment

The bases for the replication database are PostgreSQL, pgpool, and Slony I, installed on servers. Configuration files `postgres.conf`, `pg_hba.conf`, and `pg_ident.conf` are stored on each server and are added automatically at the time of installation. The database user needs to have set up the replication administration. Servers need to contain the same databases using the same schema. For interconnect servers, the IP addresses should be defined in `pg_hba.conf`. The file `postgres.conf` holds the configurations for synchronous and asynchronous communication between master and slaves and, optionally, a number of slave servers. The last step in the creation of the replication environment is to create the file `recovery.conf` on the slave server, holding the setup parameters for synchronous (or asynchronous) communication and the IP address of the master. The correct setup for the replication can be verified by the function `pg_is_in_recovery()` or by a query of the `pg_stat_replication` table. When the setup of the replication environment is complete, extension Slony I is applied. The Slony-I extension offers control over master–slave replication, using its own scripting language.

After starting the Slony daemon (service) on the master and slave servers, a script is created that specifies the role of each database server; the possible roles are a provider, receiver, and forward (which can be switched to provider later on). This script can then be used to manipulate the database content (ENTERPRISE, D.B. 2010). A PostgreSQL database configured for replication can be connected into ArcGIS using the “Database Connections” tool.

Load balancing

The load balancing is used where replication cluster has at least two servers. Without pgpool extension, users will be connected only to a server that they want (on specific address). This connection can be automatized by pgpool that chose itself the best server for the user. For database administrator with rights to write into the database (create, insert, delete, update) will pgpool connect only to master server. Users with rights only for read (select) will be connected for one of the slave server (slave 1 or slave 2). Load balancing improves a performance of replication cluster, and servers can be cheaper with less computing power. There is a user protection against database failure because if one of the slaves will be not available, pgpool will redirect his query to another slave (BELL ET AL. 2010). For configuration of pgpool load balancing is required set up three files; `pcp.conf`, `pool_hba.conf`, and `pgpool.conf`.

Python web server

Python scripting is very powerful in many areas of computer science. One of them is web microframework Flask. Package Flask is licensed under BSD License (Berkeley Software Distribution). The main developer is Armin Ronacher. “Micro” does not mean that whole web application has to fit into a single Python file, although it certainly can. Nor does it mean that Flask is lacking in functionality. The “micro” in microframework means Flask aims to keep the core simple but extensible. Flask would not make many decisions for you, such as what database to use. The decisions that it makes, such as what templating engine to use, are easy to change (RONACHER, A. 2013).

PySogp2 is a package used to interconnecting Flask and PostgreSQL. Vincent package allows build graphs from input data. Vincent secures drawing a graph with particular meteorological phenomenon on a time axis. Folium package builds on the data wrangling strengths of the Python ecosystem and the mapping strengths of the Leaflet.js library. The library has a number of built-in tilesets from OpenStreetMap, Mapbox, and Stamen, and supports custom tilesets with Mapbox or Cloudmade API keys. Folium supports both GeoJSON and TopoJSON overlays, as well as the binding of data to those overlays to create choropleth maps with color-brewer color schemes (STORY, R. 2016). Folium package supports the interaction with the result from Vincent with Leaflet.js library, for example as popup graph which is used in this result.

The sensor boxes from company Libelium are localised in Olomouc, Czech Republic, near Regional Centre of Advance Technologies and Materials. In this area, there are experimental fields for agriculture. Sensor boxes with a number of sensors are randomly placed across the fields (HEJLOVA ET AL. 2015). The total area, that sensor box can be placed is around 70 000 m². The total number of unique sensor

boxes placed in the area are 16, between March 2015 and February 2016. Every sensor box has a timestamp with start and end of a measurement period. This fact is important because one sensor box can be placed on different location in different time.

Webpage functionality

The index page contains a simple form, where a user chooses required properties of result map. The user can change an initial day, month and duration of the measurement. “Duration” menu include “1 day”, “1 week” and “1 month” period. These offers can be changed in the main server Python code. Moreover, the last variable is the phenomenon where can be chosen (depended on types of sensor in sensor box) temperature, humidity, CO₂, NO₂, VOC, AP (aerial pollutant), wind speed, wind direction, rainfall, battery (remain capacity of a battery). Different settings of input values generate different output map. Sensor boxes can be at different locations. More sensor boxes can be situated in one location. After sending a request, web server catches a GET request (W3C 2017). The server will assemble the time period from start date and duration. By SQL query server will ask the PostgreSQL database, which sensor boxes are in the area in the time period and measure demanded phenomenon. Server store the list of sensor boxes. For every single sensor box will server assemble SQL query for the particular phenomenon in the time period, which will return a tuples of timestamp with the value of the phenomenon. current time for each measured value is converted into Unix Timestamp (number of seconds from 1.

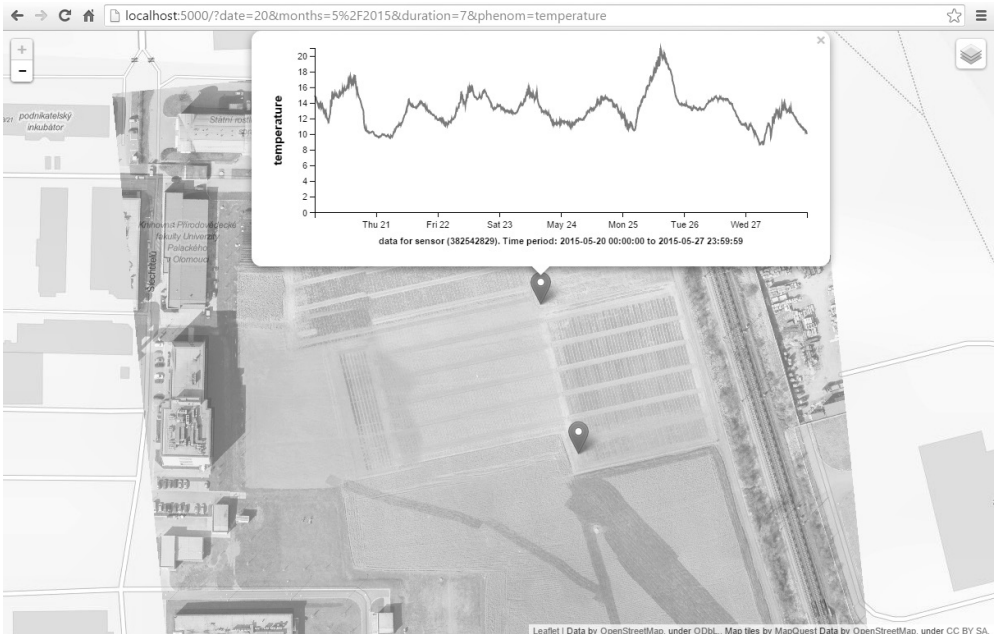


Figure 1. Web page with result temperature graph

1. 1970). The timestamp is converted because Vincent package uses Unix Timestamp format. Vincent package takes the timestamp for x-axis and value of phenomenon as the y-axis and creates JSON (JavaScript Object Notation) file. This JSON file is input into Folium package, that creates a point marker with popup function, where will be shown a graph with the progress of phenomenon values in time. A point marker placed on the map on a localization of the sensor box in the chosen time period will be created for every sensor box. Folium package can work with raster images (orthophotos), that can be placed on the map. Folium package create all markers. After that, it creates a JavaScript web page contains created markers and transparent orthophoto recorded by UAV (MIRIJOVSKY ET AL. 2011). The web server then transfers the JavaScript web page (*Fig 1.*) with Leaflet.js library to a user.

Results

Evaluate options for replication solutions that are available and based on this research design a database solution that considers possibilities and requirements of the Department of Geoinformatics. In the theoretical part terms replication, synchronization, and versioning are defined including a description of synchronous, asynchronous, master-slave, multi-master, cascade, logical and physical replication. Based on the research database management system PostgreSQL was chosen because it is supported by ArcGIS products and many open-source softwares. The design of the database solution was created based on all requirements and the main processes were tested.

The main goal of this paper was to provide a very easy and quick solution, how to manage data from sensors for measurement environmental condition. The main platform uses Python programming language. Python secure communication between PostgreSQL 9.4 database, where data from sensors were stored in required form. The main scheme of data was in the database: identification number of sensor, timestamp, type of meteorological phenomenon, the value of the phenomenon. The paper was provided the solution for build Python web server based on Flask microframework in the last section. Package Vincent and Folium were used for data preparation and visualization. Vincent package provides tools for convert data into graphs, subsequently was graphs proceed to Folium package. Future steps in the project can be an offer to user select more than one meteorological phenomenon and draw a graph on the map with multiple lines.

References

- BELL, C. – KINDAHL, M. – THALMANN, L. (2010): MySQL high availability. Sebastopol, CA: O'Reilly Media. ISBN 978-059-6807-306.
- BÖSZÖRMÉNYI, Z. (2013): PostgreSQL replication. Birmingham: Packt Publishing, c2013. ISBN 978-1-84951-672-3.

- ENTERPRISE, D. B. (2010): How to Setup Slony-I Replication with Postgres Plus. Retrieved April 21, 2017, from <https://www.enterprisedb.com/resources/tutorials/how-setup-slony-i-replication-postgres-plus>
- FOGEL, S. – MORALES, T. – POTINENI, P. – MOORE, S. (2008): Oracle® Database Administrator's Guide: 11g Release 1 (11.1).
- HEJLOVA, V. – POHANKA, T. – PECHANEC, V. (2015): Communication distance of jennic wireless nodes in the small area. p. 7. <https://doi.org/10.5593/SGEM2015/B21/S8.066>
- MIRIJOVSKY, J. – BRUS, J. – PECHANEC, V. (2011): Utilization of a small-format aerial photography from drone pixy concept in the evaluation of the landscape changes. p. 7. <https://doi.org/10.5593/sgem2011/s08.105>
- MISTRY, R. – MISNER, S. (2014): Introducing Microsoft SQL Server 2014 Technical Overview.
- OBE, R. – HSU, L. – THALMANN, L. (2012): PostgreSQL: up and running. Second edition. Sebastopol, CA: O'Reilly Media. ISBN 978-144-9326-333.
- RONACHER, A. (2013): Flask. Retrieved from <http://flask.pocoo.org/>
- STORY, R. (2016): Folium. Retrieved from <http://folium.readthedocs.io>
- W3C (2017): Protocols. Retrieved April 21, 2017, from <https://www.w3.org/Protocols/rfc2616/rfc2616-sec9.html#sec9.3>

Önvezető járművek helymeghatározása 3D városmodell segítségével

Potó Vivien¹ – Barsi Árpád²

¹ doktorandusz, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, poto.vivien@epito.bme.hu;

² egyetemi tanár, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, barasi.arpad@epito.bme.hu

Abstract: The autonomous vehicles are one of the most interesting topics in our near future. There are options for the positioning of autonomous vehicles from the traditional satellite based methods, one of these is the use of maps, which contain the vehicle's neighborhood.

In our work we developed algorithms, that can be used for creating three-dimensional border-to-border model of the road from laserscanned data and for vehicle positioning.

Bevezetés

Az önvezető autók korunk egyik izgalmas fejlesztései közé tartoznak. Most ezen a témakörön belül a járművek helymeghatározásával fogunk foglalkozni. A hagyományos technikák mellett a kívánt pontosság eléréséhez kiegészítő módszerek szükségesek. Egyik ilyen lehetőség a környezet adott objektumainak ismeretében távolságmérések felhasználásával ívmetszéses módszerrel az ismeretlen koordinátájú autó helyzetének meghatározása. A környezeti elemek helyzetének ismeretéhez egy városmodellt hoztunk létre földi és mobil lézerszkennelrel mért adatokból.

A városmodell előállítása

A városmodell létrehozásához olyan mintaterületet választottunk, ami Budapesten az V. kerületben az Erzsébet híd pesti hídfőjénél található Piarista utca és Váci utca szakaszaira esik. A Váci utca adott részén az úttól keletre sétálóutca is található, ami fasorral határolódik el az úttesttől. A nyugati részen és a Piarista utca szűk szakaszain magas épületek találhatók. A Piarista utca a Március 15. térbe torkollik, melynek északi részén folytatódnak a magas épületek, a déli részen pedig nyílt területként maga a park található.

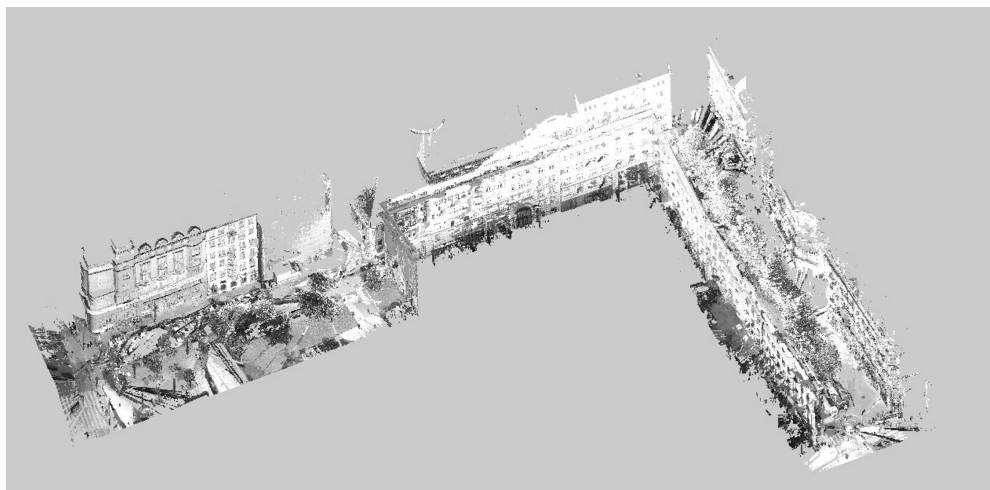
A városmodell előállításához lézerszkennelt adatokat használtunk, mivel ezek könnyedén előállíthatóak, és a feldolgozásuk nagyrészt automatizálható. A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Fotogrammetria és Térinformatika Tanszékének tulajdonában van egy FARO Focus 3D 120 S földi lézerszkennel, mellyel a mérés könnyedén elvégezhető. Ezen felül a Budapesti Közlekedési

Központtól kaptunk adatokat néhány mobil lézerszkennerral felmért útvonalról. Ezeket az adatokat is szerettük volna felhasználni, így a mintaterületünk keresésénél ezekkel az adatokkal szűkítettük a lehetséges területeket.

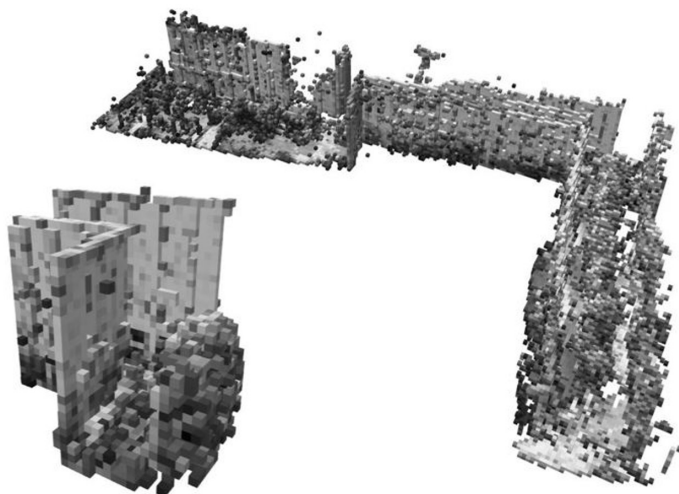
A mintaterület kiválasztása után a földi lézerszkennerral elvégeztük a mérést 16 álláspontban az utca két oldalán felváltva, fényképezéssel egybekötve. Ennek eredményét FARO SCENE szoftverben feldolgoztuk, azaz összeillesztettük a pontfelhőinket Cloud-to-Cloud módszerrel. A folyamat eredménye megfelelő, az illesztés hibája 7,5 mm lett. A pontfelhő kb. 458 millió pontból áll. A mobil lézerszkennerral mért adatokat a BKK feldolgozva adta át las formátumban. CloudCompare szoftverben mindkét pontfelhőt letisztogattuk, vagyis eltávolítottuk a felesleges külső pontokat és 10 cm-es decimálást végeztünk. A letisztogatott földi szkenneléssel készült pontfelhő az *1. ábrán* látható. Az eredmény így TLS (Terrestrial Laser Scanning – földi lézerszkennelés) esetén 1 633 633 pont, MLS (Mobile Laser Scanning – mobil lézerszkennelés) esetén 1 780 477 pont lett. A kimenet mindkét állomány esetén text fájl lett.

A városmodell előállításához az obj fájlformátumot választottuk egyszerű szerkezete és a szoftverekkel való jó kompatibilitása miatt. Az obj egy geometriai definíciós formátum, mely egyszerűen leírja a térbeli objektumokat a középpontjukkal, a csúcsok (vertexek) helyzetével és a felületek megadásával. A formátumban az alapértelmezett irány az óramutató járásával ellentétes, így a felületeknél megfelelő sorrendben kell megadnunk a csúcsokat. (Wikipédia: Wikipédia: Wavefront .obj file)

A pontfelhőt betöltöttük a Matlab szoftverbe, és írtunk egy programot, mely a pontfelhőt kockákra, voxelekre bontja fel. A bemeneti adatunk a pontfelhő volt, a program változtatható input paraméterei a voxelek oldalhossza és a pontfelhőből felhasznált pontok mennyisége, vagyis a mintavételezés gyakorisága. A két paraméter függvényében különböző modelleket tudtunk előállítani, melyek közül minden 10. pontra elvégzett mintavételezés esetén az egyméteres oldalhosszúságú kockákkal



1. ábra A letisztogatott földi lézerszkennerral mért pontfelhő megjelenítése



2. ábra TLS mérésekből előállított voxelmodellek

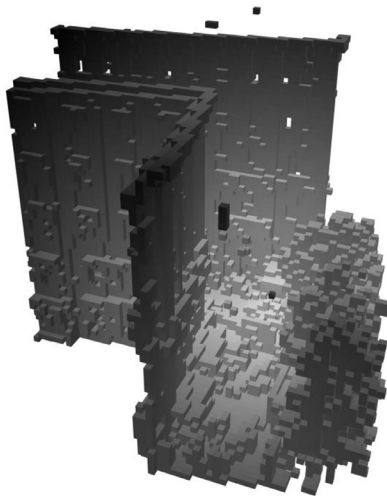
végzett modellalkotás bizonyult a legsikeresebbnek. Ez esetben 30 113 nem üres voxel keletkezett, melyek a földi lézerszkenneres mérésekből tartalmaznak pontokat. A mobil lézerszkenner adataiból előállított modell esetén 30 597 db nem üres voxel keletkezett. A két szám különbsége a két pontfelhő különbözősége miatt alakult ki. Az MLS az úton végezte a méréseket, míg a TLS-sel leggyakrabban a járdáról mértünk, és a parkoló autók kitakarásokat okoztak az útpályán. A mobil lézerszkennerelt adatokból előállított pontfelhő sokkal egyenletesebb lett, míg a földi esetén a kitakarások miatt több üres terület keletkezett. A 2. ábrán a TLS-ből előállított modellek láthatók. A bal alsó kis ábrán a modell sarkánál található rész szerepel kinagyítva. Ezen láthatóak



3. ábra MLS mérésekből előállított voxelmodellek

a Piarista utca (a saroktól balra felfelé) és a Váci utca (a saroktól balra lefelé) belső részén a jellemző magas épületek, a Váci utca külső részén pedig az utcát a sétáló utcától elválasztó fasor részlete látható. A modell 1 méteres voxelekkel készült, minden 10. pontra végzett mintavételezéssel. A 3. ábrán ugyanez látható az MLS méréseiből.

A létrehozott modelleken különböző elemzések is elvégezhetők, egyik példa ezekre adott ponttól való távolságok szemléltetése. A messzebb lévő pontokat nehezebben látja az autó, viszont a közelebbi pontok alkalmasak lehetnek az autó helymeghatározásának elvégzésére. A 4. ábrán egy példa látható adott ponttól számított távolság szerint színezett voxelmodellre. A kiinduló pont, ami az autót is szimbolizálhatja, a sarokban található, egy fekete kockával jelölve a föld felett.



4. ábra TLS-ből készült modell távolságalapú megjelenítése

Alkalmazott helymeghatározási módszer

Az önvezető autók helymeghatározásának pontosításához a különböző szenzoraikkal érzékelt adatok segítenek. Az önvezető autók kamerákkal, radarokkal, LIDAR-ral (Light Detection and Ranging, lézer alapú távérzékelés), ultrahangos szenzorokkal érzékelik a környezetüket, és ezek mellett műholdak segítségével is elvégzik a helymeghatározást. (Tesla weboldala, Waymo – Google önvezető autója)

Ennek eredménye azonban nem elég pontos, hiszen az önjáró járműveknek minimum az utak sávjainak szintjén tudniuk kell, hogy hol helyezkednek el. Ezen felül vannak olyan esetek, amikor a GNSS-rendszerek nem használhatóak (pl: fedett térben való közlekedéskor vagy szűk, magas épületekkel beépített utcák esetén a nagy kitakarás miatt kevés a látható műhold). Emiatt belátható, hogy nem elég a műholdak használata, a módszer pontosítása vagy kiegészítő megoldások szükségesek. Egyik ilyen kiegészítő módszer lehet egy térkép használata, mely az

út környezetét tartalmazza elegendő pontossággal és részletességgel. Mi is ez utóbbi módszer mellett döntve az előzőleg bemutatott modellalkotási folyamaton keresztül vezettük le az autó környezetének reprezentációját.

A környezeti modell segítségével történő helymeghatározáshoz az autó szenzoraival érzékelt adatok közül a mért objektumok szenzortól vett távolságainak és elhelyezkedéseinek adatait használtuk fel. A pozicionálás műveletét ívmetszéssel tudjuk elvégezni. Ez az a művelet, mely segítségével a GPS-vevők és egyéb navigációs eszközök is meghatározzák a koordinátaikat a Föld körül keringő GPS-műholdak által sugárzott jelekből. Az autó helyzete az ismeretlen, a körülötte lévő tereptárgyak térbeli koordinátája ismert a városmodellben. A mért adatokból az autó körüli adott tereptárgyaktól való távolságokat is tudjuk. A multilateráció elvét tekintve az ismert távolságú és koordinátájú pontok egy-egy gömb középpontjaként tekinthetők, melytől a radarral vagy LIDAR-ral mért távolságok a gömb sugarainak tekinthetők. Mivel három dimenzióban gondolkodunk, minimum négy pont szükséges az autó koordinátáinak egyértelmű meghatározásához. Természetesen a járművek ennél több pontra mérnek távolságot, így több pont bevonásával is tudunk koordinátákat számítani. Ez jó lehetőséget ad az ellenőrzésre is. Az egyes pontokra felírható egyenletek az 5. ábrán láthatók. A $P_A = (X_A, Y_A, Z_A)$ pont jelenti az ismeretlen helyzetű autó koordinátáit, a számozott P pontok koordinátái az ismert koordinátájú pontokét (pl: $P1 = (X_{P1}, Y_{P1}, Z_{P1})$), melyeket az autó is érzékelt a szenzoraival. A t_{AP1} az autó és az ismert P1 pont távolsága. Az n az ismert pontok számát jelenti.

$$\begin{aligned} t_{AP1} &= \sqrt{(X_{P1} - X_A)^2 + (Y_{P1} - Y_A)^2 + (Z_{P1} - Z_A)^2} \\ t_{AP2} &= \sqrt{(X_{P2} - X_A)^2 + (Y_{P2} - Y_A)^2 + (Z_{P2} - Z_A)^2} \\ &\vdots \\ t_{APn} &= \sqrt{(X_{Pn} - X_A)^2 + (Y_{Pn} - Y_A)^2 + (Z_{Pn} - Z_A)^2} \end{aligned}$$

5. ábra A helymeghatározás egyenletei

A fent látható nemlineáris egyenletrendszer megoldása után megkapjuk az autó térbeli koordinátáit.

Megvalósítás

A helymeghatározás megoldásához a Matlab szoftvert használtuk. A fent bemutatott módszer végrehajtásához szert kellett tennünk az autó szenzorának mérési eredményeire, azonban sajnos erre nem volt lehetőségünk, így szimulációval előállítottunk fiktív mérési eredményeket. Ezt a létrehozott városmodellünk segítségével tudtuk megtenni. Ehhez a feladatrészhöz az MLS-ből létrehozott állományt választottuk, annak egyenletesebb eloszlása miatt. A Piarista utcában választottunk egy kisebb mintaterületet (a 6.a ábra részleten látható) melynek

menetirány szerinti jobb oldalán a jellegzetes magas épületek láthatóak, a bal oldalon pedig a park kezdődik. Ez a 6.b részában jól látható. Az úton kijelöltünk egy fiktív pontot, feltételezve, hogy adott pillanatban ott halad az autónk, ebből a pontból a városmodell jármű előtti látható pontjait felhasználva távolságokat számítottunk. A modellből centrális vetítéssel előállítottunk egy olyan képet, mely az autó szemszögéből mutatja a környezetet, ennek eredménye a 6.c részában található. A 6. ábra d részén ugyanez az ábra látható körökkel megjelenítve és távolság alapján színezve. A közelebbi pontok sötétebbek, a távolabbiak világosabbak. Az előbbi ábra képmátrixának a koordinátái jelölik az objektumok helyeit, a bennük lévő érték pedig az adott irányban legközelebbi lévő objektum távolsága. Ezt normális eloszlású, ± 30 cm-es zajjal terheltük, hogy a valóságnak még jobban megfelelő adatokat kaphassunk.

Miután a leírt módon előállítottuk a szimulált mérési adatokat, ezekből próbáltuk meghatározni az autó koordinátáit. A szimulált adatoknak köszönhetően az eredményünk könnyen ellenőrizhetővé vált. Véletlenszám-generátorral egyenletes eloszlású véletlen számokat generáltunk, melyek az autó által előállított képmátrix



6. ábra a, A helymeghatározáshoz használt mintaterület városmodellje
b, A terület oldalnézete az autó (fekete pont) felől c, A vetítés után előállított kép
d, A vetítés utáni kép távolság szerint színezve

elemeit (a pixeleket) jelölték. Ezekhez hozzárendeltük az adott irányokba mutató távolságok értékeit is. Első lépésben megvizsgáltuk a hozzárendelt távokat. Ha adott irányban nem található objektum, a távolság értéke végtelen. Ezek az adatok helymeghatározás szempontjából használhatatlanok, így ezeket egyszerűen kihagytuk a további számításokból. Ezek után a síkbeli képet a vetítés törvényeinek felhasználásával térbeli modellé alakítottuk. Majd az ismert pontok segítségével felírtuk az 5. ábrán is látható nemlineáris egyenletrendszer, amit megoldottunk, így megkaptuk az autó koordinátáit a városmodell adataiból számolva.

Eredmények

Az előbbi program segítségével a városmodellből meg tudtuk határozni az autó koordinátáit. A művelet eredményét a módszerünkben adódóan könnyedén ellenőrizhetjük. A lézerszkennelt adatokból létrehozott városmodellünk centiméteres pontosságú, a helymeghatározás műveletében deciméteres pontosságot értünk el.

Ezek ismeretében megfordíthatjuk a gondolatmenetet, és mondhatjuk, hogy ha adott pontosságú helymeghatározásra van szükség, akkor hibaterjedés számításával meghatározható a kiinduló városmodell és a távolságmérés pontossági igénye. A hibaterjedés segítségével a független mérési eredményekből levezetett mennyiségek középhibája számítható (DETREKŐI Á. 1991).

A bemutatott módszer előnye a gyors és automatizált számítási módszer. A kiindulásunk a cm-pontosságú városmodell volt, mely segítségével így a helymeghatározás kielégítő pontossággal elvégezhetővé vált. A városmodellt a lézerszkennert adataiból is nagyrészt automatizált módon állítottuk elő, a pontfelhő tisztogatása történt csak manuális módon. A további terveink között szerepel ennek automatizálása.

Köszönetnyilvánítás

Az Emberi Erőforrások Minisztériuma Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült.

Felhasznált irodalom

Detrekői Á. (1991.): Kiegészítő számítások, Tankönyvkiadó, Budapest, pp. 95–109.

Tesla weboldala, https://www.tesla.com/en_GB/

Waymo: Google önvezető autója, <https://waymo.com/>

Wikipédia: Wavefront .obj file, https://en.wikipedia.org/wiki/Wavefront_.obj_file

Objektumok detektálása térinformatikai adatok felhasználásával

Schlosser Aletta Dóra

PhD hallgató, Debreceni Egyetem Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék,
sch.aletta@gmail.com

Abstract: The article allows the introspection of object-oriented classification with eCognition software. The extraction of building objects was implemented by Multiresolution segmentation then classification based on spectral informations and indexes. The result can be basis of further analysis and researches.

Bevezetés

Az egyre bővülő térinformatikai adatbázisok feldolgozása, információtartalmuk kinyerése a földtudományok minden ágát érinti, a geomorfológiától (BERTALAN ET AL. 2016) a területfejlesztésig (PÖDÖR ET AL. 2010).

A nagy geometriai felbontású térinformatikai adatok elterjedése, a geoinformatika növekvő ütemű fejlődése lehetővé teszi a térben megtalálható egyedi épületobjektumok pontos detektálását, jellemzését, az attribútum adatok, térbeli információk kinyerését. A különböző technológiával előállított adatforrások spektrális, térbeli és texturális információi segítségével nagypontosságú osztályozási, kiértékelési és elemzési eljárásokat végezhetünk. Ezáltal a várostervezés, területfejlesztés szempontjából kulcsfontosságú az egyes épületekre vonatkozó pontos adatok meghatározása, amely folyamat automata és félautomata módszerekkel kivitelezhető (FÖRSTNER W. 1999; JIANG N. ET AL. 2008; ZOU X. ET AL. 2016).

A heterogén adatforrások elemzése egyrészt a pixel-alapon, másrészt az objektum-orientált képfeldolgozási eljárásokkal vihető véghez. E tanulmányban az utóbbi, ú.n. OBIA (*Object Based Image Analysis*) szemlélet érvényesül, melyhez eCognition szoftvert használtunk. A program alapkonceptiójaként írható le, hogy az objektum-alapú analízis során az egyes épületobjektumok homogén szegmensek összességéből jönnek létre, amelyeket képojektumoknak nevezünk. Ezek az egységek képszegmentálási folyamat eredményeként valósulnak meg, nagyságuk és homogenitási tulajdonságuk különböző paraméterek megadásával változtatható. A pixelcsoportokból álló, attribútum adatokkal leírható, adott homogenitási kritériumnak megfelelő szegmensek a későbbi osztályozás alapját jelentik. (BLASCHKE T. 2010; HOFMANN P. 2001)

A tanulóterület feldolgozása, szegmensekre osztása elsőként a *Multiresolution*

Segmentation eljárás elvéhez köthető. Az alulról-felfelé (*bottom-up*) építkező, régió-növelő (*region-merge*) szegmentálási folyamat lényege, hogy szomszédos pixelek vagy már létező képjelöltek egybevonásával, összeolvasztásával nagyobb objektum keletkezik. A folyamat homogenitási kritérium meghatározásával hozható kapcsolatba, amely spektrális és alaki paraméterek megadásával változtatható. Eszerint a kezdeti objektumok (*image object primitives*) nagyságát a *scale parameter*; alaki tényezőjét a *shape parameter* értéke, kompaktságát a *compactness parameter* számadata fejezi ki. Az eljárás akkor ér véget, amennyiben nincs a meghatározott értékek alapján kivitelezhető további összevonás. (BAATZ M. – SCHÄPE A. 2000; INTERNET 1)

A meglévő szakirodalmak egyrészt tárgyalják a módszertani sajátosságokhoz köthető elméleti hátteret, másrészt számadatokkal reprezentálják az elért eredmények pontosságát. Többek között a fentebb említett metódust használva, majd osztályozási folyamatot alkalmazva a végeredmény egy igazságmátrix (*confusion matrix*) alapján legalább 97%-os pontossággal értékelhető az épületobjektumok detektálása, felismerésének sikeressége (*Detection percentage = 97.1%*) (JIANG N. ET AL. 2008). Más kutatásban az általános pontosságot (*Overall accuracy*) vizsgálva 89.5%-os pontossági érték jellemzi a módszer eredményességét (ZOU X. ET AL. 2016). További meghatározó végeredmény két eltérő adatforrás felhasználásával keletkezett, 0,8923 és 0,9675 értékkel leírható Kappa-együttható, amely szintén a detektálás nagymértékű egyezését erősíti (OCZIPKA M. ET AL. 2008).

Anyag és módszer

Az eCognition szoftverben feldolgozott tanulóterület egyik raszteres rétegét egy 2013-ban készült, Debrecen keleti városrészét reprezentáló ortofotó adta. A felvétel Leica RCD 30 RGBN műszerrel készült 60 MP felbontással, mely 15 cm-es valós térbeli felbontást adott. A referenciaréteggént szolgáló felvétel vetületi rendszere az EOv. A feldolgozás során ebből határoltunk le egy kisebb területet.

Az ortofotó analízisének szempontjából homogén- és heterogén megjelenésű és tulajdonságú egységek alkotják a terület egészét, a tereptárgyak konzisztens és inkonzisztens információkkal rendelkeznek. Az épületobjektumok komplex modellek, ezáltal különféle mérettel, alakkal, textúrával, struktúrával jellemezhetőek, amelyek értékes tulajdonságokat jelentenek a feldolgozás során. A detektálhatóságot továbbá egyértelműen meghatározza a magassági értékük, amely által az élek mentén erőteljes meredekség írható le, lehetővé téve a környezetükből való kiemelkedést. Ennek értelmében árnyékok keletkeznek és a körülötte lévő vegetáció túlnyomórészt alacsonyabban helyezkedik el (FÖRSTNER W. 1999; INTERNET 1)

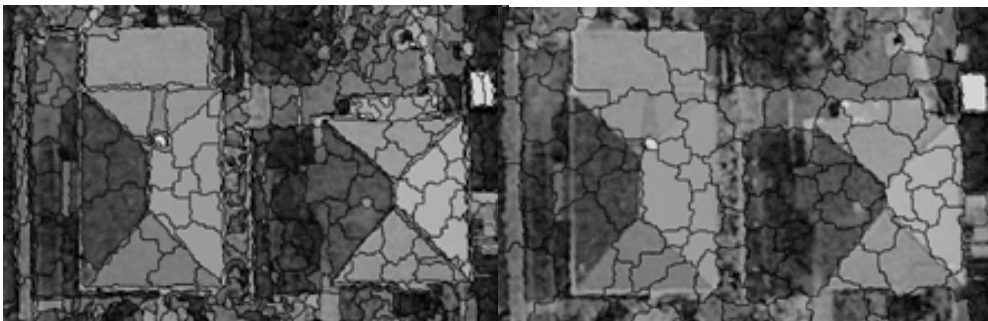
A spektrális információk kinyerését egyrészt az ortofotó RGB csatornáira építve valósíthatjuk meg, viszont a közeli infravörös (*NIR – Near Infrared*) csatorna külön állományként jelent meg a project fájlban. Ennek felhasználása kulcsfontosságú volt a vegetáció osztályozásakor.

Az objektumok legrelevánsabb tulajdonságát, a valós magassági adatot a területre vonatkozó digitális felszínmodell (*DSM*) és digitális domborzatmodell (*DTM*) különbségéből származtatott normalizált felszínmodell (*nDSM*) segítségével határoztuk meg egy-egy szegmensre. A kivont réteget az ArcMap *Raster Calculator* tool használatával készítettük el. (INTERNET 1; JIANG N. 2008; SYED S. ET AL. 2005; ZOU X. 2016).

A *Multiresolution segmentation* típusú szegmentálás felhasználásával a cél az épületek minél pontosabb lehatárolása volt, az épületobjektumok és a környező vegetáció összevonásának elkerülése, a homogénebb felületeken a szegmensek számának csökkentése révén. Az ortofotó részletes spektrális tulajdonságai miatt a paraméterek meghatározása leginkább tapasztalati úton történt; az ún. *trial and error* folyamat eredményezte végül az optimális megoldást. A spektrális csatornák súlyértékeit azonos mértékben vontuk be a feldolgozási eljárásba, a NIR csatornát azonban kétszeresére növeltük a pontosabb végeredményhez. A nem megfelelő paraméterek használata során túlzott szegmentálás, illetve nagymértékű összevonás léphet fel (1. ábra).

A spektrálisan hasonló tulajdonságú szegmensek összevonása (*spectral differences segmentation*) nem vezetett megfelelő eredményhez, hiszen ezáltal vizuálisan a különböző tereptárgyak részletei is egy nagyobb egységbe kerültek, ez helytelen osztályozást eredményezett volna. A lombhullató vegetáció és az épületobjektumok különválasztása céljából kulcsfontosságú adat a felszínmodellből származtatott átlagos szórás (*Standard deviation of DSM*) értéke. Analízis szempontjából egy lombhullató fa mint objektum pixelértékei szignifikáns különbséget mutatnak, az átlagos szórás itt magas. Egy homogénebb megjelenést mutató épület vizsgálatánál a pixelek egymáshoz viszonyítva hasonló értékekkel rendelkeznek, az átlagos szórás alacsony. Ebben az esetben az átlagos szórás értékével történő osztályozást sem volt alkalmazható, mivel a területen nem különültek el egyértelműen a homogén és heterogén felületek a spektrális információk túlzott különbségei miatt (INTERNET 1).

A *nDSM* réteg egyértelműen megadta a valós minimum és maximum értékeket. Ezen belül minden egyes szegmensre levetítve láthatóvá vált az átlagos magasság



1. ábra A *Multiresolution segmentation* eljárás paramétereinek megfelelő, illetve helytelen használata. Balra: *scale parameter: 14, shape: 0.2, compactness: 0.8*, Jobbra: *scale parameter: 25, shape 0.9, compactness: 0.7*

értéke. Küszöbértékek definiálásával osztályozhatóvá váltak az épületobjektumok és a környező vegetáció közül azok, melyek beleestek a megadott tartományba. Természetesen az azonos magassági paraméter miatt több lombhullató fa is épületként szerepelt a lépés során, ez további finomítást igényelt.

A NIR réteg és az ortofotó vörös spektrális csatornáját felhasználva bevezettük az NDVI vegetációs index (*Normalized Difference Vegetation Index*) értékét, így lehetővé vált a területen megtalálható vegetáció osztályba sorolása (UZAR M. – YASTIKLI N. 2013). A kalkulált jellemző a későbbiekben hozzáadott attribútumként jelent meg egy szegmens tulajdonságainak vizsgálatakor. Hibalehetőségként adódott, hogy olyan objektumok is az NDVI megadott küszöbértéke alá kerültek, amelyek az épületek bizonyos részét képezték. Néhány épületobjektumot lombhullató vegetáció takart el, így annak lehatárolása után az épület nem kapta vissza eredeti alakját.

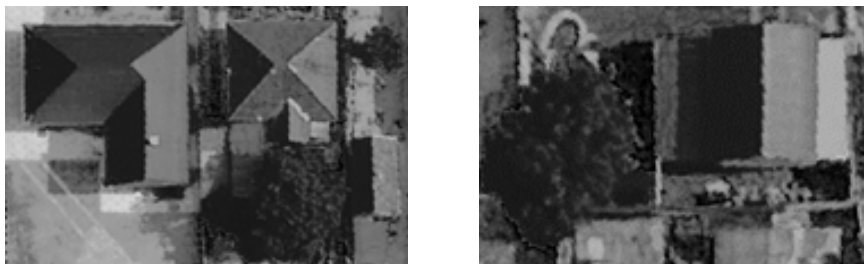
Az árnyékos, illetve vizuálisan nehezen kivehető, főként az épületobjektumok élei mentén található, spektrálisan sötét szegmensek leválogatására külön jellemzőt generáltunk. Ezen területek fényességének (*Brightness*) jellemzésére, pontos értékének meghatározására hoztuk létre az ortofotó képsávjainak csatornáiból származtatható mérőszámot, amelynek segítségével a sötétebb szegmensek osztályozása történt meg. Az index létrehozása kulcsfontosságú, hiszen lehetővé teszi az épületobjektumok precízebb detektálását, az élek kiemelését. Hibát jelenthet azonban az épületek, ferde irányú tetők árnyékosabb, sötét részeinek leválasztása (ZOU X. 2016).

A hiányzó, viszont szervesen az épület egészét képező, közvetlenül szomszédos objektumok pótlását a *Relative border* to alkalmazásával oldottuk meg. Közvetlenül az épületeket alkotó, már osztályozott szegmensekhez illesztettünk objektumokat egy megadott küszöbérték figyelembe vételével. Ezek vizuálisan az épületobjektum részének tekinthetők, azonban osztályozásuk még nem történt meg vagy valamely manuálisan kalkulált jellemző bevezetésének hatására korábban leválogatásra kerültek.

Az épületobjektumokhoz tartozó szegmensek összevonása után (*merge*) definiálhatóvá vált egy-egy épület kiterjedése, az alkotó pixelek száma, így ennek felhasználásával leválogathatóak lettek a kisebb, nem épületobjektumot jelentő területek. Végeredményként megkaptuk a kijelölt tanulóterületen található épületek vektoros alaprajzait a hozzá tartozó attribútumokkal együtt, amelyek a későbbiekben alapot jelentenek a különböző pontossági vizsgálatok elemzésekor.

Eredmények

A Multiresolution segmentation szegmentálási folyamat feltételeinek definiálásakor a méretarány tényező esetén az optimális küszöbértéket 14 jelentette. A homogenitási kritérium beállítása során az alak tényező esetén 0.2, illetve a kompaktság feltétel meghatározásakor a 0.8 küszöbérték eredményezte a további feldolgozás alapjául szolgáló, megfelelően homogén szegmensek létrehozását.



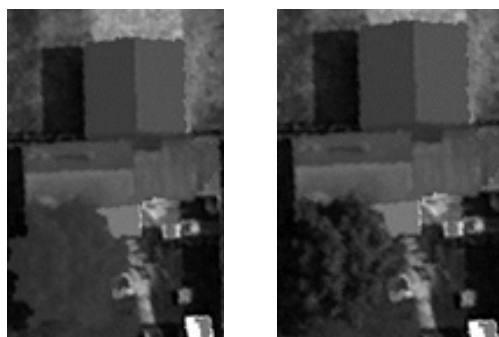
2. ábra Osztályozás a nDSM-ből származott átlagos magassági érték küszöbértékének megadását követően

Összességében megállapítható, hogy a méretarány tényező növelésének során azonos homogenitási kritériumok mellett csökken a keletkező szegmensek száma. Továbbá egy bizonyos alaki tényezőhöz viszonyítva a kompaktsági faktor növelése szintén csökkenő szegmensszámot eredményez. A tendencia nem változik abban az esetben sem, amennyiben egy bizonyos kompaktsági paraméter mellett növeljük az alaki tényező értékét. A szegmensek számának csökkenése a folyamatos összevonás hatására, valamint a megengedett maximális homogenitás növekedésének eredményeként tudható.

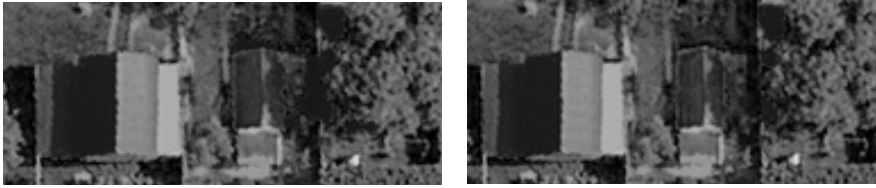
A következő lépésben azokra az objektumokra fókuszáltunk, melyeknek az átlagos magassága meghaladja a küszöbértéket (1.6). A cél az volt, hogy ezek alkossanak különálló csoportot (*Buildings*) a későbbiekben. Ennek eredményeként több, vegetációval borított terület is a kategóriába került (2. ábra). Ezek leválogatásának érdekében további finomítási paraméterek megadására volt szükség.

Az NDVI vegetációs index, mint manuálisan létrehozott jellemző tette lehetővé, hogy a lombhullató fák leválaszthatók legyenek az épületobjektumok környezetéből. Ennek alapján meghatároztuk azokat a szegmenseket, melyeknek az NDVI értéke nagyobb vagy egyenlő 0.02-vel, mint vegetációs küszöbértékkel (3. ábra).

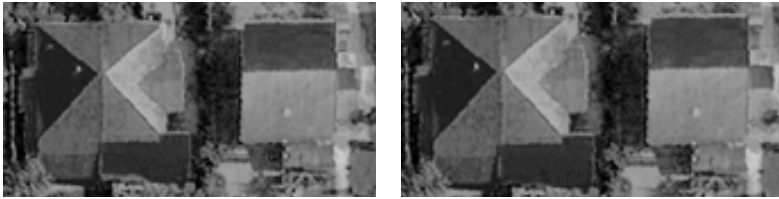
Az árnyékos területek elkülönítésének feltételeként leválasztottunk minden olyan szegmenst, ami a láthatóságát tekintve a megadott küszöbérték (30) alá esik vagy azzal egyenlő (4. ábra).



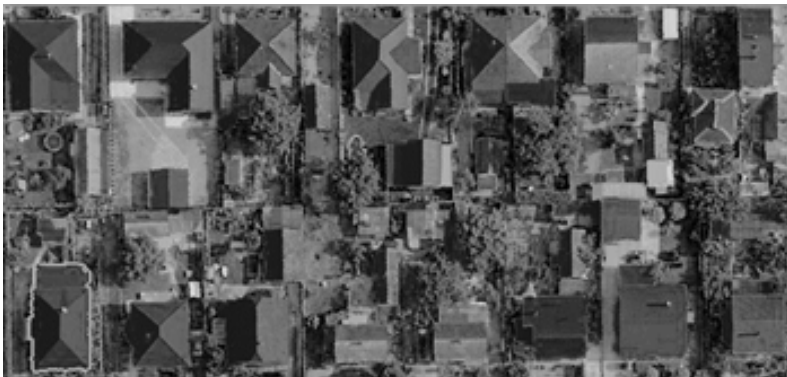
3. ábra Lombhullató fa felismerése az NDVI vegetációs index segítségével,
Balra: az index bevezetése előtt, jobbra: az index bevezetése után



4. ábra A láthatósági kritérium értéke alá eső objektumok lehatárolása,
Balra: a paraméter definiálása előtti állapot, jobbra: a paraméter definiálása utáni állapot



5. ábra A 'Relative border to' funkció alkalmazása során történő szegmenscsatolás,
Balra: a funkció végrehajtása előtt, jobbra: a funkció végrehajtása után



6. ábra A lehatárolt épületobjektumok eCognition szoftverben

Az egyes épületobjektumok esetén a hiányos részletek pótlását, az épületek karakterének korrigálását végeztük el. A küszöbérték meghatározásakor (0.5) láthatóvá vált, mely lényeges részletek, szegmensek egészítik ki az épületobjektumok területét (5. ábra).

Végül a *merge* funkcióval válogattuk le mindazon területeket, melyek kiterjedése pixelértékekben mérve meghaladta a definiált értéket. Ennek alapján csak azok az összefüggő területek maradtak meg, amelyek önmagukban épületet alkottak vagy az esetleges hibák miatt épületet tartalmazó területekké váltak. A 6. ábra mutatja a módszer végeredményeként megjelenő vektoros objektumokat, az esetlegesen fennmaradó osztályozási hibákat. Az egyes épületek önállóan kijelölhetőek, részletes attribútumokkal rendelkeznek.

Összegzés

Célkitűzésként fogalmaztam meg egy kijelölt antropogén területen található épületobjektumok detektálását az objektum-orientált képfeldolgozás elvének felhasználásával. Ennek implementálását az eCognition szoftver algoritmusaival és további, manuálisan létrehozott indexek segítségével valósítottam meg. A módszer sikeresnek mondható, hiszen a különböző lépések során sikerült a megfelelő részleteket kivonni, majd végeredményben a releváns épületobjektumokat detektálni. Az eddiginél pontosabb leválogatáshoz további kutatások szükségesek. Számszerűsíthető pontossági adatok kimutatása, többek között beépítettség százalékanak megállapítása az antropogén területen egy újabb tanulmány témája. A módszertani sajátosságok, az ehhez kapcsolódó eredmények lehetővé teszik a későbbi elemzések megvalósítását is.

Köszönetnyilvánítás

A LiDAR adatgyűjtés módszerével létrehozott felszínmodell a Debreceni Egyetem Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék hozzájárulásával került felhasználásra, amely adatállomány a TAMOP-4.2.2.A-11-1- KONV-2012-0041 azonosító számú projekt értelmében áll rendelkezésre.

Felhasznált irodalom

- BAATZ, M. – SCHÄPE A. (2000): Multiresolution segmentation: an optimization approach for high quality multi-scale image segmentation. In: XII Angewandte Geographische Informationsverarbeitung, Wichmann-Verlag, Heidelberg. pp. 12–23.
- BERTALAN L. – KOVÁCS Z. – SZABÓ G. (2016). A Sajó mederfejlődési dinamikájának vizsgálata térinformatika-alapú morfometriai elemzések alapján. In: Balázs B. (szerk.) Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VII. Theory meets practice in GIS. 575 p.
- BLASCHKE T. (2010): Object based image analysis for remote sensing. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 65(1): 2–16.
- FÖRSTNER, W. (1999): 3D-City Models: Automatic and Semiautomatic Acquisition Methods, Photogrammetric Week, Wichmann Verlag, Heidelberg, pp. 291–303.
- HOFMANN, P. (2001): Detecting urban features from IKONOS data using an object-oriented approach. DEFiNiENS Imaging GmbH, Trappentreustr. 1, D-80339 Munich, Germany, pp. 79–91.
- JIANG, N. – ZHANG, J.X. – LI, H.T. – LIN X.G. (2008): Object-oriented building extraction by DSM and very high-resolution orthoimages. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B3b., Beijing, pp. 441–446.
- OCCIPKA, M. – BUCHER, T. – TROSSET, A. (2008): Mapping and updating maps in dense urban regions using high resolution digital airborne imagery, surface models and object-

- based classification. In: IAPRS Proceedings, XXXVII, Band 7, Beijing, S. 551–555.
- PÓDÖR A. – NYÍRI J. (2010). GIS Application in real estate investment. In: Scinetific Journal of Riga Technical University. 20: 94–99.
- Sohel, S. – Paul, D. – Simon J. (2005): Automatic Classification of Land Cover Features with High Resolution Imagery and Lidar Data: an Object-Oriented Approach. Proceedings of SSC2005 Spatial Intelligence, Innovation and Praxis: The national biennial Conference of the Spatial Sciences Institute. Melbourne, pp. 512–522.
- UZAR, M. – YASTIKLI N. (2013): Automatic Building Extraction Using Lidar and Aerial Photographs". Bol. Ciênc. Geod. 19.2 153–171.
- ZOU X. – ZHAO G. – LI J. – YANG Y. – FANG Y. (2016): Object-based image analysis combining high spatial resolution imagery and laser point clouds for urban land cover. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLI-B3, XXIII ISPRS Congress, 12–19 July 2016, Prague, Czech Republic, pp. 733–739.
- INTERNET 1:
<http://www.ecognition.com/document/data-guided-tour1simple-example-buidling-extraction>

Klaszter és hot-spot analízis módszerének felhasználása emlékezetpolitikai kutatásokban

Simon Bertalan

PhD-hallgató, PTE TTK Földtudományok Doktori Iskola, asimonbertalan@gmail.com

Abstract: The connection between Hungary and Turkey goes back approximately 650 years into the past (if our starting point is the 1366-67 first encounter), from which moments of the period 1541-1699 has left considerable stains in the remembrance of Baranya county. The study answers the problems and questions raised by these spatial memory places, as to the methodology of how to reveal and uniformize these database-forming elements. Furthermore, the study examines if the spatial statistics tools of ESRI ArcGIS („Optimized hot-spot analysis” and „Cluster and outlier analysis” (Anselin Local Morans I)) are sufficiently productive and suitable for dissection in light of the following countrywide research. As a conclusion, we illustrate the distorted, Szigetvár-oriented form of the county’s memory space with the use of two maps.

Bevezetés

Az evolúció oldaláról közelítve általános érvényű, hogy az ember kollektív emlékezete folyamatosan megőrződik és tovább öröklődik (JEDŁOWSKI, P. 2001). Így az emlékezet nem csak a napjainkban élő nemzedékek kapcsán történt eseményekre, de akár a távoli, ősi és archaikus cselekedetekre is reflektálhat (CONNERTON, P. 1989). Témám alapkövét Pierre Nora fő gondolatai fektetik le: a közhellyel élve felgyorsuló, globális Földön élő ember emlékezetében nem élnek a múlt történései, ezért emlékezeti helyeket, ún. „lieux de memoire”-okat hoznak létre (Nora, P. 1989). A történelmi emlékek többsége a hagyományteremtés égisze alatt született emlékezetpolitikai végtermékként (közterület elnevezések, névadások stb.) (HOBBSAWM, E. 1987). A kutatás innovációja abban jelenik meg, hogy az eddigi szociológiai, történettudományi, jogtudományi és politikatudományi megközelítések mellett a geográfiát emelem be az emlékezeti kutatásokba (SZÁSZ A. – ZOMBORY M. 2014).

Pabis megemlíti, hogy a Nora képviselte francia modellt a 90-es évek elején vették át a fejlett európai országok kutatói, majd a 2000-es években továbbterjedt Ázsiára is (PABIS E. 2013). Magyarországon az első igazán kiforrott műhely 2010-ben, Debrecenben alakult meg a Magyar Irodalom- és Kultúratudományi Intézet protezsztálásában, ahol 2013-ban egy hiánypótló tanulmánykötetet (S. VARGA P. ET AL. 2013) adtak ki a témában. Ennek során olyan munkák születtek meg, amelyek egy-

egy emlékezeti helyet bontottak ki mélyebben (BITSKEY I. 2013) vagy módszertanukat tekintve irodalmi művek (S. VARGA P. 2013; ORBÁN L. 2013) és festmények (KESERÜ K. 2013) emlékezetét használták fel kutatásukban. Számomra azonban nem egyes elemek jelentősége számít, hanem ezek együttesének térbeli leképződése és mintázatai, amelyek a GIS eszközkészletével válnak objektívvé.

Assmann négy emlékezetkategoríja közül kutatásom során a helykoordinátákhoz kapcsolható épületek, objektumok és mondák emlékezetére helyezem a fő hangsúlyt, hisz a jelen és a jövő geopolitikai, kapcsolati hálóját csak így érthetjük meg egészében (ASSMANN, J. 2013). Más oldalról vizsgálva nemzetünk egy emlékezeti közösség, amely akkor képes egységgé kovácsolódni, ha megosztja egymással történelmének pozitív és negatív elemeit és azokat feldolgozza ezáltal (GYÁNI G. 2013).

A forrásanyag beszerzésének lehetőségei, adatbázisépítés

Az emlékezeti adatbázis (nevezhetjük akár emlékezeti helyek kataszterének is) előállítása komplex adatgyűjtési folyamatot igényel különböző forrásterületekről. A földrajzi helyneveket számos kiadványba gyűjtötték össze, amelyben a keresést a Debreceni Tudományegyetem Magyar Nyelvtudományi Tanszéke által felépített Magyar Névvarchívum könnyíti meg. Egyetlen hátránya, hogy a folyamatosan feltöltött adatbázis kezdeti stádiumát mutatja, ugyanis Baranya, Tolna, Somogy és Veszprém megye egészen kívül csak néhány járásról nyerhető adat². A hiányzó területekről az analóg források továbbra is elérhetők, de ez korántsem fedi maximálisan az ország teljes területét. Egyes esetekben aggályos lehetne a kiadványok eltérő kiadási éve (döntően 1960-as és 1980-as évek között), azonban a földrajzi nevek évtizedes távlatokban mérve nem változnak jelentősen, így ettől eltekintek. Nagyobb problémát vet fel a földrajzi pontosság megkérdőjelezhetősége a primer adatgyűjtésnél, mert kis méretarányú vaktérképen ábrázolták az elemeket³.

Figyelembe kell venni az egyes települések gyakorinak mondható megyeváltásait, amely újfent területi hiányokat képezhet a kutatásban⁴. Pótlására megoldást jelenthet az egyes megyék levéltári térképein szereplő helynevek átfutása, azonban az eredetükről, a hozzájuk kapcsolódó attribútumokról nem kapunk bővebb információt. További kiaknázatlan lehetőségeket rejtenek a levéltári regesztagyűjtemények is, viszont hátránya, hogy időigényes folyamatról van szó⁵. Utóbbiak kiegészítést adhatnak a földrajzi helynevek keletkezési idejének behatárolására.

Csorba szerint a helynevek gyakran lokális mondák során testesültek meg. Példaként II. Lajos király halálának emlékezete három különböző helyen is létezik

¹ Hiányos a következő megyék felmérése: Fejér megye, Pest megye, Nógrád megye, Borsod-Abaúj-Zemplén megye, Békés megye, Csongrád megye és Szabolcs-Szatmár-Bereg megye.

² A Magyar Névvarchívum háttérinformációi alapján (<http://mna.unideb.hu>).

³ Látványos példa a Zala megyéhez tartozó Keszthelyi és Zalaszentgróti járás, mely az 1964-es kiadvány (PAPP L. – VÉGH J. (szerk.) 1964) idejében Veszprém megye része volt.

⁵ A HUNGARICANA adatbázisa viszont lehetőséget nyújt a gyors lekérdezésekre.

(CSORBA D. 2013). Ez azt eredményezheti, hogy az adatbázisban olyan elemek is megtalálhatók, amelyek ugyan történelmileg hiteltelenek, de a helyi vagy akár regionális aktorok ambivalens módon magukénak tekintik, ezáltal legitimé válnak a kutatásra. Emellett az is tovább árnyalja a képet, hogy a lehetséges földrajzi nevek közül egyes helyi csoportok mellyel azonosítják lakóhelyüket (TRÓCSÁNYI A. – STEFÁN K. 2008).

A várak és a templomok csekély részét tartalmazzák a földrajzi neveket összegyűjtő kiadványok, de a Kulturális Örökségvédelmi Hivatal által nyilvántartott műemlékadatbázis, a Magyar Katolikus Lexikon részletes adatbázisa, a „Templomaink” és a „Várak és erődített helyek a Kárpát-medencében” weboldal adatbázisa kibővíti azt. A műemlékadatbázis ugyan földrajzilag pontos adatokból épül fel, képi tartalommal kiegészítve, azonban jellemző rá a részletes történeti attribútumok hiánya, számos objektumról nincsenek időadatok. Ezt részben pótolja a Magyar Katolikus Lexikon gyűjteménye, viszont térbelileg ez sem azonosítja az épületeket. A református és egyéb felekezeti épületek között előforduló emlékezeti helyek hiányát a „Templomaink” lektorált webadatbázisa tölti ki. A várakat kataszterbe rendező oldalak csaknem teljes listát vonultatnak fel, a szerzők kilétüket is felfedik, továbbá a törökvilág menüpont alatt akár egy külön kutatásra érdemes térképet kaphatunk a török várfoglalásokról és azok visszahódításáról. Sajnos a feldolgozottság még nem érte el maximumát.

A szobrok és emléktáblák (<https://www.kozterkep.hu/>), valamint a közterületek elnevezései (OSM adatok) mindenki számára nyitott közösségi adatgyűjtő oldalak adatsoraiból származnak, ezáltal megnőhet az esély a nem releváns adatok felvételére. A török kori emlékezethez köthető történelmi személyekről elnevezett oktatási intézmények (<http://kk.gov.hu/>) cégek (<http://nemzeticegtar.hu/>) és civil szervezetek (<http://civil.info.hu/civil-szervezetek>) az előbbi webfelületekről származnak.

A sokrétű adat egységesítése és az attribútumok összegyűjtése (abszolút hely, típus, jellemző stb.) az első lépést jelenti az emlékezeti helyek súlyozásánál, az így kapott xlsx kiterjesztésű fájl összekapcsolása a párhuzamosan elkészített ESRI shapefile-hoz statisztikai elemzések elvégzéséhez nyújt stabil alapot. A térbeli ábrázoláshoz az Open Street Map közigazgatási alaptérképét használtam fel.

Minden entitáshoz összesen tíz attribútum tartozik, a továbbiakban a terjedelmi korlátok miatt csak a statisztikai vizsgálatok szempontjából relevánsakkal foglalkozom. A már említett ID-n kívül szükség van a pontos hely meghatározására, amely a komplex források miatt nehézkes (egyes helyadatok elérhetők koordinátpárokkal, mások utca-házszám párosítással, míg a földrajzi nevek gyűjteményeiben kevésbé pontos becslésekkel lehet megadni az adott emlékezeti entitás helyét), de praktikus egységesen xy koordinátpárokra konvertálni az előforduló helyadatokat.

A kutatás során feltárt emlékezeti helyek, mint entitások, eltérő mértékben határozzák meg saját vonzáskörzetüket, jelentőségük, török-magyar történeti relevanciájuk különbözik, ezért minőségi viszonylatban valamilyen módon rangsorolni, tehát súlyokkal kell ellátni őket. A helyek kategorizálása négy szempont

alapján történt:

- Fizikai, tárgyi valójában megjelenik?
- Van-e hiteles háttere vagy csak mondára, néphagyományra épül?
- Intézményesült?
- Török eredetű vagy ahhoz szorosan kapcsolódó?

Minden tétel egy pontnak felel meg az ötfokozatú skálán, így a maximális értéket olyan helyek szerezhetik meg, amelyek eleget tesznek az összes feltételnek. Az emlékezeti helyekhez csatolt súlyokat célszerűen a későbbi statisztikai elemzések követelték meg.

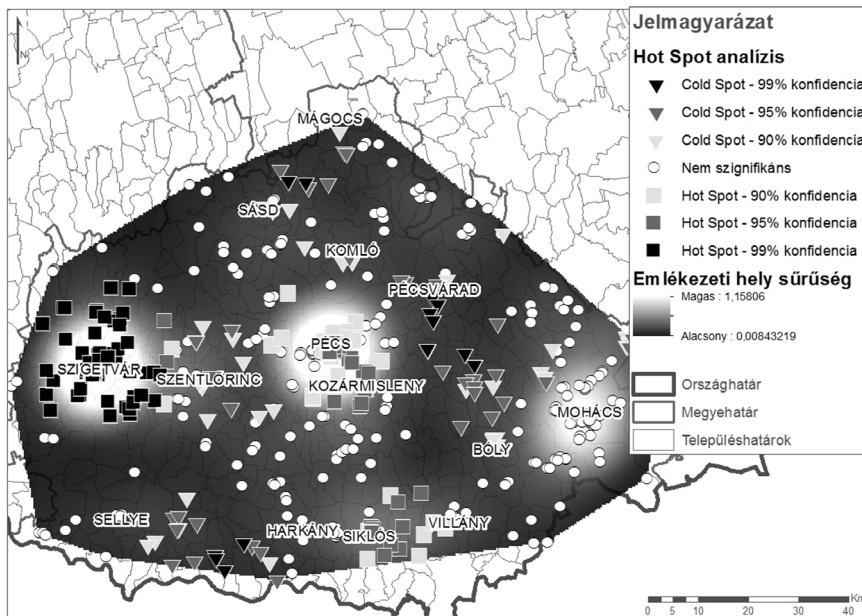
Statisztikai módszerek vizsgálata (hot-spot analízis és klaszter analízis)

A Baranya megyei kutatási terület térbeli vizsgálataira az ArcGIS statisztikai bővítménycsomagjának „Optimized hot-spot analysis” és „Cluster and outlier analysis (Anselin Local Moran’s I)” eszközeit használtam fel. Kiválasztásuk során mérlegeltem a kutatás sajátosságait, többek között a nagy mennyiségű adatot⁶, valamint a súlyozott helyek adta mintázat felismerésének lehetőségét. A pont és vonal elemeket szükséges volt egységesíteni, mely problémát a vonalak ponttá exportálása oldotta fel azok térbeli középpontjában. Ez a művelet pontatlanabbá tette az adatbázist, mert minél hosszabb volt a vonalas elem átkonvertálás előtt, annál inkább növekedett a hibalehetőség. Míg a hot-spot analízis optimalizált beállításokkal futott le a súlyozott értékek figyelembe vételével, addig a klaszter analízisnél a térbeli kapcsolatok felépítése az inverz távolság elvén alapult, amelynek lényege, hogy a közeli emlékezeti helyek nagyobb befolyást kaptak a számítás során, mint a távoliak. A művelet az euklideszi távolságot használta két entitás között. Az alábbiakban a két módszer felhasználhatóságát vizsgálom a Baranya megyei mintaterületen.

A Getis-Ord algoritmus, vagy más néven hot-spot analízis képes megmutatni, hogy mely elemek egyesülnek a folyamat során magas, vagy alacsony előfordulású csoportokba (GETIS, A – ORD, J. K. 1992; GETIS, A. – ORD, J. K. 1996). A módszer főleg biológiai és biogeográfiai munkákban terjedt el (PEETERS, A. ET AL. 2015; CHOPIN, P. – BLAZY, J. M. 2013; NOCE, S. ET AL. 2016), de felhasználták már társadalomföldrajzi folyamatok elemzésére is (LOPEZ R. M. J. ET AL. 2017). A hot-spot analízis megfelelő módszer arra, hogy elénk táruljon az emlékezeti térbeli struktúra, vagyis melyek azok a területek, amelyek igazán mérvadók a török emlékezet szempontjából. Kiegészítve egy sűrűségfelülettel, komplex vizsgálati alap kapható, ahol három góc (fehér területek) vizualizálódott: a legjelentősebb Szigetváron, majd Pécsen és végül Mohácson (*1. ábra*).

Azonban a hot-spotok nem teljesen ezt a képet mutatják: Szigetvár egyeduralkodó Baranya megyében, köszönhetően Zrínyi Miklós és I. Szulejmán szultán között lezajlott harcnak és az erre épülő emlékezeti helyek sorának. Ezzel szemben nem mutat szignifikáns értékeket Mohács, ahol ugyan számottevő mennyiségű, de kevésbé erős

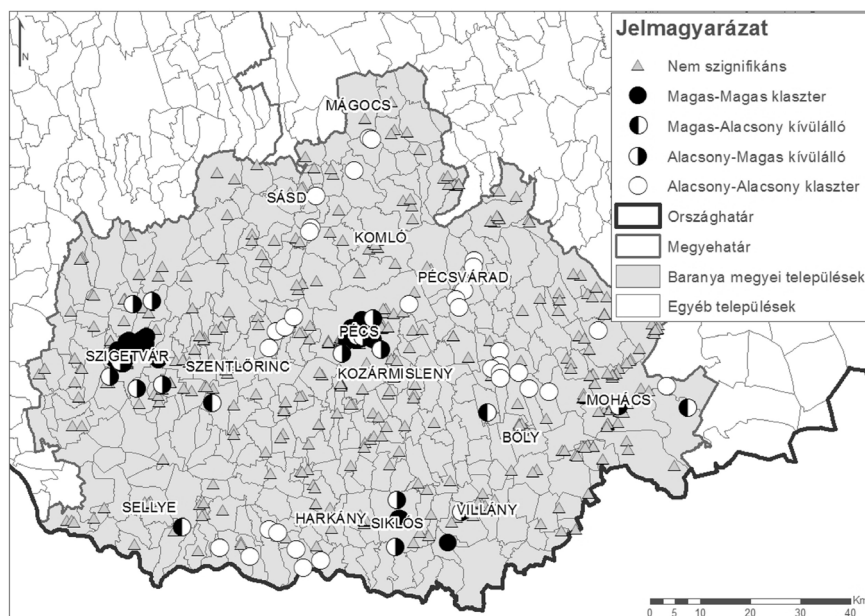
⁶ A részvizsgálatba vett Baranya megyei összesen 572db-ot számlálnak.



1. ábra Baranya megye súlyozott török emlékezeti helyeire elvégzett hot-spot analízis az emlékezeti helyek sűrűségével ábrázolva (szerk. Simon B.)

súlyú hely tölti ki a területet és mindössze egy-két jelentősebb képvisel maximális értéket. A vizsgálati eredmény ellentmondásokba ütközhet, mert Mohács kiemelt jelentőségű hely, de jelen esetben ez kevésbé mutatkozik meg. Ennek oka az emlékek megtestesülésének hiánya és azok szétszórtsága a térben. Helyette egy harmadik hot-spot rajzolódik ki Siklós környezetében, igaz kis konfidenciával (90-95%), de stabilabb emlékhelyekkel. Az ezzel szemben álló cold-spotok Bolytól északnyugatra, Szentlőrinc környékén, Sásd és Mágocs között, illetve Sellye és Harkány között az Ormánságban találhatók. Közös jellemzőjük, hogy jobbra közterületelnevezések és mondák (harangmondák, kincsmondák) alkotják őket.

Az Anselin Local Moran's analízis szintén megmutatja a statisztikailag szignifikáns cold- és hot-spot-okat, de emellett képet ad a kívülálló klaszterekről is (ANSELIN, L. 1995). Ennek értelmében az adatbázis emlékezeti helyeinek mintázata közel megegyező eredményeket hozott a hot-spot analízishez képest, mivel magas értékekkel jellemezhető klaszteresedés jelenik meg Szigetvár és Pécs területén. A struktúrák finomabb megismerését segíti a módszer, hiszen vizualizálódik, hogy Szigetvár külterületi egységei is hangsúlyosabbak, amelyhez hozzájárult a 2016-ban komplex módszerekkel, több tudományterület ötvöztetésével felfedezett I. Szulejmán szultán zarándokvárosa is (PAP N. 2016, GYENIZSE P. – BOGNÁR Z. 2014). Míg az alacsony-magas típusú kívülállók (azok a helyek, amelyek környezetükhöz képest jelentéktelenek) Pécsen ágyazódnak be a nagy fontossággal bíró emlékezeti helyek közé, addig Szigetváron a környező települések hordozzák magukon ezt a mintázatot (2. ábra). Néhány magas-alacsony típusú entitás szigetszerűen emelkedik ki, azonban



2. ábra A Baranya megyei török emlékezeti helyek klaszterei (szerk. Simon B.)

ezek elenyésző jelentőségük és mindössze környezetük relatív alacsony értéke teszi őket magassá.

Összegzés

A tanulmány kiemelt célja volt, hogy felkutassa azokat a felhasználható forrásokat, amelyek segítik egy egységes török kori emlékezeti helyadatbázis felépítését. Feltárásuk alatt felszínre kerülő hiányok és hibalehetőségek feltérképezése segít abban, hogy a későbbi, országos volumenű vizsgálat a lehetőségekhez mérten pontos alapokra épülhessen. A helyadatok közül a valóságtól leginkább eltérő adat pontossága határozza meg egyben az összes elem pontosságát, így a földrajzi neveket összegyűjtő kiadványok bizonyulnak térbelileg a leggyengébb minőségűnek. Jelen kutatás szempontjából releváns az ötfokozatú minősítési rendszer, amely minden entitásnál megvizsgálja annak jelentőségét összesen négy kritérium egyszerű boole-féle igaz/hamis döntésével. A módszer szerint minden egyes igaz válasz hozzáad egyet az objektum értékéhez.

A „törökös” emlékezeti helyek Baranya megyei sűrűségfelülete megmutatta a szigetvári, a pécsi és a mohácsi területek kiemelkedő jelentőségét, azonban a klaszter és a hot-spot analízis ennél mélyebb elemzést alapozott meg. Csak Szigetváron mutatkozott 99%-os konfidenciaszint feletti szignifikáns hot-spot, torzítva ezzel a megye emlékezeti terét, míg ambivalens módon a szóbeszédben gyakran megélt Mohács emlékezete fizikailag nem jelent meg szignifikánsan. Ezen felül a klaszter analízis azonosította az alacsony-magas kapcsolatú kívülállót Pécs történelmi

belvárosának peremi részein, amelyek Szigetvárnál csak a szomszédos településeken lokalizálhatók.

Felhasznált irodalom

- ANSELIN, L. (1995): Local indicators of spatial association e LISA, *Geographical Analysis* 27, pp. 93–115.
- ASSMANN, J. (2013): *Das kulturelle Gedächtnis*, C.H. Beck'sche Verlagbuchhandlung, München.
- BITSKEY I. (2013): Mohács emlékezete egy kora újkori hitvitában – In: S. Varga P. – Száraz O. – Takács M.: *A magyar emlékezhelyek kutatásának elméleti és módszertani alapjai*, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, pp. 203–207.
- CHOPIN, P. – BLAZY, J. M. (2013): Assessment of regional variability in crop yields with spatial autocorrelation: banana farms and policy implications in Martinique, *Agric. Ecosyst. Environ.* 181, pp. 12–21.
- CONNERTON, P. (1989): *How societies remember*, Cambridge University Press, Cambridge
- CSORBA D. (2013): Az angyalok kápolnája mint emlékezeti hely – In: S. Varga P. – Száraz O. – Takács M.: *A magyar emlékezhelyek kutatásának elméleti és módszertani alapjai*, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, pp. 387–396.
- GYÁNI G. (2013): A magyar „emlékezet helyei” és a traumatikus múlt – In: S. Varga P. – Száraz O. – Takács M.: *A magyar emlékezhelyek kutatásának elméleti és módszertani alapjai*, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, pp. 27–35.
- GETIS, A. – ORD, J. K. (1992): The analysis of spatial association, *Geographical Analysis* 24, pp. 189–206.
- GETIS, A. – ORD, J. K. (1996): Local spatial statistics: an overview – In: Longley, P. – Batty, M. (Eds.) *Spatial Analysis: Modeling in GIS Environment*, John Wiley & Sons Inc, New York, pp. 261–278.
- GYENIZSE P. – BOGNÁR Z. (2014): Szigetvár és környéke 16-17. századi tájrekonstrukciója kartográfiai és geoinformatikai módszerekkel – In: Pap N.: *Szülejmán szultán emlékezete Szigetváron, Mediterrán és Balkán Fórum, VIII/Különszám* pp. 73–90.
- HOBSBAWM, E. (1987): Tömeges hagyomány-termelés: Európa 1870-1914 – In: Hofer, T. – Niedermüller, P. (szerk.): *Hagyomány és hagyományalkotás. Tanulmánygyűjtemény, MTA Néprajzi Kutatócsoport /Kultúraelmélet és nemzeti kultúrák 1./* Budapest, pp. 127–197.
- JEDLOWSKI, P. (2001): Memory and sociology, *Time & Society* 10/1, pp. 29–44.
- KESERÜ K. (2013): Mohácsról szól-e a Mohács-kép 1848/49 után? – In: S. Varga P. – Száraz O. – Takács M.: *A magyar emlékezhelyek kutatásának elméleti és módszertani alapjai*, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, pp. 274–284.
- LOPEZ, R. M. J. – HEIDER, K. – SCHEFFRAN, J. (2017): Frontiers of urbanization: Identifying and explaining urbanization hotspots in the south of Mexico City using human and remote sensing, *Applied Geography* 79 (2017), pp. 1–10.
- NOCE, S. – COLLALTI, A. – VALENTINI, R. – SANTINI, M. (2016): Hot spot maps of forest presence in the Mediterranean basin, *iForest* 9, pp. 766–774.

- NORA, P. (1989): *Between memory and history*, Spring 26, University California Press, pp. 7–24.
- ORBÁN L. (2013): Az útbaigazított emlékezet Kazinczynál (Identitásminták Kazinczy önéletrajzi szöveg-hálózatában – a kulturális emlékezhely gondolatának megjelenése) – In: S. Varga P. – Száraz O. – Takács M.: *A magyar emlékezhelyek kutatásának elméleti és módszertani alapjai*, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, pp. 227–239.
- PABIS E. (2013): Az emlékezhelyek kutatásának eredményeiről Németországban és Svájcban – In: S. Varga P. – Száraz O. – Takács M.: *A magyar emlékezhelyek kutatásának elméleti és módszertani alapjai*, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, pp. 153–163.
- PAP N. (2016): Turbék: Szulejmán szultán zarándokvárosának emlékezete – In: Pajtókné Tari I. – Tóth A. (szerk.) *Magyar Földrajzi Napok 2016: Absztraktkötet: VIII. Magyar Földrajzi Konferencia*, Eger, 159 p.
- PAPP L. – VÉGH J. (szerk.) (1964): *Zala megye földrajzi nevei*, Zala Megye Tanácsának Végrehajtó Bizottsága, Zalaegerszeg, 737 p.
- PEETERS, A – ZUDE, M. – KÄTHNER, J – ÜNLÜ, M – KANBER, R. – HETZRONI, A. – GEBBERS, R. – BEN-GAL, A. (2015): Getis–Ord’s hot- and cold-spot statistics as a basis for multivariate spatial clustering of orchard tree data, *Computers and Electronics in Agriculture* 111 (2015), pp. 140–150.
- S. VARGA P. (2013): „...keresetek alkalmat a hajdanra visszanézhetni...” (Mohács emlékezhellyé válása a 19. század elejének magyar irodalmában) – In: S. Varga P. – Száraz O. – Takács M.: *A magyar emlékezhelyek kutatásának elméleti és módszertani alapjai*, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, pp. 240–249.
- S. VARGA P. – SZÁRAZ O. – TAKÁCS M. (szerk.) (2013): *A magyar emlékezhelyek kutatásának elméleti és módszertani alapjai*, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 432 p.
- SZÁSZ A. – ZOMBORY M. (2014): *Transznacionális politika és a holokauszt emlékezettörténete*, Befejezetlen Múlt Alapítvány, Budapest, p. 7
- TRÓCSÁNYI A. – STEFÁN K. (2008): Megújuló Balokány? – Városrész-rehabilitáció az EKF szellemében – In: Szabó V. – Orosz Z. – Nagy R. – Fazekas I.: *IV. Magyar Földrajzi Konferencia*, REXPO Kft; Debrecen.

Források:

<http://data2.openstreetmap.hu/utcanev.php>

<http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-statistics-toolbox/how-optimized-hot-spot-analysis-works.htm>

<http://jupiter.elte.hu/111veglegesvar/alaplap.php>

<http://kk.gov.hu/>

<http://mna.unideb.hu/>

<http://nemzeticegtar.hu/>

<http://www.muemlekem.hu/>

<http://www.templomaink.hu/>

<http://www.varak.hu/>

<https://www.kozterkep.hu>

Osztályozási pontosság hiperspektrális légifelvételek és multispektrális űrfelvételek alapján alapján

Szabó Loránd¹ – Szabó Szilárd²

¹ PhD hallgató, DE TTK Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, szabolorand.geo@gmail.com;

² tanszékvezető egyetemi tanár, DE TTK Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, szaboszilard.geo@gmail.com

Abstract: Multispectral and hyperspectral remote sensing are the most common way to collect data from the Earth's surface. From the remotely sensed imagery the we generally classify maps, and the accuracy of these maps are very important. In this study we performed several different classification methods with different number of input bands form an AISA Eagle hyperspectral sensor, and the Landsat 8 Operational Land Imager multispectral sensor, to get the best Overall Accuracies. The study area was a part of the Tisza-tó, the second largest lake, and the most important wetland in Hungary. During the procession we performed Support Vector Machine classification to compare the results. Generally we gained better results when we classified with larger number of hyperspectral bands.

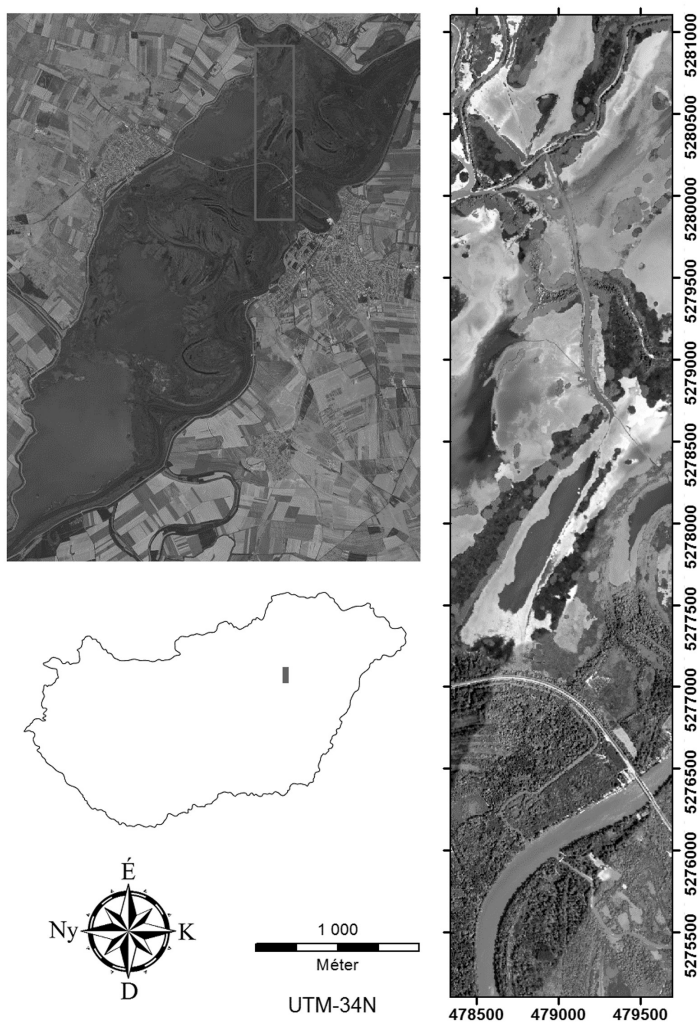
Bevezetés

A távérzékelés, ezen belül is a hiperspektrális távérzékelés a térinformatika egyik legdinamikusabban fejlődő ága (BURAI P. ET AL. 2016; LILLESAND, T. ET AL. 2014). A távérzékelte felvételek segítségével a felszínborítás-változás vizsgálata, a monitoring mind természeti, mind antropogén környezetben költséghatékonyan megvalósítható (KOVÁCS F. ET AL. 2017; LISKÁ CS. ET AL. 2017; VARGA K. ET AL. 2015; NOVÁK T. ET AL. 2014; DEÁK M. – MARI L. 2012; PÖDÖR A. 2012). Nagy felbontású hiperspektrális felvételekkel a vegetáció fajszintű osztályozása mellett talajok, geomorfológiai formák és hidrológiai viszonyok térképezése is lehetővé válik (KOMA ZS. ET AL. 2016; PLÁSZTÁN J. ET AL. 2016; ZLINSZKY A. ET AL. 2016; BURAI P. ET AL. 2015; TÚRI Z – SZABÓ G. 2012; SZABÓ GY. 2001). A távérzékelés segítségével az energetikai beruházások hatékonysága is növelhető (SZABÓ G. ET AL. 2014; LÓKI J. ET AL. 2012). Az osztályozási pontosság fejlesztése ezért a hiperspektrális felvételek mellett a multispektrális felvételeknek is kulcsfontosságú kérdése (HOMOLOVÁ, L. ET AL. 2013; DALPONTE, M. ET AL. 2012). Az osztályozási pontosságok szubpixel alapú osztályozással, valamint domborzati modellek bevonásával is lehet növelni (DEÁK M. ET AL. 2014; KOHÁN B. ET AL. 2014). Jelen tanulmány fő kérdése, hogy a bemenő spektrális csatornák miként hatnak távérzékelte felvételek osztályozási pontosságára.

Anyag és módszer

Mintaterület bemutatása

A Tisza-tó Magyarország második legnagyobb tava, hazánk legfontosabb vizes élőhelye, ezt bizonyítja hogy bekerült a Ramsari területek közé és Natura2000 védettséget is élvez. A Tisza-tó teljes területe 127 km², ebből 43 km²-t szigetek tesznek ki. A vizsgált mintaterület (*1. ábra*) 8,15 km²-es részt fed le a Tisza-tó északi részén, részben magába foglalva a Tiszavalki-, és a Poroszlói-medencét. A területen megtalálhatók az erdők, a lágyszárú vegetáció, a nyílt vízfelületek, valamint a vízinövényzet. A különböző felszínborítási kategóriák jó alapot adnak az osztálybesorolás eredményeinek összehasonlításához.



1. ábra A mintaterület elhelyezkedése, és az AISA Eagle felvételének kompozitja

1. táblázat Az osztályozott térképek általános pontossága

Szenzor	Bemeneti csatornák	Osztályozási módszer	Általános pontosság
Eagle	128 csatorna	Support Vector Machine	94,50%
	109 csatorna		94,00%
	47 csatorna		91,50%
	4 átlagolt csatorna		80,50%
Landsat	7 csatorna	Resample + Support Vector Machine	81,91%
Eagle	47 csatorna		74,87%
	4 átlagolt csatorna		73,87%

Felhasznált felvételek és az alkalmazott módszerek

A hiperspektrális felvételt egy AISA Eagle szenzor készítette 2013. július 9-én. A felvétel geometriai felbontása 1,5 m, a spektrális felbontása pedig 128 csatornára terjed ki, amely a 400-1000 nm-es hullámhossztartományt fedi le. A multispektrális felvételt a Landsat 8 OLI (Operational Land Imager) szenzora készítette 2013. július 8-án. Az OLI szenzor 9 csatornát tartalmaz, a pánkromatikus csatorna kivételével mindegyik 30 m-es geometriai felbontású. Atmoszférikus, geometriai, valamint radiometriai korrekciók mindkét felvételen elvégzésre kerültek. A felvételek készítése ideje között 1 nap eltérés van, amely szintén jó alapot biztosít az összehasonlításhoz.

Az adatfeldolgozást ENVI 4.7[1] szoftverkörnyezetben végeztük el. Számos bemeneti csatornát teszteltünk a vizsgálat során, és minden esetben Support Vector Machine (SVM) osztályozási módszert használtunk (BRETAR, F. ET AL. 2009; XU, H. ET AL. 2009). A tanuló- és ellenőrzőterületeket terepi felmérést követően jelöltük ki. Utóbbiakkal meghatároztuk a térképeink általános pontosságát (Overall Accuracy; LUNETTA – CONGALTON ET AL. 1991). A multispektrális szenzorral való összehasonlítás biztosítása végett 4 felszínborítási kategóriát osztályoztunk (erdők, lágyszárú vegetáció, vízfelületek, vízínövényzet).

A spektrális hatások szerepének vizsgálatához először a 128 csatornát használtuk fel, majd a vizuálisan kiszűrhető zajos csatornák nélkül 109 csatornával osztályoztunk. Ezt követően a Landsat kék, zöld, vörös és közeli infravörös tartományát lefedő 47 csatornát használtuk, majd ezt a 47 csatornát átlagoltuk 4 csatornává, így a Landsattal teljesen megegyező spektrális felbontást kaptunk. A Landsat esetében a pánkromatikus és a cirrus csatornákat kihagytuk az osztályozásból, így 7 csatornát használtunk fel.

A felvételek összehasonlítását azonos spektrális és geometriai felbontás mellett is elvégeztük. Ehhez a 47 hiperspektrális csatornát és a 4 hiperspektrális átlagolt csatornát 30 méteres geometriai felbontás mellett újramintavételeztük átlagoló Pixel Aggregate módszerrel.

Eredmények

A spektrális felbontás szerepének vizsgálatához osztályozott térképeink közül 128 csatornával osztályozva 94,5%-os pontosságot értünk el (*I. táblázat*), 109 és 47 csatornával osztályozva romlott a pontosság (94% és 91,5%). A 4 átlagolt csatornával osztályozva tovább romlott a pontosság (80,5%). A Landsat csatornáival osztályozva 81,91% általános pontosságot értünk el.

Az újramintavételezést követően a 47 bemeneti csatornával 74,87% pontosságot értünk el, a 4 átlagolt csatornával osztályozva pedig 73,87% lett az általános pontosság.

Diszkusszió

A spektrális csatornák számának csökkentésével a pontosságértékeink minden esetben romlottak. A 47 csatorna átlagolásával az eredmények több, mint 10%-ot romlottak az előzőekhez képest, így körülbelül a Landsattal megegyező pontosságot értünk el, viszont a geometriai felbontás ezen a szinten még eltérő volt.

Az újramintavételezést követően elért eredmények nem tértek el szignifikánsan egymástól. Az eredmények romlását tehát ebben az esetben nem a spektrális csatornák száma, hanem a gyengébb geometriai felbontás okozta. Így a Landsattal mind geometriai, mind spektrális felbontásban megegyező újramintavételezett 47 és 4 csatorna rosszabb eredményeket produkált az eredeti multispektrális adatforrásnál, így az eredetileg multispektrálisnak szánt szenzor jobban teljesít a különböző módszerekkel feldolgozott hiperspektrális szenzornál azonos geometriai, valamint spektrális felbontás mellett.

Felhasznált irodalom

- BRETAR, F. – CHAUVE, A. – BAILLY, J.S. – MALLET, C. – JACOME, A. (2009): Terrain surfaces and 3-D landcover classification from small footprint full-waveform LiDAR data: Application to badlands. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 13: 1531–1544.
- BURAI P. – DEÁK B. – VALKÓ O. – TOMOR T. (2015): Classification of herbaceous vegetation using airborne hyperspectral imagery. *REMOTE SENSING* 7: pp. 2046–2066.
- BURAI P. – HUNYADI G. – LÉNÁRT Cs. – TOMOR T. (2016): Légi hiperspektrális technológia alkalmazása az anyagvizsgálatban. In: Balázs Boglárka (szerk.) *Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VII. = Theory meets practice in GIS.* 575 p. Debreceni Egyetemi Kiadó. pp. 115–119.
- BURAI P. – ZLINSZKY A. – DEÁK B. (2015): Vegetációtérképezés légi szenzorok alkalmazásával. In: Boda J (szerk.) *Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában: Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás VI.* 495 p. Debreceni Egyetemi Kiadó. pp. 77–82.

- DALPONTE, M. – BRUZZONE, L. – GIANELLE, D. (2012): Tree species classification in the Southern Alps based on the fusion of very high geometrical resolution multispectral/hyperspectral images and LiDAR data. *Remote sensing of environment*, 123, 258–270.
- DEÁK M. – MARI L. (2012): Hiperspektrális úrfelvételezésen alapuló felszínborítási osztályozás problémái a Kárpát-medencében. In: Blanka Viktória (szerk.) *Kockázat – Konfliktus – Kihívás: A VI. Magyar Földrajzi Konferencia, a MERIEXWA nyitókonferencia és a Geográfus Doktoranduszok Országos Konferenciájának absztrakt kötete*. 255 p. SZTE TTIK Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék. p. 33.
- DEÁK M. – TELBISZ T. – ÁRVAI M. – MARI L. – HORVÁTH F. (2014): 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*. China Agricultural Science and Technology Press (CASTP). pp. 83–88.
- HOMOLOVÁ, L. – MALENOVSKÝ, Z. – CLEVERS, J.G.P.W. – GARCÍA-SANTOS, G. – SCHAEPMAN, M.E. (2013): Review of optical-based remote sensing for plant trait mapping. *Ecological Complexity*. Vol.15. pp. 1–16.
- KOHÁN B. – TIMÁR G. – DEÁK M. (2014): A review of the SRTM digital elevation model and its application in GPS technology. *TRADECRAFT REVIEW PERIODICAL OF THE SCIENTIFIC BOARD OF MILITARY SECURITY OFFICE (2012-2014) 1*: pp. 26–37.
- KOMA, ZS. – DEÁK, M. – KOVÁCS, J. – SZÉKELY, B. – KELEMEN, K. – STANDOVÁR, T. (2016): Investigating the limitations of tree species classification using the Combined Cluster and Discriminant Analysis method for low density ALS data from a dense forest region in Aggtelek (Hungary). *GEOPHYSICAL RESEARCH ABSTRACTS 18: Paper EGU2016-10323*. 1 p. European Geosciences Union General Assembly 2016. Vienna, Ausztria: 2016.04.17 -2016.04.22. (European Geosciences Union)
- KOVÁCS F. – VAN LEEUWEN B. – LADÁNYI ZS. – RAKONCZAI J. – GULÁCSI A. (2017): Regionális léptékű aszálymonitoringot támogató vegetáció- és talajnedvesség értékelés MODIS adatok alapján. *Földrajzi Közlemények*, 141(1):14–29.
- LILLESAND, T. – KIEFER, R. W. – CHIPMAN, J. (2014): *Remote sensing and image interpretation*. John Wiley & Sons.
- LISKA CS. M. – MUCSI L. – HENITS L. (2017): Hosszútávú felszínborítás-változások vizsgálata Csongrád megyében idősoros adatok felhasználásával, Random Forest módszerrel. *Földrajzi Közlemények*. 141. 1. pp. 71–83.
- LÓKI J. – SZABÓ G. – TÓTH CS. A. – NÉGYESI G. – TÚRI Z. (2012): A szélenergia potenciált megalapozó terepi geodéziai felmérések In: Fazekas István, Szabó Valéria (szerk.) *A környezettudatos települések felé: III. Települési Környezet Konferencia*. 287 p. Meridián Alapítvány, 2012. pp. 95–102.
- LUNETTA, R. S. – CONGALTON, R. G. – FENSTERMAKER, L. K. – JENSEN, J. R. – MCGWIRE, K. C. – TINNEY, L. R. (1991): Remote Sensing and Geographic Information System Data Integration: Error Sources and Research Issues. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* 57(6), American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, pp. 677–687.

- NOVÁK T. J. – TÓTH Cs. A. – TÚRI Z. (2014): Padkás szikes tájrészletek élőhelyi változásainak vizsgálata dél-hortobágyi mintaterületeken. In: Tóth Albert (szerk.) A tájkutatás szolgálatában: 40 éves a Hortobágyi Természetvédelmi Kutatótábor. Kisújszállás: Geopont '95 Bt.; Alföldkutatásért Alapítvány. pp. 274–291.
- PLÁSZTÁN J. Zs. – CSAJBÓK Z. – TÓTH Cs. A. (2016): Archív légifelvétel alapú morfológiai vizsgálatok a Berettyó folyó hazai szakaszán In: Balázs Boglárka (szerk.) Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VII. = Theory meets practice in GIS. 575 p. Debreceni Egyetemi Kiadó. pp. 387–394.
- PÓDÖR A. (2012): Térinformatikai adatbázis tervezése városökológiai kutatáshoz. In: Lóki József (szerk.) Az elmélet és gyakorlat találkozása a térinformatikában III. - Térinformatikai konferencia és szakkiallítás. Debreceni Egyetemi Kiadó. pp. 311–320.
- SZABÓ G. – SZABÓ Gy. – ENYEDI P. – FAZEKAS I. – BUDAY T. – KERÉNYI A. – PALÁDI M. – MECSEK N. – SZABÓ Sz. (2014): Napenergia-potenciál automatizált felmérése Debrecen példáján. Föld és Ember 6(1-4):21–29.
- SZABÓ Gy. (2001): Role of Land Use in Spatial Distribution of Heavy Metals. In: Hlavinková P, Munzar J (szerk.) Papers of the 4th Moravian Geographical Conference CONGEO'01: Nature and society in regional context. Brno: Regiograph for Geokonfin, 2001. pp. 136–140.
- TÚRI Z. – SZABÓ G. (2012): A nyírség felszíni hidrológiai viszonyainak térképezése kvantitatív adatbázisok és űrfelvételek alapján. In: Nyári D (szerk.) Kockázat - Konfliktus - Kihívás: A VI. Magyar Földrajzi Konferencia, a MERIEXWA nyitókonferencia és a Geográfus Doktoranduszok Országos Konferenciájának Tanulmánykötete. 1059 p. SZTE TTIK Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék. pp. 921–930.
- VARGA K. – SZABÓ Sz. – SZABÓ G. – DÉVAI Gy. – TÓTHMÉRÉSZ B. (2015): Improved land cover mapping using aerial photographs and satellite images. OPEN GEOSCIENCES 7(1):15–26.
- XU, H. – CARAMANIS, C. – MANNOR, S. (2009): Robustness and generalization of Support Vector Machines. Journal of Machine Learning Research 10: 1485–1510.
- ZLINSZKY A. – DEÁK B. – KANIA A. – SCHROIFF A. – PFEIFER N. (2016): Biodiversity mapping via Natura 2000 conservation status and ebv assessment using airborne laser scanning in alkali grasslands. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing (2002-) XLI-B8: pp. 1293–1299.

[1] Exelis Visual Information Solutions, Boulder, Colorado

A tengerhajózás térképei régen és ma

Szabó Renáta

tudományos segéd munkatárs, MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, szabo.renata@csfk.mta.hu

Abstract: *“A nautical chart represents part of the spherical earth on a plane surface. It shows water depth, the shoreline of adjacent land, prominent topographic features, aids to navigation, and other navigational information. ... Originally hand-drawn on sheepskin, traditional nautical charts have for generations been printed on paper.”* (BOWDITCH N. 2002)

Bevezetés

114 darab tengerhajózási térkép – Dr. Csemniczky László kalandos utat bejárt gyűjteménye – az ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszékére került, hogy szkennelés és georeferálás után a virtuális térben megjelenhessen, így segítve a tengerhajózási térképek megismertetését az érdeklődők körében.

A tengerhajózási térkép egy adott tengerrészt bemutató, a hajózás különleges igényeinek megfelelő térkép, amely a hajósok számára a navigáció szempontjából nélkülözhetetlen információkat tartalmaz. Hajózási térképek ábrázolják a vízmélységet, a partvonalat, a kiemelkedő tengerfenék-domborzati képződményeket, és más, a navigációhoz elengedhetetlen információkat. Segítik a navigátort elkerülni a veszélyeket, és épségben megérkezni a célállomásra.

Rövid történeti áttekintés

1300-as évek elejéről származnak a legkorábbi fennmaradt tengerhajózási térképek. Az antik időkben a navigáció még kezdetleges fokon állt; az irányt nappal a Nap, éjjel pedig a csillagok állása mutatta.

Az első navigációs célokat segítő útmutatók a peripluszok, amelyek inkább úti beszámolók voltak, mert nemcsak a partokról, kikötőkről, kikötők közötti távolságokról adtak leírást, hanem megemlítték a parttól távolabb eső belső vidéket is. Az iránytű használatának elterjedésével feltűntek a modern hajózási térképek előzményének tekinthető középkori tengeri hajózási kézikönyvek, a portolánok. A portolán hajózási útmutató volt, amely a hajósok számára hajózási útvonalakat írt le a különböző kikötők között, feltüntette a legfontosabb tengerparti objektumokat, az

egyres partszakaszokra jellemző hajózási viszonyokat és veszélyes helyeket. A hajózási útmutatókat gyakran térképek kísérték. A legkorábbi fennmaradt portolán térképeken nincsenek évszámok. Az első, amelyen szerepel évszám, Petrus Vescontétől származik 1311-ből. A pontosabb tengerhajózási térképek készítéséhez megoldást nyújtott Gerard Mercator vetülete, mely a mai napig szinte az összes tengertérkép vetületéül szolgál. 1569-ben jelent meg a hajósok számára készített világtérképe, melyen először alkalmazta vetületét. Az első nyomtatott tengeri atlasz 1584–85-ben Leidenben adták ki. Lucas Janszoon Waghenauer holland hajós nevéhez köthető a két kötetből álló Spiegel der Zeevaerdt (A tengerjárás tükre) című térképsorozat. A hajózás számára fontos jelenségek (mélységek, zátonyok és egyéb veszélyek, navigációs jelzések, horgonyzóhelyek) ábrázolására sokféle térképi jelölést vezetett be, melyek mind a mai napig használatosak a tengerhajózási térképeken.

A 17. században és a 18. század elején, a hajózási térképek készítése területén a holland dominancia volt jellemző. 1681-ben a dominancia megtörése végett megkezdődött a brit partvonalak és kikötők feltérképezése. Hét évig tartó felmérések után 1693-ban Greenville Collins hajóskapitány kiadta a Great Britain's Coasting Pilot (Nagy-Britannia partmenti hajózási kalauza) című könyvét, mely 48 térképet tartalmaz, és az első angol nyelvű hajózási könyv Nagy-Britannia és a környező szigetek teljes partvidékéről, különös tekintettel a kikötőkre.

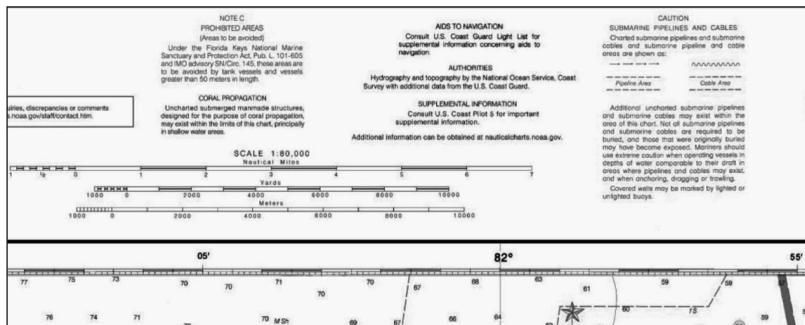
A hajózási felszerelések között ma is kötelezően szerepelnek a parti navigációban használatos mérőeszközök, mint például a szextáns, valamint a nyomtatott térképek is, annak ellenére, hogy a földrajzi hely meghatározására ma már rádió navigációs és műholdas rendszerek szolgálnak.

A tengerhajózási térképek felépítése

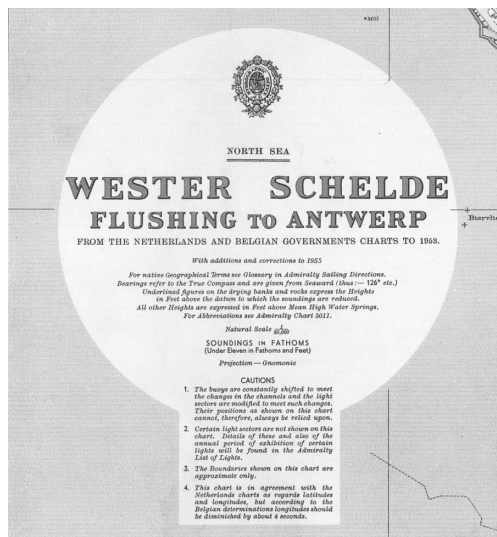
A tengerhajózási térképeken kettős keretet alkalmaznak, egy külső keretet és egy belső fokhálózati keretet. A külső kereten kívül található a térképek száma, a mélységadatok mértékegysége, a térképjavítási adatok és a térkép kiadására vonatkozó információk (1. ábra).

A következő adatok hol a külső kereten, hol az ábrázolt területre nyomtatva jelennek meg: a térkép címe (2. ábra) és minden esetben felette annak a tengernek vagy tengerrésznek a neve, ahová a térkép tartozik; mélységek; magasságok; a térképvetület típusa (3. ábra); méretarány a megadott szélességen; az alkalmazott koordináta-rendszer és a GPS által szolgáltatott koordináták átszámítása térképi koordinátákká; az alkalmazott bójázási rendszer; a térképi adatok forrásai, erre vonatkozó figyelmeztetések; copyright figyelmeztetések; egyéb, a hajózást segítő kiadványok.

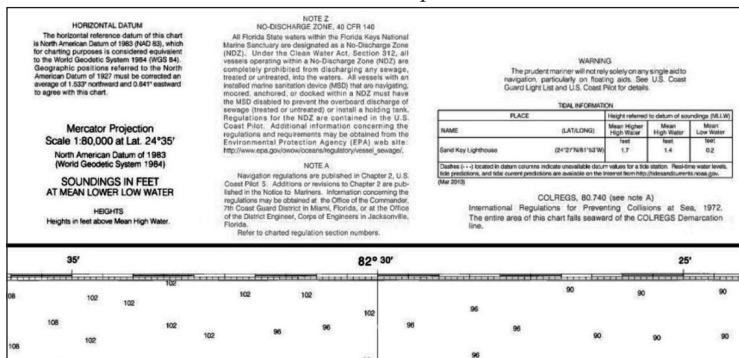
A fokhálózati kereten belül szerepelnek a sarokpontok koordinátái, továbbá e kereten belül helyezték fel a térképre a láb (feet), méter és öl (fathom) mértékegységekben megadott mértéklécet, esetenként többet is (1. ábra és 4. ábra).



1. ábra Kereten kívüli információk



2. ábra A térkép címe



3. ábra A térképvetület típusa

FATHOMS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
FEET	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102
METERS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

4. ábra Mértékegységek

A térképlapon tájoló rózsák is megjelennek (5. ábra), és azokon feltüntetik az ábrázolt területre a kiadás évében érvényes mágneses elhajlás értékét, előjelét, valamint a változásának mértékét és irányát.

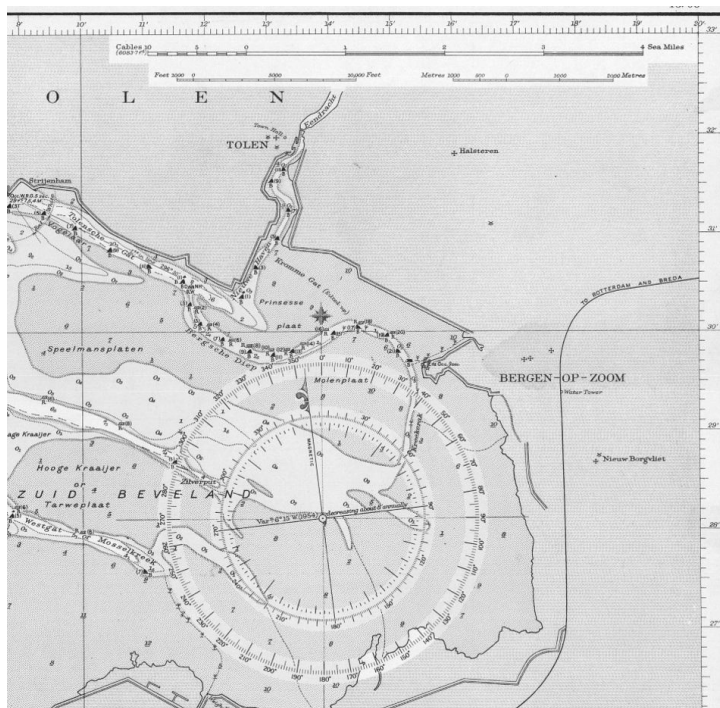
A tengerhajózási térképeket címmel és számmal lehet azonosítani. A térképeket az évente kiadott térképkiadásban sorolják fel.

A térképjavítási adatok a térkép külső keretén kívül, a bal alsó szélén jelennek meg a javítás keltének és sorszámának megadásával (6. ábra). A jelentős változásokat naponta közlik, melyekről a kikötőhatóságoktól, az internetről, vagy rádión keresztül szerezhet tudomást a felhasználó.

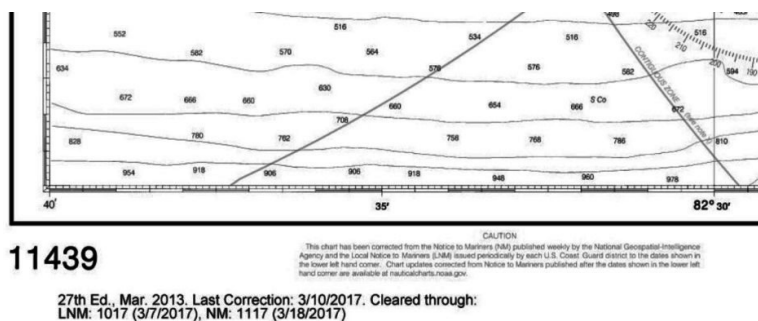
A Nemzetközi Hidrográfiai Szervezet (IHO) egységesítette a tengeri navigációs térképeken alkalmazott jelöléseket, és kiadta a térképjelek és rövidítések szabványosított jegyzékét.

Az elektronikus tengerhajózási térképek

Az 1980-as évek végén jelentek meg az első elektronikus tengerhajózási térképeket alkalmazó rendszerek, az ECS-ek (Electronic Chart System), még szabvány nélkül. 1995 novemberében következett be a szabványosítás, amikor elfogadásra került az ECDIS (Electronic Chart Display and Information System), az elektronikus tengerhajózási térképeket megjelenítő információs rendszer, és ezzel megjeleníthető ENC S-57 (Electronic Navigational Chart S-57) szabványú



5. ábra Tájolórózsza



Felhasznált irodalom

- BOWDITCH, N. (2002). The American practical navigator, Bicentennial edition, National Imagery and Mapping Agency, Bethesda, Maryland, 879.
http://www.lyachtua.com/nauticalcharts/downloads/Practical_navigator.pdf
- MÁRTON, M. (2012). A Világtenger kartográfus szemmel. ELTE IK, Budapest, 358.
- SZLATKI, K. (2001). A tengerhajózás térképei, Diplomamunka, ELTE TTK, Térképtudományi Tanszék, Budapest, 59.

Weboldalak:

- Charts and Nautical Publications Regulations, 1995
<http://laws-lois.justice.gc.ca/eng/regulations/SOR-95-149/page-1.html> A honlap utolsó látogatása: 2017. 03. 24.
- Historical Map and Chart Collection <https://historicalcharts.noaa.gov/historicals/search#searchInput> A honlap utolsó látogatása: 2017. 03. 27.
- NOAA ENC Online <https://www.nauticalcharts.noaa.gov/ENCONline/enconline.html> A honlap utolsó látogatása: 2017. 03.23.
- NOAA Nautical Chart definition https://www.nauticalcharts.noaa.gov/mcd/learnnc_chart.html A honlap utolsó látogatása: 2017. 03.23.
- NOAA Nautical Chart On-Line Viewer
<http://www.charts.noaa.gov/OnLineViewer/AtlanticCoastViewerTable.shtml> A honlap utolsó látogatása: 2017. 03.23.
- NOAA RNC <https://www.nauticalcharts.noaa.gov/mcd/Raster/index.htm> A honlap utolsó látogatása: 2017.03.23.
- SZLATKI K. (2000): Tengerhajózási térképek fejlődése a középkori Európában http://lazarus.elte.hu/~zoltorok/oktat/2000/szlatki/szlatki_katalin.htm A honlap utolsó látogatása: 2017. 03. 24.

Képek forrása:

1. ábra: NOAA, Sand Key to Rebecca Shoal, A honlap utolsó látogatása: 2017. 03. 24.
<http://www.charts.noaa.gov/OnLineViewer/11439.shtml>
2. ábra: Wester Schelde Flushing to Antwerp from the Netherlands and Belgian governments charts to 1958.
3. ábra: NOAA, Sand Key to Rebecca Shoal, A honlap utolsó látogatása: 2017. 03. 24.
<http://www.charts.noaa.gov/OnLineViewer/11439.shtml>
4. ábra: NOAA, Sand Key to Rebecca Shoal, A honlap utolsó látogatása: 2017. 03. 24.
<http://www.charts.noaa.gov/OnLineViewer/11439.shtml>
5. ábra: Wester Schelde Flushing to Antwerp from the Netherlands and Belgian governments charts to 1958.
6. ábra: NOAA, Sand Key to Rebecca Shoal, A honlap utolsó látogatása: 2017. 03. 24.
<http://www.charts.noaa.gov/OnLineViewer/11439.shtml>

Magyarország II. világháborús bombázottsági adatbázisának létrehozása

Szikszai Csaba

a hadtudomány kandidátusa, PHAETON Mérnöki Iroda Bt., szikszai.phaeton@gmail.hu

Abstract: More than 40 000 t bombs were dropped on Hungary during WWII, and at least 10–15 % of them did not explode. There are a lot of data in national archives both in Hungary and abroad but without being treated in Hungarian GIS database. This project outlines a geospatial database from based on archives of publications, reports, attack reports and aerial photos. This paper provides an overview of the most important issues of making the Hungary's World War 2 Bomb bay Database (HWW2BD).

A téma előzményei

A Magyarország elleni légi hadműveletek történetének feldolgozásában a mindmáig alapvető és felül nem múlt múltól (PATAKY I. – ROZSOS L. – SÁRHIDAI GY. 1992) kiindulva számos, a tárgykör különböző területeit feltáró munka született. Ezek tételes felsorolása lehetetlen; álljon itt ezért néhány példa: egy, a levéltári feltárások eredményeit közlő munka (BÖSZE S. 1995), a bombázások légi felvételeit őrző archívum anyagaival foglalkozó tanulmány (JANKÓ A. – VESZPRÉMY L. 2004), vagy egy iparág háborús érintettségét feldolgozó mű (CSEH V. 2015) is. Ugyanakkor immár halaszthatatlan feladat a katonai légi filmarchívum (1944-től datált) FF filmjeinek feldolgozása is.

Az adatkör tartalma és jellemzői

A bombázottsági adatbázis (a továbbiakban: adatbázis) a II. világháború során Magyarországot ért bombatámadások adatait fogja össze. Az alábbiak az adatállomány legfontosabb részeit és kapcsolatait említik az alkalmazott behatárolások mentén:

1. Időbeli keret

Magyarország II. világháborús részvétele és a Magyarország elleni légi hadműveletek – melyek meghatározó része a bombázások végrehajtása – időben nem fedik egymást.

A fő, s egyben határolónak tekintett időpontok az alábbiak:

- 1939. szeptember 1 - 1945. május 8.: II. világháború az európai hadszíntéren.
- 1941. június 22.: a német – szovjet háború kezdete.

- 1941. június 25.: a Szlovák Köztársaság hadat üzen a Szovjetuniónak.
- 1941. június 26.: Magyarország hadat üzen a Szovjetuniónak.
- 1942. szeptember 4.: az első légitámadás éri Magyarországot (Budapest, szovjet éjszakai bombázók).
- 1943. október 24.: megkezdődnek az átrepülések és a bombázások.
- 1945. március 26.: az utolsó légitámadás.

Az adatbázis időkerete ennek megfelelően az 1942. szeptember 4. és az 1945. március 26. közötti időtartomány (*1. táblázat*).

A hadviselő erők összetételéből, továbbá az ország földrajzi fekvéséből következően az adatbázisban nyilvántartott bombázásokat angol, amerikai, jugoszláv, német, orosz és román egységek hajtották végre.

2. Térbeli kiterjedés

A világháború során Magyarország államjogi határai több alkalommal változtak. Egyrészt az ún. bécsi döntések okán, másrészt a Jugoszlávia elleni német támadás (1941 április 6.) után a magyar csapatok (német hozzájárulással) megszállták a Muraközt, a Muravidéket, a baranyai háromszöget és a Bácskát.

A változásokat az *1. ábra* tükrözi. A bombázások érinthették bármelyik akkori magyar területet, az adatbázis adatai pedig a jelenlegi államhatár által közrefogott területre vonatkoznak.

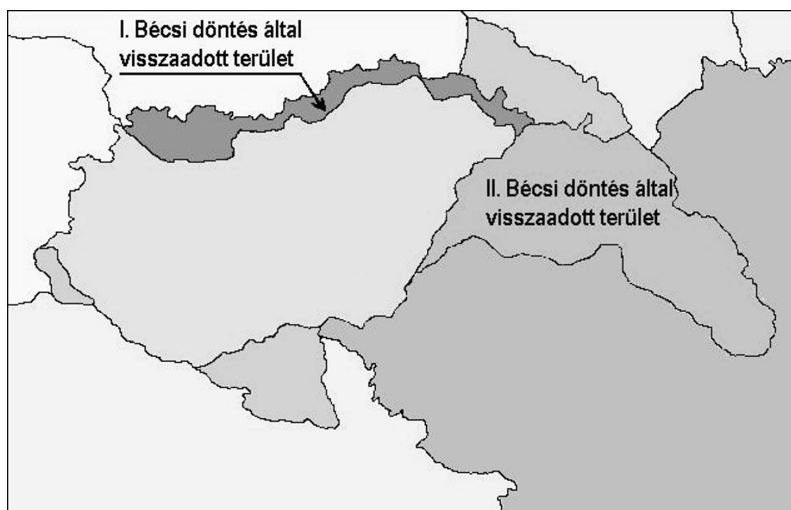
3. Szöveges adatállomány

Az események nyomon követése és rögzítése célszerűen az egyre bővülő, úgynevezett másodlagos források (lásd: PATAKY I.–ROZSOS L.–SÁRHIDAI GY. 1992, előszó) feldolgozásával történik. Elsősorban a levéltárak szakmai felügyelete alatt készült kiadványok tartoznak ide.

A források alapján a valóság a következő: egy települést, egy napon, egy vagy több bombatámadás érhetett, amelyeket azonos, vagy különböző légierő egysége hajthatott végre. A hely azonosítására csak a településnév használható – annak ellenére –, hogy (azon belül) többször megjelenhet további célpont (vasútállomás,

1. táblázat A II. világháború főbb időpontjai

1939.	1940.	1941.	1942.	1943.	1944.	1945.
1939. szeptember 1. 1945. május 8. Világháború az európai hadszíntéren						
1941. június 22. 1945. május 8. A német-szovjet háború						
1942. szeptember 4. Magyarország bombázása 1945. március 26.						



1. ábra Az adatbázis területi kiterjedése
(Forrás: Wikipédia https://hu.wikipedia.org/wiki/Bécsi_döntések)

malom, főút, stb.) említése is.

Így a helységnevet és az első bombázási időpontot az állomány alaprekordja tartalmazza. Ezt további táblák övezik, például:

- az „Időpontok” (pl. Budapestet 14-szer érte bombatámadás, Veszprémet 84-szer, stb.);
- a „Bombázóerők” (a bombázó egység adatai, pl. 15. AAF, RAF, stb.);
- a „Célpontok” (pl. vasútállomás, kikötő, olajfinomító, stb.);
- a „Támadás módja” (pl. rombolóbomba, gyújtóbomba, stb.), és mások.

4. A légi felvételek állománya

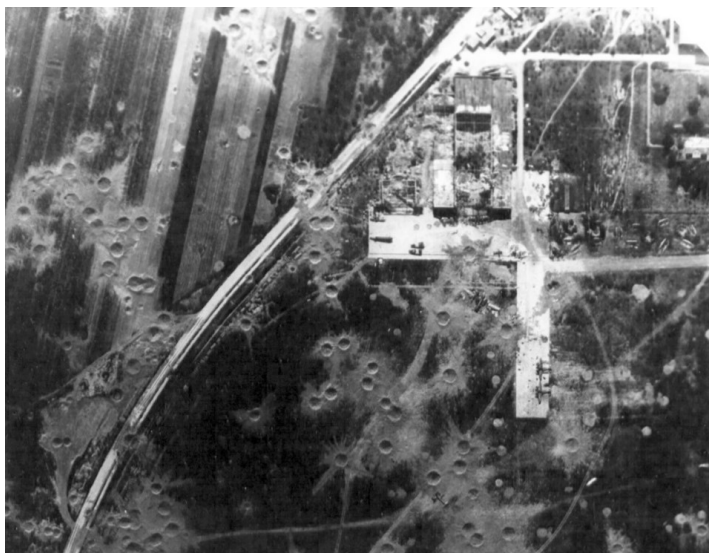
A bombázást elszennvedett területekről korabeli légi (FF) felvételek állnak rendelkezésre. Ezek kis része magyar, túlnyomó részük külföldi archívumok tulajdonában van, de hozzáférhetők. Az adatbázis számára azok az értékesek és egyáltalán: használhatók, amelyek egyrészt függőleges – vagy közel függőleges – tengelyűek, másrészt valóságos bombázási nyomokat tartalmaznak, ahogy a 2. ábrán is látható: ez a tököli repülőtér egyik bombázása után készült kárfelmérő felvétel.

Egy adott település bombázottságának megállapításához nyilvánvalóan szükségesek a becsapódások koordinátái, ezekhez pedig a légi felvétel georeferálása és további földrajzi azonosítások is.

A fellelt fényképek a „Légi felvétel” táblán keresztül (helységnev, légi felvétel azonosító, dátum) kapcsolódnak az adatbázisba.

5. A közigazgatási határok állománya

Egy adott település közigazgatási besorolása (és határa) az idők folyamán változott – országhatár, megyenév, megyehatár, településnev, településhatár, és ezek kombinációja – így a mostani településnévhez tartozó akkori közigazgatási határ megállapítása is szükséges. Hasonló, de egyszerűbbnek tűnő helymeghatározási



2. ábra Tököl, bombázás után

(Forrás: „fortepan 24313 képszám, orig: National Archives, évszám: 1944”)

kérdést vetnek fel az egy, vagy néhány közigazgatási határon belüli, kis kiterjedésű létesítményként felfogható célpontok (ideiglenes repülőterek, kikötők bombázásai vagy elaknásított folyamszakaszok, stb.).

Az adatállomány feltárásának nehézségei

Bármely típusú adatállományt nézzünk is, az adatbázis feltöltése során sajátos problémákkal kell megküzdeni – végül pedig feloldani; ezekből emel ki néhányat az alábbi felsorolás.

1. A szöveges állományok feltárása

Terminológiai kérdések.

A bombázást végrehajtó repülőegység pontos (és egyben adatbázisbeli) neve célszerűen megegyezik az adott légierő hadrendi elemének megnevezésével, mindenféle fordítás nélkül. E törekvés megvalósítása egy adott forrásmunka felhasználásakor jelentős többletmunkával (többoldalú ellenőrzéssel) járhat, ugyanis a szerző a legjobb szándéka mellett is tévedhet.

Repülő tevékenységek értelmezése

Meg kell tudni különböztetni a hadászati – főként amerikai és brit – légierők tevékenységét (ezek bombázták a stratégiai célpontokat, mint például Tökölt (3. ábra)) a harcászati (főleg a német és a szovjet) légierő a magyar és német szárazföldi csapatok elleni bevetéseitől. A stratégiai légierő bevetéseihez felderítő és kárfelmérő légi felvételek készültek, ezek az archívumokban megtalálhatók. A harcászati bevetések során történt bombázásokról nincsenek felvételek.

Helység és helyazonosítási kérdések

Nemcsak a közigazgatási határok, hanem a településnevek, a településrészletek nevei is változhatnak (lásd: egykor Moson és Magyaróvár, most Mosonmagyaróvár). A légi felvételek azonosításához részletes (korabeli) országismeret és légi felvétel olvasási gyakorlottság egyaránt szükséges, amint azt a National Collection of Aerial Photography képkatalógusában településnév szerinti egyszerű keresés eredménye is mutatja (zárójelben a találatok száma):

- Nyugoti Pályaudvar(15), Nyugati Pályaudvar(0)
- Ofen; Central Hungary; Hungary (3),
- Buda (6), egy jó, a többi Brabantban van...
- Gellert (6) vagy Gellért (6) ≠ Budapest(66)

2. Légi felvételek felhasználása

A légi felvételek felhasználását meg kell előznie a hazaiak archiválásának, amely országos érdekű és jelentőségű munka. A legnagyobb eredeti állománnyal a katonai térképészet szervezete rendelkezik.

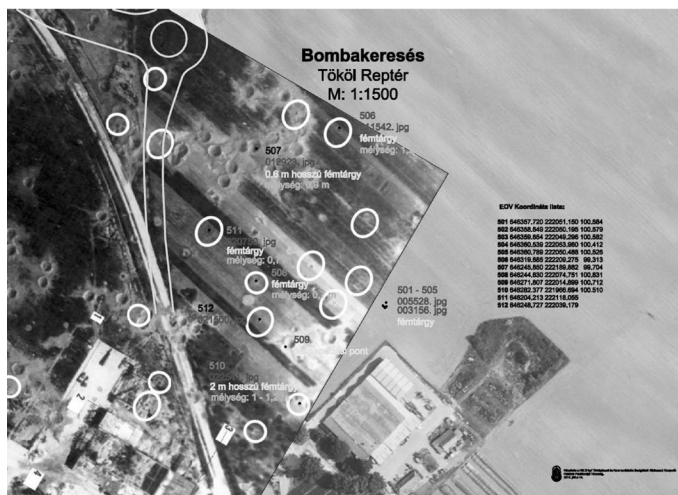
HM Zrínyi Térképészeti és Kommunikációs Szolgáltató Közhasznú Nonprofit Kft.

A HM Zrínyi Nonprofit Kft. légifilmtára kb. 251000 db különböző méretű eredeti légi filmet őriz (18×18 cm-es 110000 db, 23×23 cm-es 92000 db, 30×30 cm-es 50000 db) állami alapadatként, évtizedek óta hagyományos módon (az első filmek 1944-ben készültek, tehát már 70 évesek). Ezek szürkeárnyalatos, analóg felvételek, pótolhatatlan nemzeti értéket képviselnek és feldolgozatlanok. Állapotuk folyamatosan romlik, archiválás nélkül hamarosan tönkremennek. A legrégebben készült, az 50000 db-os tételből – amely a teljes ország területét lefedi – mintegy 10 000 db felvétel tartalmazhatja bombázások nyomait becslésem szerint.

Külföldi archívumok

Az amerikai National Archives és a brit National Collection of Aerial Photography második világháborús felvételek tízmillióit őrzi, közöttük a magyarországi bombázások légi felvételeit. E felvételek digitalizáltak, katalogizáltak (nem mind!), kereshetők és megvásárolhatók.

A légi felvételek felhasználásával a becsapódások helyei mind meghatározhatók; így lehetővé válik egyrészt egy adott területet ért bombatömeg számítása (a kráterek mérete és a bombázó légierő géptípusainak alapján), másrészt a fel nem robbant bombamennyiség becslése. Irodalmi adatok szerint ugyanis a ledobott bombák 10-15%-a nem robban fel, de működőképes marad. A Magyarországra ledobott amerikai bombatömeg 26 422 t, a többi – az angol, jugoszláv, német, orosz, román – légierő nem közölt adatokat, így az összes ledobott bombatömeg a 40 000 tonnát is elérheti. Nyugat-Európában egyébként (az építési költségek minimalizálása végett) a fel nem robbant bombák helyének meghatározására állami és magántársaságok vállalkoznak, sikerrel. Németországban nagyobb építkezések esetére az ún. „bombatérkép” beszerzését törvény írja elő.



3. ábra Bombatölcsérek a légifelvételen

Végül néhány, közben felmerült szép feladat említése...

1. Semmilyen azonosítóval nem bíró légi felvétel földrajzi helyének meghatározása.
2. Bombatölcsér keresése a légi felvételen (3. ábra).
3. Fel nem robbant bombák helyének azonosítása.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton is köszönöm a HM Zrínyi Térképészeti és Kommunikációs Szolgáltató Közhasznú Nonprofit Kft., a HM HIM Hadtörténeti Könyvtár, a HM HIM Hadtörténelmi Levéltár, a Magyar Nemzeti Levéltár, a Csongrád Megyei Levéltár, a Fejér Megyei Levéltár, a Győr-Moson-Sopron Megye Győri Levéltára, a Győr-Moson-Sopron Megye Soproni Levéltára, a Komárom-Esztergom Megyei Levéltár, a Pest Megyei Levéltár, a Somogy Megyei Levéltár, a Tolna Megyei Levéltár, a Vas Megyei Levéltár, a Veszprém Megyei Levéltár és a Zala Megyei Levéltár önzetlen támogatását.

Felhasznált irodalom

- Bösze S. (1995): Adatok az angolszász szövetségesek Somogy megyét ért bombázásairól (1942 szeptember – 1944 október). Szerk: Szili Ferenc, Somogy megye múltjából, Levéltári Évkönyv, 26. Kaposvár, 23 p.
- Cseh V. (2015): „Légiriadó vigyázz!” Angolszász légitámadások a magyar olajipar ellen 1944/1945-ben. Doktori (PhD) értekezés-tervezet Budapest, 288 p.
- Jankó A. – Veszprémy L. (2004): Látogatás a Keele University légifotó archívumában. Keele, Staffordshire, 2002 május 17-24. Hadtörténelmi Közlemények. 2004/1.
- Pataky I. – Rozsos L. – Sárhidai Gy. (1992): Légi háború Magyarország felett. Zrínyi Kiadó, Debrecen, 632 p.

Térinformatikai adatáramlás egy erdészeti szakrendszerben

Szűcs Kálmán¹ – Cseh-Szombathy Péter² – Torma Viktor³ –
Szlovák Gergely⁴ – Déri Ferenc⁵

¹ projektigazgató, Naviscon Zrt, kalman.szucs@naviscon.hu;

² térinformatikai referens, Naviscon Zrt, peter.cseh-szombathy@naviscon.hu;

³ szoftverfejlesztő, Naviscon Zrt, viktor.torma@naviscon.hu;

⁴ térinformatikus, Naviscon Zrt, gergely.szlovak@naviscon.hu;

⁵ rendszerszervező, Naviscon Zrt, ferenc.deri@naviscon.hu

Abstract: Forestry mapping dates back in Hungary until the 18th century, therefore mapping is still integral part of forest management. This paper provides the overview of the status of mapping before-after the softwares called ESZR and TERI. ESZR is a three-layered architecture made for most kind of forestry purposes. TERI is an Android-based application for the main mapping aims which is communicating with ESZR when the phone is online. These applications developed by Naviscon Zrt. use GIS data getting from forestry authorities (ESZIR). The study also describes some methods of the data flow between the applications.

Bevezetés

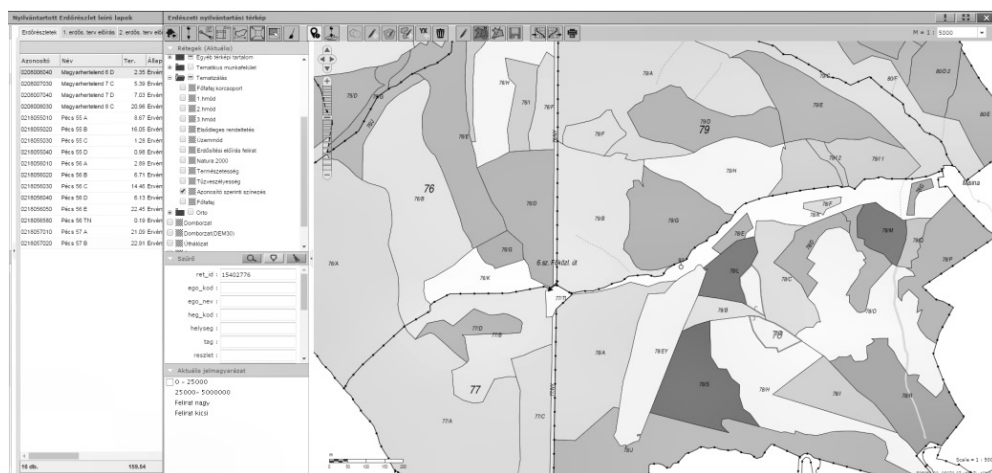
Térképek az erdőgazdálkodásban

Az erdőgazdálkodástörténete egészen az ókorig visszavezethető (BAUMGARTNER, 1998), azonban erdészeti/térképészeti szempontból hazánk egyik legjelentősebb okmánya Mária Terézia 1769. évi - magyarul 1770-ben kiadott - erdőrendtartása volt. „A fáknak és erdőknek neveléséről és megtartásáról való rendelés” előírta, hogy az erdők, a Geometria vagy a földmérés tudománya vagy a lépésszámlálási mód szerint megmértessenek, ez alapján jelöljék ki a vágásterületeket. A rendelet intézkedett a térképek tízévenkénti felülvizsgálatáról és szükség szerinti felújításáról is (TÓTH, 2008). Ettől az időtől fogva vált szerves részévé a térképi csatolmány az erdészeti munkálatoknak. A második világháborút követően az erdők döntő többsége állami tulajdonba került, és ezzel megteremtődött az állami erdőgazdálkodás alapja (HTTP1), mely kisebb-nagyobb átalakításokat követően jelenleg 22 állami erdőgazdaságra tagozódik. A társaságok az ország összes erdőállományának - 2.000.000 ha - nagyjából felén tevékenykednek.

Az állam és a szabad királyi városok erdészeti igazgatását századokon át az udvari kamarák és azok alárendelt hivatalai intézték. Az 1879-es erdőtörvény óta beszélhetünk erdőfelügyelésről, hatósági munkáról. Jelenleg ezeket a munkákat a NÉBIH Erdészeti Igazgatósága fogja össze, szakmailag irányítja, nyilvántartja, felügyeli az erdőgazdálkodókat. Ezt a nagy mennyiségű és összetett feladatot egy speciálisan erre a célra kialakított program segítségével végzik, mely az **ESZIR** nevet

viseli. Ennek segítségével működtetik az **Országos Erdőállomány Adattárat**. A számunkra most legfontosabb feladatokat az erdészeti igazgatóság **Nyilvántartási és Térképészeti Osztálya** látja el. Ez az osztály adatszolgáltatási, térképészeti, valamint üzemeltetési feladatokat lát el. A Hivatalon belüli felhasználóknak, illetve külső megkeresés alapján ügyfeleknek (erdőgazdálkodók, egyetemek, kutatóintézetek, önkormányzatok, stb.) teljesít adatszolgáltatást az Adattárból (HTTP2).

Mivel a korábbi szoftverekben, -vagy azok hiányában- a térképek ESRI shape fájlokban érkeztek, a leíró adatok pedig csv fájlként, így egységes kezelésük viszonylag nehézkes volt. A korábbi gyakorlat eredménye volt a ritka adatfrissítés és ezzel összefüggésben az adatok gyors avulása. A professzionális térképszoftverek csak külön a gépre telepített programként (vastag kliens) voltak elérhetők, így egyrészt a géphez kötött adatok miatt, másrészt a külön szakértelmet igénylő felhasználói felület miatt, csak kevesen tudták használni a térképeket. Ennek kiküszöbölése érdekében kezdtünk bele egy teljesen új alapokon nyugvó szoftver fejlesztésébe, melynek megalkotásakor az a cél lebegett a szemünk előtt, hogy a térképi és leíró adatok végre széles körben elérhetővé váljanak. A fejlesztés során elsődleges szempont volt a nyílt forráskódú eszközök használata, az online elérhetőség (vékony kliens), illetve a speciális térképi funkciók egyszerűsítése, hogy azok is gond nélkül tudják használni a programot a mindennapi munka során, akik eddig nem használtak térképszoftvert. A Naviscon által létrehozott **ESZR (Erdészeti Szakmai Rendszer)** (1. ábra) programba -elsősorban erdőgazdálkodók használják, a hatóságtól kapott adatok alapján- az indulás időszakában CD-n érkeztek az adatok az ESZIR-ből (csv és shp fájlok). Ennek a módszernek hamar megmutatkoztak a hiányosságai, ezért a NÉBIH közreműködésével megvalósításra került, hogy az ESZIR rendszer Oracle Spatial adatbázisából VPN kapcsolaton keresztül kerüljenek be az ESZR POSTGIS adatbázisába a leíró-, valamint a térbeli adatok. Az elektronikus adatátvitelnek köszönhetően többé már nem probléma a rendszeres adatfrissítés, illetve ennek segítségével a változások is nyomon követhetők, visszakereshetők.



1. ábra Az ESZR térképmegjelenítő ablaka

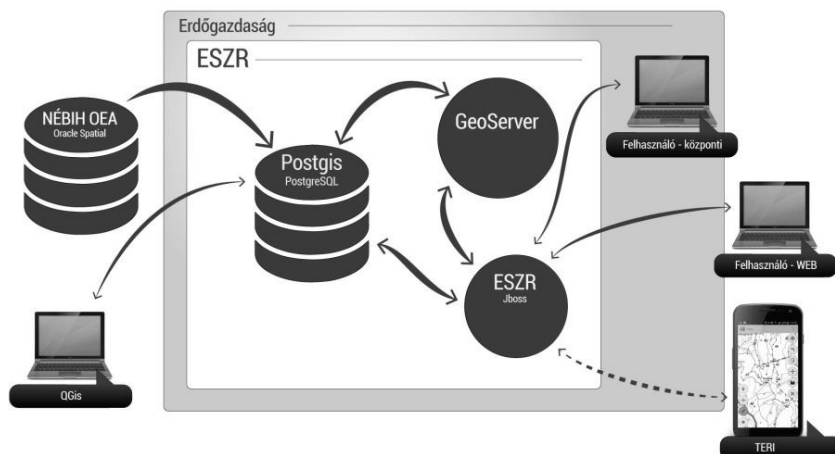
A program előnyei:

- online kapcsolat az adatgazda és az erdőgazdálkodók között
- rendszeres frissítés
- térinformatikai adatbázis
- webes megjelenítés
- sokkal több felhasználó érhető el
- leíró térképi kapcsolat együtt
- erdőgazdálkodási feladatok teljes körű támogatása

Anyag és módszer0

Alapvető elvárás volt, hogy nyílt forráskódú eszközökkel kerüljön megoldásra a feladat. (2. ábra) A kiindulási állapot az ESZIR Oracle spatial belső rendszere volt, amihez nem kapható direkt hozzáférés, ezért a térképi leíró adatok publikálása kerültek egy külön erre a célra kialakított Oracle adatbázisba (nem spatial). Az Oracle adatbázis táblákat elérhetővé tettük a PostgreSQL számára és az adatok átvételre kerültek. Az Oracle és a PostgreSQL site to site VPN kapcsolat segítségével folyamatosan látja egymást.

Az átvétel után feldolgozásra kerülnek az adatok, vagyis frissülnek a térképi rétegeket tartalmazó PostGIS táblák és a leíró adatok. Ezek a táblák Geoserveren is publikálva vannak. Alapvetően WMS, WFS szolgáltatás az ESZR-ben a térkép, de helyet kaptak benne elemző funkciók PostGIS függvényekkel (átfedés, távolság, stb.). Így a friss adatok azonnal elérhetőek az ESZR-ben. Jelenleg 2 hetes gyakorisággal frissülnek az adatok, de akár online frissítésre is lehetőség van.



2. ábra Az erdészeti térkép adatáramlásának architektúrája

Újabb igények – mobil eszközök

Mint napjainkban a legtöbb tudományágban, az erdészetben is megjelent az igény a mobilitásra. A legelérhetőbb megoldásnak a manapság szinte mindenhol elterjedt okostelefon ígérkezett. Legfőbb előnye a szabványosság, így nem kell a terepen dolgozó szakembereknek speciális (és drága) eszközökkel felvértezniük magukat. Fontos szempont volt, hogy a térképi vonzata akkor is látható legyen az erdőknek, mikor nincs térerő, ezért az online térkép nem bizonyult teljesen kielégítő megoldásnak. Ekkor kezdődött a **TERI (Terepi Erdészeti Információs Rendszer)** fejlesztése, melynek eredménye egy Android alapú alkalmazás, amely segíti a tájékozódást és lehetővé teszi a terepi jegyzőkönyv kiváltását. A TERI az ESZR-rel megegyező, de annál kevesebb funkcióval rendelkező mobil alkalmazás, felhasználó-specifikus jogosultsági rendszerrel.

Ugyan támogatottak az online térképek (OSM, vagy egyéb WMS), ám az adottságokból adódóan nem mindig jöhetnek szóba, mert az erdőben gyakran nincs internet elérés - sokszor még térerő sem -, ezért az adattárolást telefonon kell megoldani. Az első offline térképváltozat raszteres csempékkel dolgozott (MBTiles). Ez működőképes volt, de túl nagy méretű fájlokat (7-800 MB/erdőgazdaság) eredményezett.

Minden mobil applikáció neuralgikus pontja az eszközön tárolt adatmennyiség. Alapvető kérdésekre kell szabatos megoldást kínálni, mint például: „Milyen erőforrások kellenek az alkalmazás futásához?” Vagy akár: „Hogy fog az offline térkép elférni a tárhelyen?” A válaszok keresése során nyílt forráskódú segédeszközöket vizsgáltunk, majd sok befektetett munka eredményeként állt elő a jelenlegi állapot. A TERI azokon az eszközökön is remekül fut, amiket legtöbbször már régen leselejteztünk. Egy ilyen kipróbált, régi eszköz például a 2012-ben megjelent HTC Desire C készülék 600 MHz-es processzorral és 512 MB memóriával.

Említett pont az eszköz tárolókapacitása. Megszokott esetben egy igényesen megszerkesztett, internetkapcsolat nélkül is elérhető térkép sok helyet felemészt. Itt kell szót ejtenünk az idők során kialakult erdőföldrajzi névgyűjtés erdészettörténeti szerepeiről, jelentőségéről. A különböző, főképpen az üzemtervi térképeken jelentős számú földrajzi név található, rendszerint több mint a kataszteri térképeken (Kovács, 1975). Emellett az összes erdőtag és erdőrészlet, minden térképi jel, hazánk vízszintes alappontjaitól kezdve a klammerokig mindent tartalmaz, ami egy átlagos erdőtervi térképen vagy akár az ESZR-ben meg kell jelenjen. Ezt az adatmennyiséget sikerült a kezdeti több száz MB-ról 30–35MB-ra tömöríteni. Ez még kényes esetekben is, akár a külső memóriakártyával nem rendelkező felhasználóknak is egy elfogadható méretű állomány. Jelenleg (2017. március) a Google Play Áruház első tíz legtöbbet letöltött alkalmazásának átlagmérete 17,38 MB volt, a TERI2 (3. ábra) esetében 11,3 MB-tal számolhatunk, így térképpel együtt is 50 MB alatt marad a szükséges tárhely. Természetesen az azóta megjelent, professzionális célokra fejlesztett eszközökön (pl. Mobilemapper 50, Leica Zeno 20) is gond nélkül fut az alkalmazás.



3. ábra A TERI térképmegjelenítő ablaka

Mindez a vektoros térképek használatával volt lehetséges. Magát a térképet az **Osmosis** segítségével gyártottuk le. Az Osmosis egy nyílt forráskódú Java alkalmazás, mely grafikus felület nélkül képes az **Open Street Map** formátumait manipulálni. A PBF, BZ2 kitömörítésen kívül képes OSM tag-ekre szűrni és kiexportálni őket, megadott koordináták mentén levágni az adatot, illetve a térkép változásait hozzáadni egy már meglévőhöz, úgynevezett OSC (OSM change) formátum használatával.

Önmagában a program csak OSM fájlt tud gyártani. Telepíteni kell hozzá a **Mapsforgé Map-Writer** bővítményt. A kimeneti fájlformátum így MAPkiterjesztésű lesz, mely nem összetévesztendő a MapInfo TAB formátumhoz tartozó, földrajzi információkat tartalmazó fájlal.

A Map-Writer használatához OSM adat kell. Mivel azonban az erdőgazdaságok nem ezekkel a forrásokkal dolgoznak, a már említett állományait PostGIS-ben tárolják. Szerencsére

az OSM egy speciális XML formátum, amely akár kézzel is szerkeszthető. A pontok koordinátái, a vonalak és a poligonok töréspontjai szöveggént szerepelnek benne, így az átállás nem jelentett akadályt.

Az adatbázisban sorakozó táblákból egy PostGIS függvényekből összeállított tárolt eljárással a megfelelő formára hozható bármilyen, geometriát is tartalmazó adat. A kimeneti OSM-et már megkaphatja az Osmosis két feltétellel. Elsőként egy **XML** fájlban meg kell határozni a szinkronizálandó **tag**-eket és a hozzájuk tartozó megjelenítési nagyítási szinteket, másodjára pedig készíteni kell hozzá egy stílusleíró fájlt, amely a helyes megjelenítésért felel majd. A Mapsforge alapértelmezetten a beépített stílusát használja, ami az online elérhető OSM térképekhez nagyon hasonló megjelenést eredményezne. Ez a formátum nem megfelelő erdészeti térképek megjelenítési elvárásainak, ezért el kellett készíteni egy ehhez hasonlót. Az általunk kialakított stílus részben hasonlít a GeoServer-ben és a hasonló, ingyenesen elérhető térképszerveren megszokott SLD formátumhoz. Ez is XML, de azoktól eltérő a felépítése és a lehetőségei még nincsenek úgy kiaknázva, mint az említett stílusfájlnak. Ezek ismeretében legyártja a kívánt, lecsempézett térképet a Mapsforge.

A térkép ellenőrzéséhez javasolt használni a MOBAC (Mobile Atlas Creator) nevű programot, amely képes az egyedi stílussal is megnyitni a fájlt és további kimeneti formátumokat is támogat. A folyamat automatizálásához készítettünk egy shell-scriptet, amely az adatbázis oldali műveletektől egészen a végső MAP fájl elvégzéséig a szükséges lépéseket. Ezt minden – a programot használó – erdőgazdaság

le tudja futtatni a saját szerverén és így egyedi térképekhez jutnak. Azonban minden egyes térképi frissülés - adatbázis frissítés - után újra le kell gyártaniuk a Mapsforge térképállományt.

Ezen kívül a TERI támogatja a térinformatikában szabványos ESRI shape fájlokat, azonban egy átlagos erdőgazdaságnál előforduló elemszám esetén (10–15.000 db erdőrészlet) akadálytalanul már csak a mai mobileszközökön működik a program. A TERI 2-ben továbbra is támogatott az MBTiles formátum, de a mérete miatt már csak az erdőgazdaságok részére készülő egyedi tematikára használják a gyakorlatban. Ez azt jelenti, hogy az alaprétegre rá lehet vetíteni speciális tematikus rétegeket (pl. tűzveszélyesség, főfafaj, stb.).

Most már bekerülhet a térkép a TERI-be és elkezdhetjük használni. Az eredmény egy gyors és a telefon képernyőjéhez optimalizált térkép. Az alkalmazással kitűzhető pontok, vonalak, illetve poligonok is, ez például egy erdőkár-felmérésnél hasznos lehet, ahol elegendő a mobiltelefon GPS-vevőjének pontossága. Olyan feladatokhoz, ahol pontosabb helymeghatározás szükséges, javasolt egy külső, nagypontosságú vevő beszerzése, amely Bluetooth segítségével a telefonhoz tud kapcsolódni.

Eredmények

A programnak jelenleg közel 1.000 felhasználója van, akik napi szinten küldik és fogadják az adatokat. A kis méretnek és a könnyű használatnak köszönhetően, még a régebbi eszközökön sem okoz problémát az adatok küldése vagy fogadása.

A jövőben elvégzendő fejlesztési feladatok között kiemelt helyen szerepel az attribútumok megjelenítése és az MBTiles teljes körű kiváltása, azonban az Android fő verzió váltások meglehetősen sok fejlesztést igényelnek a speciális funkciók miatt.

Felhasznált irodalom

- D. M. BAUMGARTNER – R.L. EVERETT – YE.P. KUZMICHEV – V. K. TEPLYAKOV (1998): A History of Russian Forestry and its leaders
- KOVÁCS J. (1975): A magyar erdőföldrajzi névgyűjtés kérdései; Erdészettörténeti Szakosztály Közleményei VIII-X. pp. 159–168.
- TÓTH M. (2008): A fáknek és erdőknek neveléséről és megtartásáról való rendelés Pozsonyban nyomtatott és találatik L.J. Mihálynál 1770. Szakdolgozat. – Szombathely, NymE Savaria Egyetemi Központ, 65 p.

Internetes források

HTTP1 www.emk.nyme.hu/uploads/media/Erdeszettortenet_2011.pdf

HTTP2 <http://portal.nebih.gov.hu/erdeszeti-igazgatosag> (2017.március.21.)

Ipari pontfelhők tömörítése

Szutor Péter

informatikai szakértő, MVMI Zrt., szutorp@mvm-informatika.hu

Abstract: The laser scanners and the orthographic handheld scanners are used worldwide more and more intensively, year by year. This results increasing number of output point cloud files to handle. The point cloud files are very large, which causes additional issues when they have to be stored. The most plausible solution is the compression. This paper overviews the most popular compression methods, introduces a new developed octree-based compression procedure and compares it with other currently used compression software solutions. The comparison made on different point clouds with different attributes.

Bevezetés

A lézerszkennerek, illetve az objektumszkennerek egyre elterjedtebbek az ipari felhasználástól a régészeten át a rendőrségi helyszínelésig. Többféle működési elvük van, s felhasználásuk igen sokrétű lehet, de most tekintsünk rájuk egy informatikus szemével: működési elvüktől függetlenül a kimenetük egy igen nagyméretű XYZ koordinátahalmaz. Nehezen tárolhatók, megjeleníthetők, átalakíthatók, a velük végzett műveletek erőforrásigényesek. A „most mit kezdjünk ezzel a sok felméréssel, amikor még tárolni is alig tudjuk” kérdés az, amit az informatika mostanában úgy nevez, hogy Big Data probléma. A Big Data a naponta nagy mennyiségben keletkező, sokszor strukturátlan, sokféle formátumú adatok összegyűjtésével, elemzésével, felhasználásával foglalkozik; ide érthető a közösségi oldalakon feltöltött személyes adatoktól kezdve a növekvő banki tranzakciókon, internetes rendeléseken keresztül az új csillagászati megfigyelésekből (vagy akár az LHC-ből) származó hatalmas adatmennyiség (PATAKI B. 2014).

A pontfelhők esetében a tárolásuk is nagy problémát jelent, erre lehet megoldás a tömörítés, amelynek többféle megvalósítása lehetséges. A jelenlegi megoldások elvi alapjait és egy új, saját fejlesztésű tömörítést fogok bemutatni.

Tárolás

A pontfelhők mérete igen nagy: kezdve a pár megabájttól a pár gigabájtorig. Ha az állományok száma nő, nem ritka a több terabájtos adatbázis. Több felhasználós környezetben gondolkodva, központi helyen - szerveren - tárolva előjönnek olyan

problémák, mint az archiválás, a sávszélesség, a háttértár kialakítása; a szerkesztés, elérés és a megjelenítés gyorsasága; kereshetőség, áttekinthetőség.

Létezik több pontfelhő adatbázis-kezelő rendszer (pl. Leica Cyclone) amely a problémák egy részét megoldja; leginkább a szerkesztés, megjelenítés, elérés, kereshetőség, áttekintés részét.

Háttértár kialakítása

Vállalati környezetben elterjedt megoldás a virtualizáció és a SAN (Storage Area Network) használata. Meg tud-e felelni ez az elterjedt kiépítés a pontfelhő adatbázisok követelményeinek? Korlátozottan. A SAN-ok nagyon jól el tudják osztani a terhelést a diszkek között, ha az átlagos felhasználásnak megfelelő, 10–100 kilobájtos blokkok jelentik a terhelést. Ezt az optimalizációt több gigabájtos fájl random elérése erős töprengésre készíti, és akár több nagyságrendnyi latency (egy komplett I/O művelet időigénye) növekedésre; ez a SAN optimalizációit felborítja és lecsökken a sebessége.

A tapasztalataim szerint a legköltséghatékonyabb egy 0+1-s RAID tömb egy dedikált gépen.

Mentés

A mentésnél is kérdés lehet, hogy a költséghatékony inkrementális megoldás működik-e. Ha sokat dolgozunk a pontfelhőkön, akkor jelentősen megnő a mentendő adatmennyiség. Míg egy Oracle archív log, mely egy egész nap munkáját tartalmazza, megabájtos nagyságrendű, itt gigabájtos nagyságrenddel lehet számolni.

A mentésre inkább érdekesebb egy tükörszervert létrehozni, amelyen az adatokat duplikáljuk. Erre többféle megoldás van, pl. Microsoft alapon egy Hyper-V cluster, de az összes virtualizációs rendszer rendelkezik ilyen lehetőséggel; egyszerűbb megoldásként a fájlok tükrözését akár operációs rendszeren belül is meg lehet oldani; pl. Microsoft alapon a DFS (Distributed File System) vagy a robocopy alkalmazásával, de léteznek bevált open-source megoldások is. Linux alatt akár az egyszerű rsync parancs is használható.

Sávszélesség

A probléma megint a méret: több felhasználó ugyanarról a szerverről gigabájtos fájlokat megnyitva jelentősen megterheli a gigabites hálózatot is. Bizonyos munkákat érdekesebb inkább távoli asztal segítségével egy erős szerveren végezni. A gyors távoli képernyőkezelésre Microsoft rendszerek alatt kiválóan bevált a RemoteFX technológia.

Tömörítés, mint részmegoldás

Kézenfekvő tömöríteni az állományokat. Ezzel egy gond lehet, a megjelenítés, szerkesztés, kereshetőség akadályozása. A pontfelhő kezelő rendszerek a megjelenítés gyorsításához indexelik az állományokat, ekkor a tömörítés nem jöhet szóba. Mentésnél, archiválásnál viszont kézenfekvő megoldás lehet.

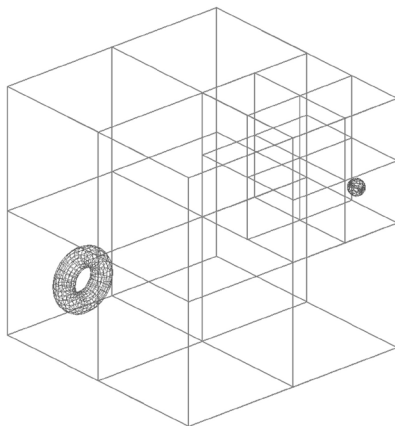
Pontfelhő tömörítések elméleti alapjai

A pontfelhő tömörítéseknél többféle módszert alkalmaznak: entrópia, aritmetikai, prediktív alapúakat.

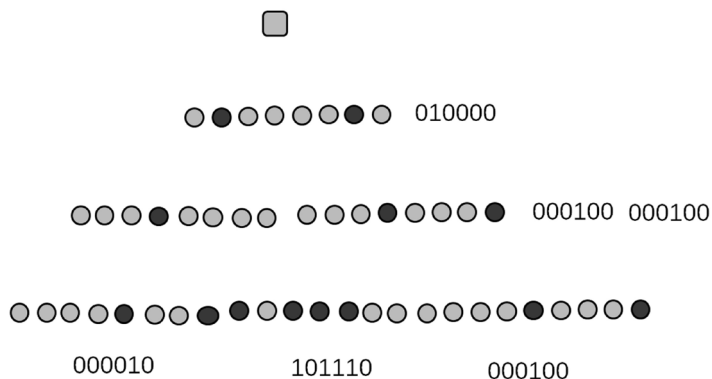
Octree alapú tömörítés

Ez egy aritmetikai módszer, a számok ábrázolásának memóriaigényét igyekszik csökkenteni (SCHNABEL, R. – KLEIN, R.). Főleg streaming pontfelhő átvitelnél alkalmazzák (pl. Microsoft Kinect) (KAMMERL, J.). Alapja egy nyolcasfa (octree) (1. ábra).

A fát bitekkel leírva kapunk egy octree kódot (2. ábra). Ha változik a kép, akkor az eredeti fa és a következő kép fája között egy XOR műveletet végzünk. Mivel az octree fa keveset változik, így egy sok 0-ból és kevés 1-ből álló bitfolyamot kapunk, amit entrópiakóddal könnyen és hatékonyan tudunk tömöríteni.



1. ábra Octree felbontás



2. ábra Octree kódok

ODETLAP alapú tömörítés

Ez ugyan nem alkalmas ipari, csak domborzati pontfelhők (x, y, magasság) tömörítésére, de az ötlet érdekes, a prediktív tömörítők jó példája. Az ODETLAP (Over Determined Laplacian) túlhatározott Laplace egyenletrendszer jelent. Az eljárás során kivesszünk pár pontot a pontfelhőből, kiszámolják rá az egyenletet, majd megnézik az eltérést az eredeti pontfelhőtől. Ahol nagy az eltérés, ott bevesznek még egy pontot, majd újból kiszámolják. A kiinduló pontok választására és módosítására többféle stratégia is létezik. Hatékony tömörítés, de a pontok számával exponenciálisan növekszik a számítási igény (WATERS, A ET AL.; STOOKEY, J. ET AL., XIE, Z ET AL 2007).

MrSID tömörítés

A Lizardtech cég tömörítője az aritmetikai tömörítők táborát erősíti. Az eljárás lényege, hogy egy számsorból egy leíró piramist épít (DWT: Discrete Wavelet Transform): első szinten leírjuk páronként a számok átlagát, majd azok eltérését az eredeti számoktól. Ekkor lesz fele annyi átlagunk és fele annyi eltérésünk. A második szinten szintén megtesszük, és tovább, amíg egy elem nem marad. Az alsóbb szintek átlagait eldobjuk, nincs rájuk szükség a rekonstrukcióhoz, csak az eltérésekre. Itt jön az aritmetikai kódolás: míg az eredeti számok lehetnek 32 bitesek is, az eltérések jellemzően csak pár bitesek; így kevesebb bittel le lehet írni a számokat. Az MrSID 64x64-s tömbökre vágja az eredeti állományt és 32 szintet épít. A tömörítési arány minimum 75 százalékos.

Az MrSID compressor fizetős szoftver, de a kitömörítő program, illetve a kitömörítő library ingyenesen letölthető és felhasználható. (<https://www.lizardtech.com/lidar-compressor/features>)

LASzip

A pontfelhők tárolásánál ismert formátum a LAS, amely egy bináris és komplex formátum (nem csak XYZ pontokat tartalmaz). Ennek a tömörítője a LASzip, amely szintén aritmetikai tömörítő, ingyenes és nyílt forrású (ISENBURG, M.). A LASzip differenciális módszert használ. Mivel a műszerek működéséből kifolyólag a felmért pontok sorrendben vannak, így a LASzip működési elve az, hogy leírom a kezdő koordinátát pontosan, majd a további pontok esetében csak az x y, illetve z eltérést, ami így kevesebb bitet igényel. Ha túl nagy az eltérés, megint felvesz egy pontot abszolút koordinátákkal. A z-t külön kezeli, mert eredetileg ez is LIDAR tömörítő; nagy z eltérésnél egy újabb z eltérés pontot vesz fel, amely nem feltétlenül egyezik az xy ponttal.

A LASzip akár 90%-ot is tud tömöríteni. (<http://www.laszip.org/>)

Octree alapú saját fejlesztésű tömörítés

Eljárás leírása

Szintén tárolási problémákra válaszul elkezdtem kifejleszteni egy saját tömörítőt (egy 3D-s objektumok láthatóságát számító algoritmus fut végig a pontfelhőkön rendszeresen, és a beolvasott adatmennyiség miatt nagyon lassan), amelynek a működési elve a következő:

- Octree kódok megállapítása minden pontra 16-s mélységig.
- Octree kódok rendezése.
- Aritmetikai tömörítés kapott kódok tömbjén (ismétlések kiszűrése).
- Entrópiakódolás (zip) a végső kódolt tömbön.

A továbbiakban OAE néven fog szerepelni, a metódusok kezdőbetűje alapján.

Az octree miatt ez egy veszteséges tömörítő, és a pontossága a kiterjedéstől és az octree mélységtől függ. 30 méteres befoglalónál, 16-s mélységnél ez ~0.5 mm.

A tömörítés kifejezetten számolásigényes, ezért az octree kódolást OpenCL segítségével a videokártya végzi; szerencsére tökéletesen párhuzamosítható feladat.

A program Python nyelven íródott, Numpy és PyOpenCL modulok felhasználásával. Sajnos a LASzip és MrSID tömörítőkkal szemben még csak XYZ tartalmat kezel.

Tömörítési arányok összehasonlítása

Többféle pontfelhőn (1. táblázat) teszteltem az eljárásomat. A kiinduló formátum egyszerű XYZ értékek listája. A sűrűséget és a zajt szemrevételezéssel állapítottam meg (mivel ingyenesen felhasználható pontfelhők, sajnos nem volt pontos adatom a műszerről és a mérésről).

1. táblázat Teszt pontfelhők tulajdonságai

Pontfelhő	Méret	Sűrűség	Zaj
Építészeti1	63,9 MB	nagyon magas	nagyon alacsony
Építészeti 2	211,5 MB	közepes	alacsony
Ipari 1	118,3 MB	magas	közepes
Ipari 2	103 MB	közepes	közepes
Ipari 3	465,2 MB	nagyon magas	nagyon alacsony
Ipari 4	937 MB	magas	magas

2. táblázat Tömörített méretek

Pontfelhő	LASzip	MrSID	Saját OAE
Építészeti1	4,76MB	5,5MB	5,1MB
Építészeti 2	13,64MB	15,3MB	10.14MB
Ipari 1	15,9MB	18,58MB	10.55MB
Ipari 2	15,3MB	15,37MB	7.76MB
Ipari 3	21,75MB	23,68MB	39,03MB
Ipari 4	30,3MB	-lefagyott-	17.09MB

3. táblázat Tömörítések az eredeti százalékában

Pontfelhő	LASzip	MrSID	Saját OAE
Építészeti 1	7,45	8,61	7,98
Építészeti 2	6,45	7,23	4,79
Ipari 1	13,44	15,71	8,92
Ipari 2	14,85	14,92	7,53
Ipari 3	4,68	5,09	8,39
Ipari 4	3,23	-	1,82

Az MrSID és LASzip tömörítőket használtam összehasonlításképpen, 1 mm-s pontosságra állítva (2. és 3. táblázat).

Összegzés

A táblázatok értékei jól tükrözik, hogy az aritmetikai tömörítések akkor működnek jól, ha „sima” és sűrű a pontfelhő. Zajos, vagy nem kellően sűrű pontfelhőknél az eltéréseket csak nagyobb értékkel lehet leírni, így ott az erre nem érzékeny octree kódolás működik jól. Viszont hátrány, hogy az OAE nem veszteségmentes tömörítő, illetve nagyobb kiterjedésnél csökken a pontosság; valamint csak XYZ tartalmat kezel. Láthatósági és ütközésvizsgálatoknál használható az OAE, mert ott nincs szükség másra, csak az XYZ értékekre.

Továbbfejlesztési lehetőségként a pontfelhők racionalizálásán érdemes elgondolkodni: a gyártók általában a pontsűrűség értéket 10 méteren mérve értik. Tehát egy 3 mm-s pontosságú mérésnél a közelebbi felületeken ennél nagyobb sűrűségű pontokat kapok, feleslegesen. Ezek eltávolítása egyszerű művelet (a nyílt forrású PCL -Point Cloud Library- már kész eljárásokat kínál a tisztításhoz), és szintén csökkenti a méretet.

Felhasznált irodalom

- PATAKI B. (2014): A Big Data menedzselése
- WATERS, A. – NARAYAN, M. – BARANIUK, R. – OWENS, L. – FREEMAN, D. – HIELSBERG, M. – PETROVA, G. – DEVORE, R.: Multiscale Representations for Point Cloud Data
- STOOKEY, J. – XIE, Z. – CUTLER, B. – FRANKLIN, W.R. – TRACY, D. – ANDRADE, M.: Parallel ODETLAP for Terrain Compression and Reconstruction
- XIE, Z. – FRANKLIN, W. R. – CUTLER, B. – ANDRADE, M. A. – INANC, M. – TRACY, D. M. (2007): Surface Compression using Over-determined Laplacian Approximation
- ISENBURG, M.: LASzip: Lossless Compression of LIDAR data
- SCHNABEL, R. – KLEIN, R.: Octree based Point cloud compression (Universität Bonn, Germany)
- KAMMERL, J.: Development and Evaluation of Point Cloud Compression for the Point Cloud Library (Institut für Media Technology, TUM, Germany).

Centiméter pontosságú ETRS89-EOV/Balti átszámítás nyílt forráskódú környezetben

Takács Bence¹ – Siki Zoltán²

¹ egyetemi docens, BME, takacs.bence@epito.bme.hu;

² adjunktus, BME, siki.zoltan@epito.bme.hu

Abstract: A countrywide cm precise transformation is introduced between ETRS89 and EOV (Hungarian reference system, HD72) in this paper. The NTv2 (National Transformation version 2) format is used, so this transformation can be integrated in several software which are based on proj.4 open source library, for example GDAL utilities, QGIS, PostGIS. The created transformation grids (both horizontal and vertical) are free to download from the proj.4 home page.

Bevezetés

A geodéziai célú GPS-mérések bevezetése óta számos kutató foglalkozott a GPS-koordináták EOV vetületre, illetve Balti magasságra történő átszámításának problémájával. Igazából hibátlan megoldás máig nem született, ami elsősorban a hagyományos geodéziai alapponthálózatok kerethibáira, illetve a megfelelő pontosságú geoidmodell hiányára vezethető vissza. Ma elérhető legjobb megoldás 1-3 cm-es pontossággal jellemezhető (Kenyeres A. 2015), ami a legtöbb gyakorlati felhasználás szempontjából elegendő. A cm pontos átszámításhoz korábban inkább lokális hasonlósági transzformáción alapuló megoldást, pl. az EHT2 szoftvert alkalmazták, ma már talán jellemzőbb a javítórácsokon alapuló megoldás, pl. VITEL (BORZA ET AL. 2007). Ezeken túl további megoldások is ismertek (pl. ZALETNYIK P. 2005). Az említett eljárások egyik nehézsége, hogy adott műszeren vagy adott szoftverkörnyezetben alkalmazhatók; illetve, hogy korlátozott számú pont átszámítására alkalmasak és kevés adatformátumot támogatnak. A korszerű adatnyerési eljárások (pl. légi lézerszkennelés) következtében jelentős méretű pontfelhők átszámítása jelentkezik feladatként. Egy másik igen gyakran előforduló feladat, hogy térinformatikai szoftverekben különböző vonatkoztatási rendszerben készült úrfelvételeket, ortofotókat, vektoros rétegeket szeretnénk egyszerre kezelni, vagyis a köztük szükséges transzformációra menet közben („röptében”) van szükség.

Egységes paraméterekkel végzett átszámítás pontossága

Jól ismert, hogy országosan egységes, három vagy hét paraméteres hasonlósági transzformációval az ország területén nagyjából deciméteres pontossággal végezhető

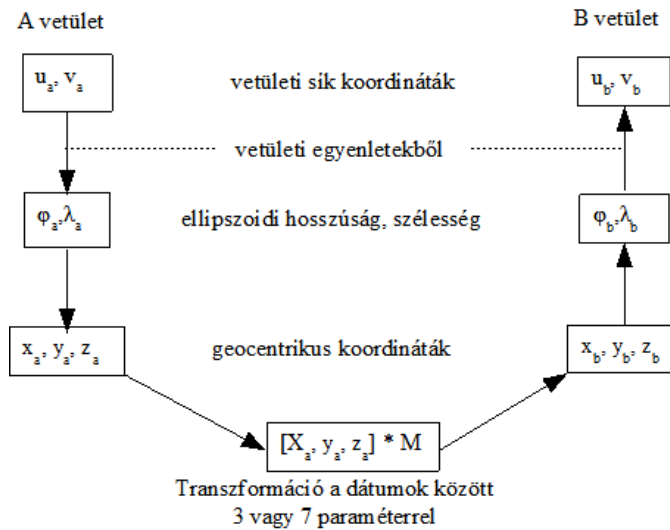
az átszámítás. A legnagyobb, 1 méter körüli eltérések magassági értelemben jelentkezők (TIMÁR G. – MOLNÁR G. 2002; VIRÁG G. 1999). Az említett transzformációs hibák csökkenthetők, ha a transzformációs paramétereket egymáshoz közeli OGPSH pontokból vezetjük le (lokális hasonlósági transzformáció). A módszer hátránya, hogy a transzformáció csak korlátozott (jellemzően néhány 10 km²-nyi) területen alkalmazható. Szintén hátrányként említhető, hogy a transzformációs paraméterek változása a térben nem lineáris. A transzformáció közös pontjainak változása során olykor a paraméterekben ugrásszerű változás figyelhető meg. A transzformáció hibáinak csökkentésére alkalmazott másik megoldás, hogy az országosan egységes hasonlósági transzformáció hibáit megadjuk egy szabályos rácsmódel sarokpontjaiban, majd az átszámítandó pontban a transzformáció hibáit az adott rácsmezőn belül bilineáris interpolációval határozzuk meg. Az egységes paraméterekkel végzett transzformáció hibáit ezután korrekcióként vesszük figyelembe. Az eljárás a magyar geodéziában VITEL néven terjedt el. A VITEL javító rácsháló alkalmazásához szükséges licenc csekély összegű térítés ellenében megvásárolható. Számos geodéziai és térinformatikai GNSS-vevő és feldolgozó szoftver alkalmazza ezt a megoldást. Bár a lokális hasonlósági transzformáció és a javító rácshálók módszere elviekben eltér egymástól, az eredmény numerikusan néhány mm-en belül azonos (BORZA ET AL. 2007).

Proj.4 programkönyvtár

A nyílt forráskódú térinformatikai szoftverek az átszámításokhoz a proj.4 programkönyvtárat¹ használják, de kereskedelmi szoftverekbe is egyre gyakrabban beépítik. A proj.4 könyvtár széles körben alkalmazott, számos vetület közötti átszámítást végző nyílt forrású program, akár a felhasználó is bővítheti újabb vetületekkel. Számos térinformatikai program (pl. GDAL/OGR, QGIS, MapServer, stb.) használja. A magyar GNSS felhasználók körében elterjedt átszámító eljárásokhoz képest előnye, hogy számos vetület és vonatkoztatási rendszer közötti átszámítást támogat, nem csak koordinátajegyzékek, hanem komplett térinformatikai vektoros és raszteres adatállományok vetületi átszámítására is alkalmas más nyílt forráskódú programokkal kiegészítve (pl. ogr2ogr, gdal_translate, QGIS). Tapasztalataink szerint nagyméretű állományok átszámítását is hatékonyan végzi.

A proj.4 az átszámítás során azt a módszert alkalmazza, hogy először a kiinduló vetületi sík koordinátákat, a vetületi egyenletek segítségével alapfelületi hosszúság, szélesség és ellipszoid feletti magasság értékekre számítják át. Ezekből a következő lépésben geocentrikus derékszögű koordinátákat számítanak. Az így kapott koordinátákat a két vetület ellipszoidjainak eltérő elhelyezése miatt transzformálni kell, egyszerűbb esetben három eltolás elegendő, de hét paraméteres térbeli hasonlósági transzformáció is alkalmazható. Az átszámítás során ebben a lépésben jelentkezik a bizonytalanság, ugyanis nem ismerjük elég pontosan az

¹ <https://github.com/OSGeo/proj.4/wiki>



1. ábra A proj.4 alapértelmezett transzformációja

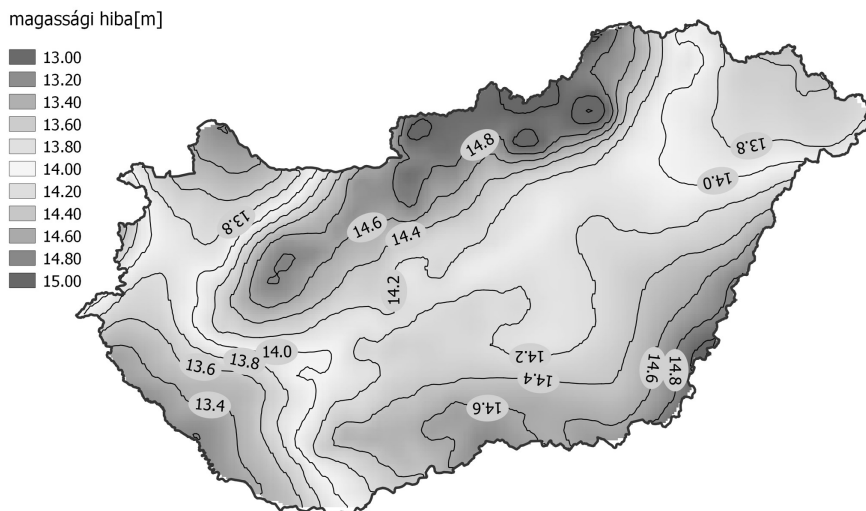
egyes alapterületek egymáshoz képesti elhelyezését. A transzformált geocentrikus koordinátákat a másik vetületnek megfelelő paraméterekkel visszaszámítjuk sík koordinátákká (1. ábra). A magasságok átszámításnál tovább bonyolítja a helyzetet a geoid unduláció nem elég pontos ismerete.

A proj.4 könyvtárhoz tartozó, jelenleg a programcsomaggal együtt letölthető vetületeket definiáló adatállományban az EOVS vetülethez tartozó ellipszoid (IUGG67) és a GRS 1980 ellipszoid elhelyezési eltérését három eltolási paraméterrel adják meg. A három paraméterrel vízszintes értelemben 1 méter alatti hibával végezhető el az átszámítás, ugyanakkor magassági értelemben 13 és 15 méter közötti szabályos hiba tapasztalható (2. ábra). Tapasztalataink szerint a proj.4 könyvtárhoz több transzformációs paraméterkészlet is ismert az EOVS vetületre, az ezekkel végzett átszámítás hasonló vagy még gyengébb pontossággal jellemezhető.

Szerencsére a három vagy hét paraméteres transzformáció mellett további pontosítási lehetőséget is biztosít a proj.4 programkönyvtár. Az ellipszoidi hosszúság, szélesség értékekhez egy javító rácsot adhatunk meg, azaz a cél vetületben kapott ellipszoidi hosszúságokat és szélességeket javítjuk meg mindkét vetületben ismert koordinátájú pontok alapján levezetett javító rácsban történő bilineáris interpolációval. Ezt a rácsot viszont már két vetület közötti átszámításra egyedileg kell elkészíteni. Az ETRS89 és EOVS vetület közötti javító rács elkészítéséről számolunk be cikkünkben.

Javító rácsmodell levezetése, pontossága

A proj.4 programcsomag a vízszintes értelmű javítórácsot NTV2 (National Transformation Version 2) formátumban képes kezelni. A korrekciókat földrajzi koordinátarendszerben felvett rácpontokban kell megadni, ennek következtében

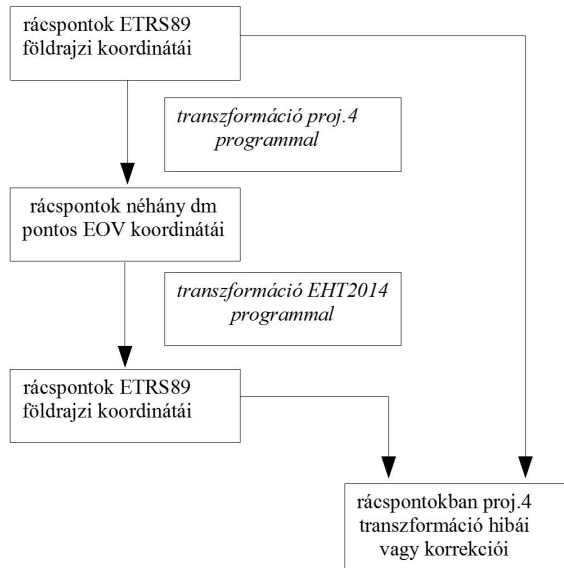


2. ábra A proj.4 programkönyvtár alapértelmezett három paraméteres transzformációjának hibái

a korrekciók mértékegysége tipikusan szögmásodperc. A formátum leírását nem részletezzük, mert elérhető a világhálón több helyen is (GARNERO G. 2013), csak annyit jegyünk meg, hogy szélesség és hosszúság irányában eltérő ráctávolsággal is dolgozhatunk, illetve lehetőség van inhomogén rácsmodellek megadására (bizonyos területeken sűrűbb, bizonyos területeken ritkább a modell). Az NTV2 formátumot a GDAL programkönyvtár és a GRASS GIS is támogatja, így akár a térinformatikai programok által szélesebb körben támogatott formátumban is elkészíthetjük a javítórácsokat, amit például a gdal_translate segédprogrammal a proj.4 által kívánt NTV2 formátumúvá konvertálhatunk.

A korrekciók levezetésének folyamatábráját a 3. ábra mutatja be. A földrajzi koordinátákkal megadott rácspontokat először az egységes transzformáció segítségével számítjuk EOV vetületre, az egységes paraméterkészlettel végzett transzformáció miatt néhány dm pontos koordinátákat kapunk eredményül. A pontokat ezután EHT2014 megoldással visszatranszformáljuk földrajzi koordinátarendszerbe (ETRS89). Az oda-vissza transzformáció előtti és utáni koordináták eltérése tekinthető az egységes transzformáció hibájának, avagy annak korrekcióinak. A VITEL eljárás tapasztalatai alapján a ráctávolságot 2x2 km-es értékben vettük fel. A rácsunk nagyjából az EHT2014 eljárással lefedett területre terjed ki, azaz természetesen az országhatáron belül és azon túl még néhány km-es övezetben.

Itt hívjuk fel a figyelmet a WGS84 és ETRS89 közötti koordináták különbségére. Jól ismert, hogy a kontinensvándorlás hatására a pontok WGS84 rendszerű koordinátái az időben változnak, Európa nagy részén és egyben Magyarországon is évente mintegy 2,5 cm-t y és x irányban is. Az eltérés ma már eléri az 1 métert. Felhívjuk a figyelmet, hogy a térinformatikában mind a WGS84, mind az ETRS89 koordináták használata előfordulhat.

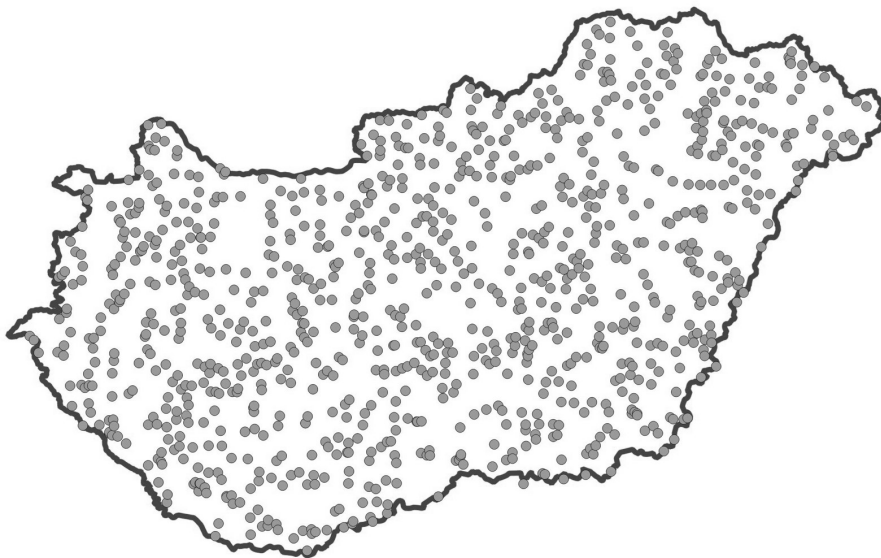


3. ábra Javitó rácsmodell korrekcióinak levezetése

Nagyon lényeges, hogy az egységes transzformációt milyen paraméterkészlettel végezzük, hiszen a javítórács ehhez a paraméterkészlethez tartozik. A gyakorlatban elképzelhető és több szempontból is hatékony megoldás, ha a transzformációt az egységes paraméterkészlettel el sem végezzük, másként megfogalmazva az eltolási és elforgatási paraméterek értéke csupa zérus, a méretaránytényező értéke 1. Az elvileg szükséges egységes paraméterekkel végzett transzformáció hatását is a korrekciókban fejezzük ki, ezt a megoldást választottuk mi is. Másik nagyon lényeges szempont, hogy a javítórácscsal elvégzett transzformáció nem lehet pontosabb, mint a korrekciók előállításához használt eljárás (esetünkben EHT2014).

A teszteléshez az ország területén belül véletlen elhelyezésben 1000 pontot vettünk fel (4. ábra). Az EU-DEM domborzatmodell alapján meghatároztuk a pontok közelítő tengerszint feletti magasságát is, majd a pontokat átszámítottuk EHT2014 és a saját javító rácshálónk segítségével is. A kétféle átszámítás eltérése jellemzően néhány mm, a legnagyobb eltérés értéke 17 mm. Az eltérés a legtöbb geodéziai térinformatikai alkalmazás szempontjából elhanyagolható. A csekély eltérések oka egyébként feltehetően az, hogy a javító rácsháló rádspontjait nem teljesen azonos módon tudtuk felvenni, mint az EHT2014 eljárás esetén.

Az EHT2014 vagy az azzal egyenértékű VITEL2014 eljárással azonos eredményt adó transzformációs eljárást dolgoztunk ki. Ezeknek lényege, hogy magassági értelemben az Egységes Országos Magassági Alapponthálózat (EOMA) pontjaihoz illeszkedő magasságot ad eredményül (KENYERES A. 2015). Ismert, hogy az EOMA utolsó, egész országra kiterjedő meghatározása az 1980-as években történt. Tehát akár az EHT2014, akár a VITEL2014, akár a cikkben bemutatott javító rácshálón alapuló transzformációs eljárást alkalmazzuk, a transzformáció



4. ábra A teszteléshez használt 1000 pont véletlen elhelyezésben

során a földkéreg 1980-as évek óta bekövetkezett magassági értelmű mozgásait elhanyagoljuk, valamint a transzformáció tartalmazza az EOMA meghatározása során elkövetett hibákat is.

Figyelemre méltó, hogy kollégáink az EHT2014 eljárásba beépített geoidmodelleket összehasonlították a legkorszerűbb fizikai geodéziai módszerek eredményeit is tartalmazó geoidmodellekkel (FÖLDVÁRI L.– TÓTH GY. 2016). A geoidmodellek eltérése helyenként több deciméter nagyságrendű. Ez az eredmény is arra utal, hogy megfelelő geoidmodell előállítása napjaink aktuális feladata. Amennyiben a geoidmodell finomítása elérhető lesz, a mi transzformációs eljárásunk finomítása is szükséges lesz.

Alkalmazás

A proj.4 programcsomag segédprogramjai több szoftverkörnyezetben is hatékonyan használhatók. Ha a lokális gépen egy koordinátajegyzék pontjainak átszámítása a feladatunk, akkor célszerű a proj.4 programcsomag cs2cs parancssorból futtatható segédprogramját használnunk. Gyakran nem koordinátajegyzék pontjainak, hanem vektoros térkép transzformációja a feladatunk. Ez a GDAL programcsomag ogr2ogr segédprogramjával oldható meg. Megjegyezzük, hogy számos térinformatikai szoftver (pl. QGIS) is a proj.4 programcsomagot használja a vetületi átszámításokhoz. Néhány nyílt forráskódú programhoz szükséges beállítások is megtalálhatók az interneten elérhető dokumentációban (TAKÁCS B.–SÍKI Z. 2014)

Azok számára, akik a különböző szoftver komponensek telepítése nélkül szeretnék használni vagy kipróbálni a fentiekben bemutatott módszert, egy webes

szolgáltatást hoztunk létre a tanszéki szerverünkön. Az átszámítás elvégezhető mindkét irányban (EOV <-> ETRS89), egyes pontok interaktív megadásával vagy fájlban tárolt pontok feltöltésével vagy saját programból. A webes szolgáltatás többféle adatformátumot is támogat: (pl. txt, gpx, kml). A webes szolgáltatás többféle programozási környezetből is elérhető (pl. Python, JavaScript, stb.). A javító rács állománya a proj.4 honlapjáról vagy a tanszéki szerverünkről bárki számára letölthető.

Összefoglalás

Az elkészített javítórácsot először 2014-ben mutattuk be a Foszforgézu konferencián (TAKÁCS B. – SIKI Z. 2014), az ismételt bemutatással szeretnénk felhívni a felhasználók figyelmét az ingyenesen elérhető pontos megoldás létrejöttére. Az elkészített és a honlapunkon (<http://geod.bme.hu/geod/letoltesek>), valamint a proj.4 honlapján (<http://proj4.org/grids.html#hungary>) elérhetővé tett, a proj.4 programkönyvtárhoz tartozó a javítórácsok, az ETRS89 rendszer és az EOVS vetület, valamint Balti magassági rendszer közötti átszámítás teszik lehetővé. Az eredmények cm pontossággal megegyeznek a jelenleg elérhető legpontosabb átszámításokkal, nevezetesen az EHT2014 vagy ezzel egyenértékű VITEL2014 megoldással. Az általunk készített javítórácsok segítségével a proj.4 könyvtárat használó szoftverekben vagy webes alkalmazásunkban ezentúl cm pontos átszámítás végezhető mind vízszintes, mind magassági értelemben, mindkét irányban.

Felhasznált irodalom

- BORZA T. – KENYERES A. – VIRÁG G. (2007): Műholdas geodéziai vonatkoztatási rendszerünk (ETRS89) felújítása. *Geodézia és Kartográfia*. 59(10–11): 40.
- ERLE S. – GIBSON R. – WALSH J. (2005): *Mapping Hacks: Tips & Tools for Electronic Cartography*, O'Reilly Media Inc.
- FÖLDVÁR L. – TÓTH GY. (2016): A GOCE műhold eredményeinek hasznosítása a hazai geodéziai modell pontosításában. GISOpen 2016 konferencián elhangzott előadás. Székesfehérvár, 2016. április 13–15.
<http://www.gisopen.hu/eloadasok/p12.pdf>
- GARNERO G. (2013): Use of NTV2 transformation grids in engineering applications, *Earth Science Informatics*, Springer-Verlag (https://www.researchgate.net/profile/Gabriele_Garnero/publication/272537287_Use_of_NTV2_transformation_grids_in_engineering_applications/links/553bac090cf245bdd766704c/Use-of-NTV2-transformation-grids-in-engineering-applications.pdf?origin=publication_detail)
- KENYERES A. (2015): A GNSS szerepe a magasságmeghatározásban. GPS25 Műholdas helymeghatározás Magyarországon 1990–2005. konferencián elhangzott előadás. Budapest, 2015. október 27. http://gpsmet.agt.bme.hu/gps25/slides/3_4_Kenyeres.pdf
- TAKÁCS B. – SIKI Z. (2014): ETRS89 <-> EOVS/Balti átszámítás http://www.agt.bme.hu/on_line/etrs2eov/etrs2eov_doc.html

- TAKÁCS B. – SIKI Z. (2014): Centiméter pontosságú ETRS89 - EOVS átszámítások nyílt forráskódú környezetben, <http://www.agt.bme.hu/gis/workshop3/eloadasok/transzformacio.pdf>
- TIMÁR G.– MOLNÁR G. (2002): A HD72 » ETRS89 transzformáció szabványosítási problémái. Geodézia és Kartográfia 54(12):28–30.
- VIRÁG G. (1999): Az Egységes Országos Vízsíntes Alaphálózat vizsgálata az OGPSH tükrében. Geodézia és Kartográfia 47(5): 22–29.
- ZALETNYIK P. (2005): Internetes alkalmazás koordináta transzformációra neurális hálózatok alkalmazásával. Geomatikai Közlemények VIII.

Fentrol.hu - Üzemeltetési tapasztalatok

Takács Krisztián

térinformatikai szakügyintéző, Budapest Főváros Kormányhivatala, Földmérési, Távérzékelési és Földhivatali Főosztály, takacs.krisztian@bfkh.gov.hu

Abstract: FÖMI has successfully completed the Digital Aerial Photograph Archive (DLA) project funded by EU, on 30th June 2014. Since that time, we have continued to digitize the archive images (and done 20000 so far). The fentrol.hu website became very popular and the number of georeferencing, tagging rises continuously. The site has several changes considering the users' needs. Because of the different light-sensitive layers, the colour photographs has the most spectacular deformations, fading. The archive images can be downloaded for free-of-charge in full resolution with georeference files. As an advantage of the power of the crowd-sourcing, more than 20 % of the uploaded aerial photographs have been moved, rotated and resized to the correct georeference information until now.

Bevezetés

A Földmérési és Távérzékelési Intézet (FÖMI) a Digitális légifelvétel archívum online szolgáltatása (DLA) projekt eredményeként mindenki számára elérhető, digitális légifelvétel archívumot hozott létre. A projekt elsődleges célja volt – a földmérési és térképészeti tevékenységről szóló 2012. évi XLVI. törvény 19. § (2) bekezdésének értelmében – a Magyarország területéről készült légifelvételek digitális formában történő megőrzése és a létrehozott digitális adatbázis online publikálásával annak széles körben való megismertetése. A fentrol.hu 2014. június 30-án indult.

Szkennelés

A DLA projekt során elvégeztük a legrosszabb állapotban lévő légifelvételek állagmegóvását és digitalizálását. Ez a teljes filmtár 15%-a, 61800 kép. A projekt eredményes lezárása után, a kialakított infrastruktúrával tovább folytatódott a fennmaradó képek digitalizálása, így mára a filmtárban található felvételek mintegy negyede, 2017. márciusától 115454 db érhető el a fentrol.hu-n keresztül online. A két darab Leica DSW 700 légifilm szkennelssel, 14 mikron (1814 dpi) felbontásban fél évente mintegy 10 ezer új kép szkennelésére van lehetőség, így a közeljövőben is folyamatosan fog bővülni a digitális archívum. A fekete-fehér negatívak mellett, színes felvételek szkennelését is végezzük. A képek digitalizálásának sorrendjét nem földrajzi helyük, korábbi titkosságuk vagy felbontásuk alapján, hanem fizikai

állapotuk szerint határozzuk meg, mivel elsődleges célunk a legveszélyeztetettebb felvételek megőrzése.

Az archívumban található, több évtizede készült színes felvételek minőségének romlása sokkal szembetűnőbb, mint a fekete-fehér képek esetében, mivel a többféle fényérzékeny réteg bomlása nem egy időben történik. Az archívumban található képek 7%-a, 30000 db színes légifelvétel, melynek több mint fele már feltöltésre került a fentrol.hu oldalra.

Fentrol.hu - a digitális légifelvétel archívum online keretrendszere

A DLA projekt során, a szkenneléssel párhuzamosan került kifejlesztésre az online szolgáltatási keretrendszer, mely lehetővé teszi, hogy az érdeklődők és az ügyfelek webes felületen keresztül érhék el a folyamatosan bővülő archív digitális légifelvétel állományt.

A fentrol.hu oldalról letölthetők a teljes felbontású, tömörített légifelvételek tif fájljai és a helymeghatározáshoz szükséges tfw fájlok. Az egyes légifelvételek keresőablakában a 'letöltés' gomb átirányít a a geoshop.hu geoportálra ahonnan azonnal megkapható a képek letöltéséhez szükséges link. A teljes felbontású, tömörített TIF fájl mellett a felhasználók automatikusan megkapják a könnyebben kezelhető, kisebb méretű felvételt png fájl formájában.

Változások a fentrol.hu működésében

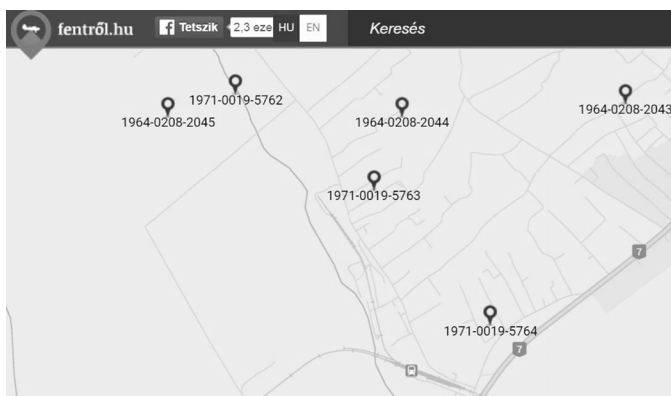
A fentrol.hu indulásakor a nyitó oldalon a légifelvételek képközéppontját csak egy ún. pin jelölte. Jelenleg már a pinek alatt láthatók a képszámok ahol az első 8 számjegy a filmszámot (benne a készítés évét) az utolsó 4 pedig a kép sorszámát jelöli (1. ábra). Így a képek a főoldalon könnyebben kereshetőek, böngészhetőek.

Megszűnt az oldalra történt bejelentkezés és képszerkesztés időkorlátja is. Az annotált képrészleteken belülre kattintva is lehet mozgatni a képeket. Így a korábbiakhoz képest most már az annotációk és a megjegyzések is szerkeszthetővé váltak.

A fentrol.hu most már igazodik a nagyobb képernyőfelbontásokhoz. Korábban csak a légifelvételek georeferálása közben jelent meg háttérként a Google műholdfelvétele és csak ott lehetett átlátszóvá tenni a képeket. Jelenleg már a légifelvételeket az oldalra való belépés nélkül is a Google műholdfelvételein böngészhetjük, a képoldalon pedig áttetszővé is tehetjük a jelenlegi állapottal történő könnyebb összehasonlíthatóság érdekében (2. ábra).

Az aktuális tartalmi változásokról szóló hírek és felhívások időszakosan, beúszó menüben jelennek meg.

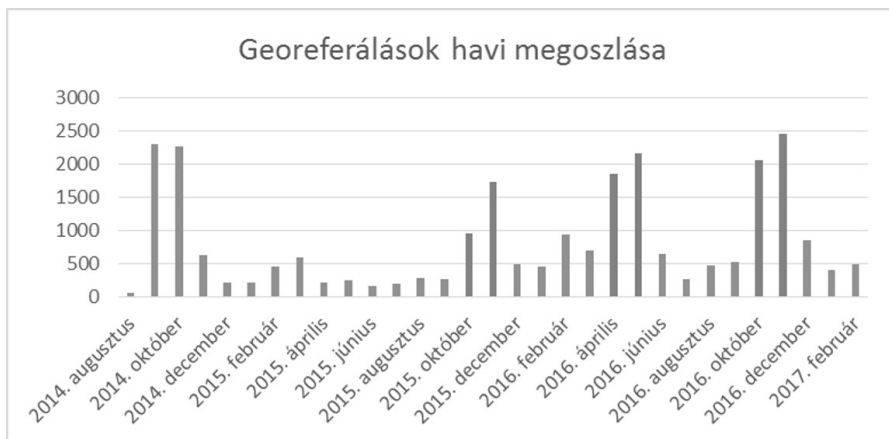
Terveink között szerepel még a georeferálás finomítása, a referencia pontokkal való illesztés megvalósítása.



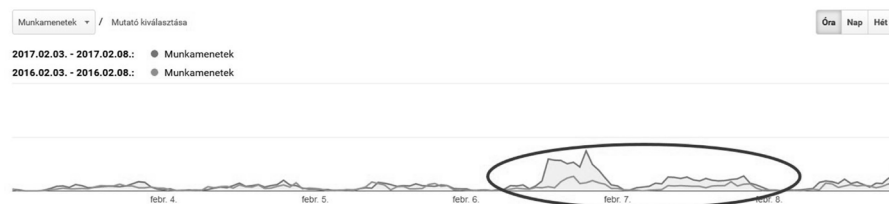
1. ábra Képszámok megjelenése a kezdőképernyőn



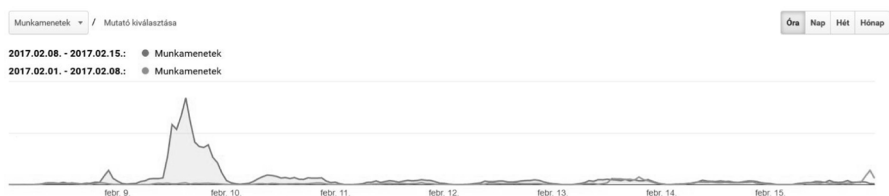
2. ábra Légifelvétel áttetszővé tétele



3. ábra A georeferálások havi eloszlása, zölddel jelölve a játékok időszaka



4. ábra Közösségi oldal megosztás nézettségére gyakorolt hatása



5. ábra A fentrol.hu látogatottságának változása az index.hu hírportálon való megjelenéskor

A légifelvételek georeferálása

A DLA projekt során, a képek középpontjainak közelítő helyzete került meghatározásra.

A felhasználóknak lehetőségük van a légifelvételek helyzetének pontosítására, eltolhatják, forgathatják és megváltoztathatják a képek méretarányát.

A georeferálás népszerűsítésére több pontgyűjtő játékot is rendeztünk. A játékok mindig sikeresen zárultak és a képszerkesztések jelentős, tartós növekedését okozták. Jelenleg már a légifelvételek több mint 20%-nak, 27000 képnek a helyzetét javították meg a felhasználók (3. ábra).

A fentrol.hu megjelenése a közösségi médiában

A fentrol.hu látogatóinak száma átlagosan napi 200-400 fő között mozog. A félélvénkénti új feltöltések is jelentősen növelik az oldal látogatottságát és ezzel egyidejűleg a georeferálások száma is jelentősen megnő.

A felhasználói közösség aktivitásának köszönhetően közösségi portálokon is találkozni az oldal megosztásaival, amik általában érezhető növekedést jelentenek a látogatottság tekintetében (4. ábra).

A fentrol.hu oldalról több alkalommal jelent meg cikk vezető megyei és országos olvasottságú hírportálokon, ami hatására ugrásszerűen megnőtt az érdeklődés. A nézettséget ideiglenesen, néhány napra többszörösére növelte (5. ábra).

Megjegyezzük, hogy a közösségi megosztások és a hírpottálokon történő tudósítások sem hirdetések voltak. Mindezekből látszik, hogy a digitális légifelvétel archívum iránt összességében is kismértékben növekszik az érdeklődés, már nem csak kifejezetten szakmaibeliak látogatják napi szinten, így érdemes a felhasználói élményt növelő a közeljövőben tervezett módosításokat is elvégezni.

Vulkánok térfogatszámításával kapcsolatos módszertani kérdések

Telbisz Tamás¹ – Karátson Dávid² – Látos Tamás³

¹ egyetemi docens, ELTE TTK Természetföldrajzi Tanszék, telbisztom@caesar.elte.hu

² egyetemi tanár, ELTE TTK Természetföldrajzi Tanszék, dkarat@ludens.elte.hu

³ PhD-hallgató, ELTE TTK Természetföldrajzi Tanszék, latostamas@gmail.com

Abstract: Volumetry of volcanic edifices is a significant issue in volcanology as magma production rates are important elements of tectonic models. Digital terrain models can be used to calculate volumes of volcanic landforms. In this study, we focus on the methodological issues of volume calculations. There are different calculation methods (rectangle rule, trapezoidal rule, Simpson's rule) and different parameters (base level, outline, DTM resolution), which influence the results. In this paper, we quantified the impact of these parameters using 5 different scale volcanic landforms from two sample areas (Mt. Shasta, USA; Mt. Ciomadul, Romania) and different DTMs. We found that the most critical parameters are base level and outline (which are based on imperfect geological assumptions), whereas DTM resolution-based differences are less important and finally, calculation-based differences are negligible.

Bevezetés

A vulkáni formák térfogatának számítása fontos kérdésnek számít a vulkanológiában. A nagyobb formák (pl. rétegvulkánok), formacsoportok térfogata a magma-produkcióval függ össze, ami a tektonikus fejlődés egyik fontos jellemzője (KARÁTSZON – TIMÁR 2005; WHITE ET AL. 2006, LAHITTE ET AL. 2012). A kisebb formák (salakkúpok, lávadóмок, lávafolyások) térfogati jellemzése pedig egy-egy vulkán konkrét fejlődéstörténetének megrajzolásához szolgáltat fontos adatokat (LU ET AL. 2003), illetve számszerű morfológiai összefüggések (pl. lepusztulás) feltárásához adhat támpontot (KARÁTSZON ET AL. 2012).

A digitális terepmodellek (továbbiakban: DTM) jól használhatók a térfogatszámításhoz, mind pozitív felszínformák (pl. vulkáni kúp), mind negatív formák (pl. tómeder, töbör) esetében (pl. SZEMES ET AL. 2015; TELBISZ 2004). A térfogatszámítás alapja az egyes formák lehatárolása mind vertikálisan, mind horizontálisan. A formák lehatárolása mögött igen összetett geológiai-geomorfológiai megfontolások állhatnak, ezeket itt nem kívánjuk tárgyalni, de a lehatárolás hibájának a számított térfogatra gyakorolt hatását igen. Többféle térfogatszámítási eljárás is létezik, és az alapul vett DTM-ek is eltérők lehetnek. Az interpolációk és a felbontás térfogatra gyakorolt hatásait vizsgálta SZEMES ET AL. (2015), a felbontás hatását számszerűsítette GROHMANN ET AL. (2011), de összességében viszonylag kevés a térfogatszámítás módszertani kérdéseit taglaló publikáció (Yanalak, Baykal,

2003). Jelen cikk célja konkrétan a vulkáni formák térfogatszámításával kapcsolatos szempontok vizsgálata néhány kiválasztott felszínforma alapján.

Anyag és módszer

A formákat úgy választottuk ki, hogy méretben viszonylag széles skálát fedjenek le. Ezért két területről összesen 5 formát vizsgáltunk. Az egyik mintaterület a Mt. Shasta (USA), amit azért választottunk, mert innét könnyen elérhetők jó felbontású digitális terepmodellek (1. ábra). Innét három forma szerepel: a nagy rétegvulkáni felépítmény, illetve két kisebb lávadóm. A másik mintaterület a Csomád (Erdély, Románia), ahonnan két formát elemeztünk, a teljes vulkáni felépítményt, illetve attól elkülönítve a Nagy-Murgó lávadómot (2. ábra).

Célkitűzésünknek megfelelően konkrétan az alábbi 4 tényező térfogatra gyakorolt hatását vizsgáltuk: alapszint, körvonal, DTM felbontás, integrálási módszer.

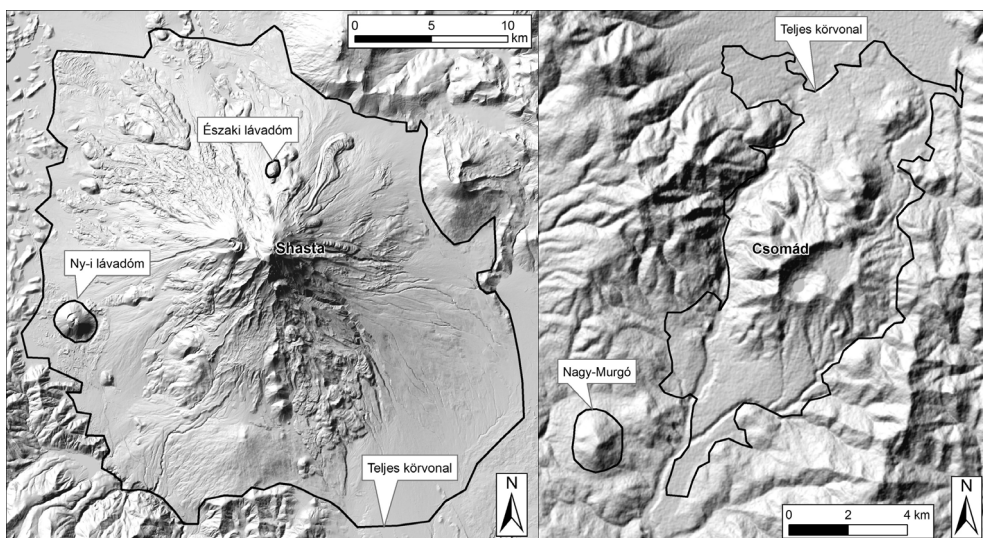
Az elemzés az alábbi lépésekből állt:

1) **Különböző DTM-ek közös UTM vetületbe illesztése** (a térfogatszámítás szempontjából többek között fontos, hogy méter legyen a vetület alapegysége és ne földrajzi koordináta) és ábrázolása. A Shasta esetében 1/3" (~10 m), 1" (~25 m) és 3" (~70 m), illetve egy lávadóm esetén 1/9" (~3 m) felbontású DTM-et használtunk (National Elevation Dataset, USGS; illetve SRTM). A Csomád esetében 1" (~20 m) és 3" (~60 m) felbontású SRTM adatokat.

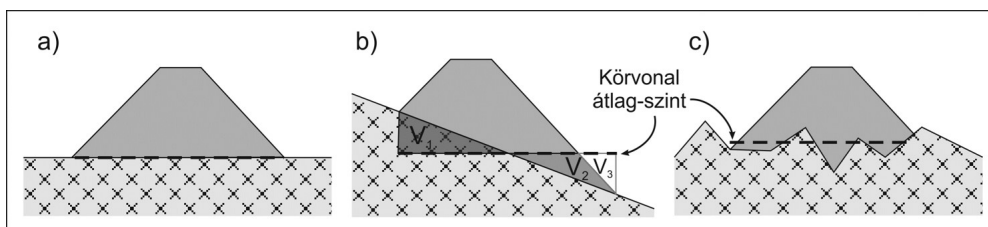
2) **Formák lehatárolása:** ez részben a geológiai térkép, részben közvetlenül a domborzat alapján történt. A lehatárolásra ezután 3 verziót készítettünk, hogy a lehatárolás potenciális hibáját számszerűsíteni tudjuk. Az átlagos sugarat 5%-kal növelve, illetve csökkentve buffer eljárás segítségével létrehoztunk egy bővebb és egy szűkebb lehatároló poligont.

3) **Alapszint meghatározása:** ezt két „reális” szélsőérték között viszonylag kis lépésekkel (5 m, illetve 10 m) változtattuk, hogy a térfogat alapszinttől való függését jellemezhesük. Az alapszintet elvileg a vulkán alatti feküképződmények átlagos szintje jelenti, ez azonban rendszerint csak közelítőleg ismert (vagy úgy sem), fúrásokon, illetve geofizikai méréseken alapuló szelvények ritkán elérhetők. Ahol vannak terepi feltárások, amelyekben a fekü és a vulkanitok érintkezése megfigyelhető, az támpontot nyújthat az alapszint geológiai alapú meghatározásához. Amennyiben a vulkán egy viszonylag sík korábbi felszínre települ, ott a környező domborzat alapján aránylag jól meghatározható ez a szint (3. ábra).

A DTM-et felhasználva megtehetjük, hogy a forma körvonalából kiindulva határozzuk meg a „potenciális” alapszintet – a jelen elemzés során is ezt az eljárást követtünk, több lehetőséggel, amelyek természetesen eltérő térfogatértékeket eredményeznek. Választhatjuk a körvonal minimumszintjét, esetleg a körvonal átlagszintjét, illetve a körvonal pontjaira illesztett „csonkolt” felszín átlagmagasságát. Ezt a felszínt interpolációval kaphatjuk meg, a jelen cikkben ehhez a Natural Neighbor interpolációt használtuk, illetve egy esetben (Shasta teljes) a TIN alapú



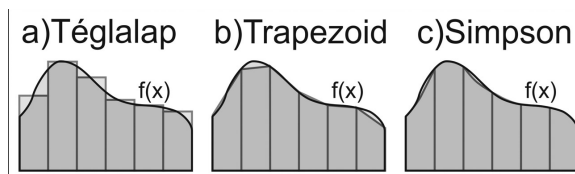
1–2. ábra A mintaterületek (Mt. Shasta, illetve Csomád) árnyékolt domborzatmodellje a formák lehatárolásával



3. ábra Vulkáni felépítmény és fekü viszonya: a) vízszintes aljzat; b) ferde, sík aljzat; c) tagolt aljzat. V1: térfogat része, de nem vulkáni; V2: nem része a térfogatnak, de a vulkánnak igen; V3: „levegő”, de negatív előjellel számít a térfogatba.

lineáris interpolációt, mert ott a Natural Neighbor interpoláció időigénye túl magas volt. A 3) pont elején említett „reális” szélsőértékeket úgy választottuk meg, hogy ezek a potenciális alapszintek benne legyenek az intervallumban.

4) Térfogatszámítás elvégzése: a térfogat a felső és alsó határfelület, valamint a körvonal mint függőleges perem által határolt rész integrálja. A felső határfelületet a DTM alkotja, az alsó felület pedig a fent említett alapszint. A numerikus integrálásra három alapvető közelítési eljárás ismert (4. ábra): a téglalap-szabály, a trapezoid módszer és a Simpson-módszer, illetve ez utóbbinak van egy kissé módosított változata, a $\frac{3}{8}$ -os Simpson-formula. A téglalap-szabályt úgy kell elképzelni, mintha a DTM-et függőleges hasábokra bontanánk és ezek térfogatát adnánk össze. Ez a legegyszerűbben alkalmazható módszer DTM-ek alapján, és ez megfelel annak, hogy a teljes területre vonatkozóan kiszámítjuk a DTM és az alapszint különbségét, majd szummázzuk az így kapott raster magasságértékeit és megszorozzuk a pixel-alapterülettel (TELBISZ ET AL. 2013). Ezzel egyezően, de még egyszerűbben megkapható ez az érték, ha a DTM átlagértékéből ($h_{\text{átlag}}$) kivonjuk az alapszint értékét



4. ábra Numerikus integrálási módszerek 2D-ben. a) Téglalap-szabály: közelítő formák téglalapok; b) Trapezoid: közelítő formák trapézok; c) Simpson: közelítő formák másodfokú polinomok

(h_{alap}) és ezt megszorozzuk az alapterülettel (T):

$$V = (h_{\text{átlag}} - h_{\text{alap}}) * T$$

A mértékegységeknél a magasságot km-re váltottuk át, a terület km^2 -ben volt, így a végeredményt km^3 -ben kaptuk. A trapezoid és Simpson-formulákat pedig az elterjedt Surfer szoftver segítségével alkalmaztuk.

További fontos kérdése még a térfogatszámításnak, hogy ha a „felső” szint valahol alacsonyabb, mint az „alsó”, akkor ezt a kérdést hogyan kezeljük. Ilyen helyzetek előfordulhatnak például az erózió miatt, vagy ha az alapszint ferde (3. ábra). Az integrálás, és ennek megfelelően a fenti formulák alapértelmezés szerint „előjeles” térfogatot adnak meg, azaz az alsó szint alatti területek negatív értéként számítanak, és a végeredményt csökkentik, ugyanakkor előfordulhat, hogy a számítás során erre fel sem figyelünk. Ezért tisztában kell lenni azzal külön-külön, hogy mekkora ténylegesen az alapszintnél magasabb részek térfogata (angolul: „cut”), és mekkora az az alatti részeké („fill”), jelen cikkben ezekre a „pozitív” és „negatív” térfogat kifejezéseket használjuk (3b. ábra).

A térfogatszámítást elvégeztük különböző alapszintekre az összes említett integrál-formulával, figyelembe véve a pozitív és negatív térfogatot is. Ezután kiszámítottuk ugyanezt az összes felbontásra, majd a belső és külső bufferrel meghatározott körvonalakra is. Az elemzéseket ArcGIS 10.1, illetve Surfer 13 szoftverek segítségével, részben automatikus scriptek/modellek használatával végeztük.

Eredmények

Az eredményeket az 1–2. táblázat tartalmazza. Az 1. táblázat konkrét értékeket tartalmaz a térfogatra, illetve magasságra vonatkozóan, míg a 2. táblázat az eltérő paraméterek okozta relatív eltéréseket adja meg százalékban kifejezve. Ezt úgy kaptuk, hogy a vizsgált magassági tartomány összes értékére kiszámítottuk a relatív eltéréseket a „sztenderd”-től. Az integrálási módszer esetében a trapezoid szabály, a DTM esetében a legjobb felbontású, a körvonal esetében az eredeti poligon volt a „sztenderd”. A szintkülönbség okozta eltéréseknél pedig azt vettük figyelembe, hogy nagyformák esetén 10 m, kisformák esetén 5 m eltérés az alapszintben mekkora eltérést eredményez a térfogat értékében, és ezt átlagoltuk. Az egyes tényezők

1. táblázat A vizsgált vulkáni formák fő paraméterei és számított térfogata

Név	Alap- terület	Alapszint (m tszf)			Magasság (m)			Térfogat (km ³)	
	(km ²)	körv. min.	körv. átlag	interpol. átlag	Főcsúcs (tszf)	Relatív	Átlagos relatív	körv. min. alapján	körv. átlag alapján
Shasta teljes	767.76	804	1236	1347	4314	3510	859	659.51	327.84
Shasta Ny-i dóm	5.50	1165	1233	1243	1929	764	271	1.49	1.12
Shasta É-i dóm	0.81	2213	2385	2392	2677	464	255	0.21	0.07
Csomád teljes	72.93	579	704	714	1300	721	232	16.91	7.80
Nagy- Murgó	2.96	686	724	727	1012	326	130	0.38	0.27

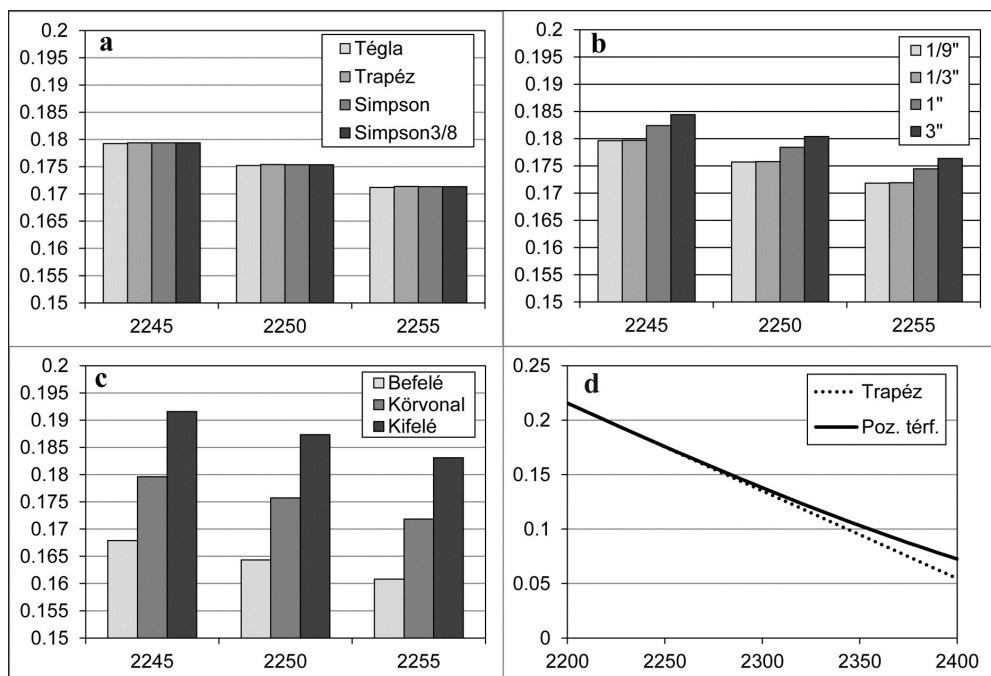
2. táblázat A térfogatszámításban szereplő tényezők hatása a végeredményre. Valamennyi érték (a buffert kivéve) a sztenderdtől való eltérés %-ában van megadva

Név	Int. módszer (eltérés a trapezoidtól)			DTM (elt. a legjobb felbontástól)			Körv. (eltérés az eredetitől)			Szintkül. okozta elt.
	Tégla.	Simp.	Poz. térf.	1/3"	1"	3"	Buffer (m)	Befelé	Kifelé	nagyf.:10m kisf.: 5m
Shasta teljes	0.009	0.000	1.615		1.072	1.077	782	-4.692	5.135	1.652
Shasta Ny-i dóm	-0.037	-0.004	0.340		0.948	1.011	66	-1.818	1.567	2.174
Shasta É-i dóm	-0.128	-0.004	6.253	0.038	1.450	2.313	25	-5.865	5.970	3.503
Csomád teljes	-0.142	0.003	9.686			0.024	241	-6.727	9.358	7.521
Nagy- Murgó	0.164	0.023	1.146			-0.437	49	-2.531	1.945	4.743

okozta eltéréseket az 5. ábra diagramjai vizuálisan is bemutatják. Ezek a diagramok valamennyi forma esetében hasonlóan alakultak, ezért csak egyet mutatunk be, a Shasta É-i oldalán lévő lávadómét, amely ugyan a legkisebb, de a különböző DTM-felbontásokból itt szerepel a legtöbb. A térfogatszámítást befolyásoló tényezők hatását növekvő fontossági sorrendben ismertetjük.

Integrálási módszer hatása

Elsőként megállapítható, hogy a különböző numerikus integrál-formulák közti eltérés elhanyagolható mértékű (2. táblázat és 5a. ábra). A Simpson-módszerrel kapott érték és a trapezoid módszerrel kapott értékek eltérése mindössze ezred-% nagyságrendű. A $\frac{3}{4}$ -os Simpson-formulával kapott térfogatértékek 5 értékes jegyre



5. ábra A Shasta, É-i lávadóm térfogata különböző módokon számítva. Vízszintes tengely: t.sz.f. magasság (m), függőleges tengely: térfogat (km³). a) integrálási módszer; b) DTM felbontás; c) körvonal; d) alapszint hatása. A d) kivételével mindegyik ábrán csak 3 alapszintet ábrázoltunk, hogy látható legyen, hogy 5m szintkülönbség okozta változáshoz képest mekkora az egyéb tényezők súlya. NB. a d) ábrán az y-tengely skálája eltérő.

megegyeznek a sima Simpson-formulával kapott értékekkel, így ezt a 2. táblázatban külön nem is tüntettük fel. Még a viszonylag nagyobb eltérést mutató téglalap-szabály is csak tized-% nagyságrendű eltérést mutat a trapezoidtól, ami jelentéktelen, így kijelenthetjük, hogy mindegy, hogy melyik formulát használjuk egy vizsgálat során, és nyugodtan javasolható például a DTM-ekre legegyszerűbben alkalmazható téglalap-szabály.

Ugyanakkor a pozitív térfogat eltérése az „előjeles” integráltól (trapezoid értéktől) az alapszinttel felfelé haladva egy küszöbérték fölött egyre jelentősebbé válik (5d. ábra, 2300 m körül). Ez a küszöbérték azt a magasságot jelenti, amely fölött a lehatárolt DTM-ből már viszonylag jelentős rész esik az alapszint alá. Ez függ a DTM magassági eloszlásától, és természetesen a lehatárolástól. Mindenképpen „gyanús jelnek” mondható, ha a pozitív és a trapezoid érték jelentősen eltér egymástól, végig kell gondolni, hogy az alacsonyabb, jobban erodált területeket hogyan értelmezzük, általánosságban ilyen esetekben inkább a pozitív térfogat preferálása javasolható.

DTM felbontás hatása

A DTM felbontása már némiképp fontosabb tényező (2. táblázat és 5b. ábra). Az 1/9" és 1/3" között elhanyagolható a különbség, de az 1/3" és 1" között van egy

1% mértékű növekmény, viszont 1'' és 3'' között ismét kicsi a különbség, kivéve a legkisebb formát, a Shasta É-i lávadómot. Mindez tulajdonképpen nemcsak a felbontás, hanem az eltérő adatforrás következménye is, hiszen az 1'' és 3''-es adat SRTM, az 1/3'' és 1/9''-es adat National Elevation Dataset (részben topográfiai térkép, részben LiDAR alapján készült) forrásból származik. Mindezek alapján az a következtetésünk, hogy persze a minél jobb DTM előnyt jelent, de konkrétan a térfogatérték szempontjából még ez sem igazán jelentős, sokkal inkább fontos a formák precíz azonosítása és lehatárolása szempontjából.

Körvonal hatása

A lehatárolás pontossága viszont már meglehetősen fontos tényező (2. táblázat és 5c. ábra). A 2. táblázat alapján 5% eltérés az átlagos sugárban (ami méterben kifejezve a legkisebb formánál 25 m, a legnagyobb formánál 782 m) 1,6–9,4% mértékű hibát eredményez a térfogatértékben. Az a tény, hogy éppen a Csomád teljes felépítményénél legnagyobb ez a hiba, arra vezethető vissza, hogy ez a körvonal meglehetősen hosszúkas, így a kiterjesztése relatíve nagyobb területnövekménnyel jár. Tapasztalataink alapján a körvonal viszonylag pontosan lehatárolható, bár ezt nehéz teljesen objektíven bizonyítani, de általában feltételezhető, hogy az 5%-os hiba az átlagos sugárban egy reális hibahatár.

Alapszint-választás hatása

Mindenféleképpen ez a legkritikusabb tényező (2. táblázat és 5d. ábra). Bár a táblázat alapján ennek mértéke valamivel kisebbnek látszik, 1,6–7,5% között változik, ám nem szabad elfelejteni, hogy ezek 10 m, illetve 5 m alapszintben vett különbségre vonatkoznak (nagy, illetve kis vulkáni formák esetében). Az alapszintet azonban rendszerint igen pontatlanul tudjuk csak becsülni, a bizonytalanság – nagyformák esetén – akár több 100 m-es is lehet. Vízszintes vagy ferde síklappal jellemezhető alapszint esetén a vulkáni képződmények felszíni körvonalának átlaga tekinthető helyes alapszintnek. Az átlagot számíthatjuk a körvonal pontjai, illetve az ezekre fektetett interpolált felszín alapján is, de ez az eltérés – a Shasta-teljes kivételével – 10m alatt maradt (1. táblázat). Bonyolultabb vulkáni fekvű (3c. ábra) esetén azonban nem egyértelmű, hogy a körvonal átlagát kell-e tekinteni. A körvonal minimuma sok esetben tekinthető minimális alapszintnek, de még ez sem minden esetben egyértelmű. Márpedig a körvonal minimum és átlag szintje alapján számított térfogatértékek között akár 2–3-szoros különbség is lehet (1. táblázat). Így egyértelmű, hogy a vulkáni térfogatszámítást ez a tényező befolyásolja legjobban, és hogy leginkább ennek a tényezőnek a – lehetőleg terepi alapú – meghatározására kell a legnagyobb erőfeszítéseket tenni.

A kutatást az OTKA K115472 pályázat támogatta.

Felhasznált irodalom

- GROHMANN, C. H. – SAWAKUCHI, A. O. – MENDES, V. R. (2011): Cell size influence on DEM volume calculation, *Geomorphometry 2011 Proceedings*, pp. 63–66.
- KARÁTSON, D. – TELBISZ, T. – WÖRNER, G. (2012): Erosion rates and erosion patterns of Neogene to Quaternary stratovolcanoes in the Western Cordillera of the Central Andes: an SRTM DEM based analysis. *Geomorphology*, 139:122–135.
- KARÁTSON, D. – TIMÁR, G. (2005): Comparative volumetric calculations of two segments of the Carpathian Neogene/Quaternary volcanic chain using SRTM elevation data: implications for erosion and magma output rates, *Zeitschrift für Geomorphologie Supplementband*, 140, 19.
- LAHITTE, P. – SAMPER, A. – GUIDELLEUR, X. (2012): DEM-based reconstruction of southern Basse-Terre volcanoes (Guadeloupe archipelago, FWI): Contribution to the Lesser Antilles Arc construction rates and magma production, *Geomorphology*, 136(1):148–164.
- LU, Z. – FIELDING, E. – PATRICK, M. R. – TRAUTWEIN, C. M. (2003): Estimating lava volume by precision combination of multiple baseline spaceborne and airborne interferometric synthetic aperture radar: The 1997 eruption of Okmok volcano, Alaska, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 41(6):1428–1436.
- SZEMES É. – TELBISZ T. – VARGA GY. – NOVÁKY B. (2015): A Balaton vízkészlet-változásának vizsgálata digitális terepmodellek alkalmazásával, *Földrajzi Közlemények*, 139(2): 92–107.
- TELBISZ, T. (2004): Digitális domborzatmodellek használata a karsztkutatásban, *Karsztfeljlődés*, 9:21–33.
- TELBISZ T. – SZÉKELY B. – TIMÁR G. (2013): Digitális terepmodellek, ELTE Természetföldrajzi Tanszék, Budapest, 80 p.
- WHITE, S. M. – CRISP, J. A. – SPERA, F. J. (2006): Long-term volumetric eruption rates and magma budgets, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 7(1):1–20.
- YANALAK, M. – BAYKAL, O. (2003): Digital elevation model based volume calculations using topographical data, *Journal of Surveying Engineering*, 129(2):56–64.

Geofizikai módszerek alkalmazása a kunhalom-kutatásban

Tóth Csaba Albert¹ – Nagy Péter² – Pethe Mihály³ – Tildy Péter⁴ – Braun Mihály⁵ – Prónay Zsolt⁴

¹ DE TTK, Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék; toth.csaba@science.unideb.hu;

² MinGeo Kft. mingeo@chello.hu;

³ Forster Gyula Nemzeti Örökségvédelmi és Vagyongazd. Központ; mifimester@gmail.com;

⁴ Magyar Földtani és Geofizikai Intézet; tildy.peter@mfgi.hu, pronay.zsolt@mfgi.hu;

⁵ ATOMKI, Herteleni Ede Környezetanalitikai Laboratórium; braun.mihaly@atomki.mta.hu

Abstract: The survey results of geoelectrical tomography, seismic tomography, ground-penetrating radar, magnetic susceptibility and sedimentology in the Szálka mounds (Eastern Hortobágy) show that the mound was built in two phases. Initially, the humous topsoil surrounding the mound, later excavated deeper layers of soil mixed with loessy bedrock layers were used as building material. The excavation of building materials could be originated from the north side of the mound where a ditch is still visible. Several anomalies inside and especially in the central area and in the southern side of the mound have been observed that can be identified as ancient burials or recent traces of disturbances. These suggest that the mounds could be burial mounds created by the Late Copper - Early Bronze Age Jamnaja Culture.

Bevezetés

A hosszú évezredek alatt, különböző kultúrák által felmagasított alföldi kunhalmokról (halomsírok/kurgánok; lakódombok/tellek, őrhalmok) a külső morfológiai megjelenésük alapján nehéz eldönteni, mikor és melyik kultúra építhette, de még a halmok eredeti funkcióját is sok esetben problémás meghatározni. Az eddigi alföldi halom feltárásokból (ECSEDY, 1979; BÓNA, 1992; DANI & HORVÁTH, 2012) kiderült, hogy a hazai halmok döntő többségét a késő rézkori - kora bronzkori gödörsíros kurgánok népe (Jamnaja-kultúra) építette (BEDE, 2014). Ezek mellett az Alföldön természetesen nagy számban találhatóak idősebb és fiatalabb halmok egyaránt. Régészeti feltárás kevesebb, mint száz hazai halom esetében történt (TÓTH, 2002), így halmainkról viszonylag kevés információval rendelkezünk. Egy halom teljes feltárása hosszú ideig tart, és a jelentős bolygatás tetemes költséggel párosul. Ezért a hagyományos régészeti feltáró munka mellett célszerű olyan módszereket választani, amelyek rövidebb idő alatt, kisebb költséggel, elegendő információt szolgáltatnak a halmok funkciójáról, koráról és építési körülményeiről, mindezt úgy, hogy a halomtestet minimális bolygatás éri. Az elmúlt években több halom földtudományi módszerekkel történő vizsgálata zajlott. Így többek között a Csípő-, Lyukas-, Bán-, Faluvég-, Oltó-, Őr- és Zsolcai-halmok esetében, a halomtestekből származó fűrásmagból sikerült meghatározni a halmok belső szerkezetét, a felhordási rétegeket, az eltemetett talajok típusát és azok korát, az anyagnyerőhelyek elhelyezkedését, eredeti mélységét, azok feltöltődésének ütemét és a halmok

építésekor jellemző paleoökológiai adottságokat (BARCZI ET AL. 2006A, 2006B, 2009; BEDE ET AL. 2015; JOÓ ET AL. 2004; SZILÁGYI ET AL. 2013; TÓTH ET AL. 2014).

Ezek a vizsgálatok nem, vagy csak érintőlegesen támaszkodtak a geofizikai módszerek nyújtotta lehetőségekre. Egy építési terület régészeti megkutatásához és feltárásához napjainkban már bevett gyakorlat a magnetométeres mágneses anomáliavizsgálat, amellyel az eltemetett régészeti objektumok helyzete, geometriája pontosan meghatározható (PETHE, 2007; PETROVSZKI ET AL. 2008; SERLEGI ET AL. 2013). A kunhalom-kutatásban ezt a módszert a polgári Nagycsősz-halom, Bosnyák-halom és a felsőzsolcai Zsolca-halom esetében használták a kutatók (RACZKY ET AL. 1997; PUSZTA, 1998; TÓTH ET AL. 2014). A hazai halmok más geofizikai módszerekkel történő vizsgálata eddig még nem történt meg. Éppen ezért 2015 nyarán több alföldi kurgán földtudományi vizsgálatát kezdtük el, melyeknél kiemelt szerepet kaptak a geofizikai módszerek. Célunk az volt, hogy minimális bolygatással feltérképezzük a halmok belső struktúráját, megállapítsuk a halmok funkcióját, az építésük módszerét és korát. Tanulmányunkban a Szálka-halom (K-Hortobágy) geomorfológiai, szedimentológiai és geofizikai vizsgálatának eredményeit mutatjuk be.

Anyag és módszer

A Nagyhegyes közigazgatási területéhez tartozó Szálka-halom (47° 34,588'; 21° 14,648') földtudományi vizsgálatát a halom és tágabb környezetének feltérképezésével kezdtük. A Stones S9 RTK GPS készülékkel felvett 450 pont adataiból Surfer 12 szoftverrel elkészítettük a halom digitális domborzatmodelljét, amely alapján meghatároztuk a halom morфомetriai paramétereit. A Szálka-halom tágabb környezetének domborzatmodelljét DJI Phantom 3 drónnal készített légi felvételekből, Agisoft PhotoScan szoftverkörnyezetben, fotogrammetriai eljárás után kaptuk meg. A pontos modell elkészítéséhez 9 földi GCP pontot határoztunk meg RTK GPS készülékkel.

A halmok belső struktúrájának meghatározásához három geofizikai módszert alkalmaztunk. A geofizikai vizsgálatokat a MinGeo Kft. munkatársainak közreműködésével végeztük. A geoelektromos szelvényezést AGI SuperSting R8 8 csatornás egyenáramú geoelektromos mérőműszerrel hajtottuk végre (*1. táblázat*). Mivel a kutatási cél a felső 10 méter vizsgálata volt, az ún. „multiple gradient” elektróda elrendezést használtuk, amely tapasztalataink, és a szakirodalom szerint ötvözi a dipól-dipól és a Wenner-Schlumberger elrendezés előnyeit, jelentősebb hátrányok nélkül. A mérések során egyidejűleg 84 elektródát használtunk, 1 m-es elektródaközzel. A geoelektromos mérések során adott elektródaelrendezéssel egy, a mérési geometriára jellemző átlagos ellenállásérték határozható meg. Egy-egy mérési vonal mentén nagyszámú, különböző elrendezéssel meghatározott adat segítségével ún. inverziós eljárással meghatározható a vonal alatti térrész fajlagos ellenállás-eloszlása. A geoelektromos mérési adatok inverzióját a Geotomo Software Ltd. által fejlesztett Res2DInv elnevezésű véges differenciás algoritmuson alapuló

1. táblázat: A Szálka-halom geoelektromos mérésének főbb adatai

	Szálka-halom É-D-i szelvény	Szálka-halom Ny-K-i szelvény
Mérési hossz	83 m	83 m
Elektródaköz	1 m	1 m
Mérési elrendezés	Multiple gradient	
Műszer	AGI SuperSting R8 egyenáramú geoelektromos műszer	
Teljesítmény	maximum 200 W, automatikus szabályozással	
Mérési ciklusok száma egy pozícióban	3, zajos adatok esetén 6	
Kiolvasások (adatok) száma	2438	2438

szoftverrel a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet segítségével végeztük. A mérési szelvények széleit ferdén levágtuk, mivel ezeken a helyeken nem állt rendelkezésre elegendő nagy elektródatávolságú, a mélyebb rétegekre vonatkozó adat. A módszer előnye, hogy szinte minden környezetben működik és a környező tereptárgyakra nem érzékeny. Hátránya viszont, hogy a mérési eredmények nem értelmezhetők mindig egyértelműen, és mélységgel gyorsan romlik a felbontóképessége (IH/1).

A geoelektromos szelvényezést radar, valamint szeizmikus bemerülőhullám tomográf mérésekkel egészítettük ki. A radarméréseket GSSI SIR-30 berendezéssel, 200 MHz-es antennával, közel párhuzamos szelvények mentén, 135 x 20 méteres területen végeztük, a pozíciókat GPS-szel rögzítettük. A kőzetekben a radarjel terjedése a közeg fizikai tulajdonságaitól függ. Gyakorlatilag a dielektromos állandó határozza meg a hullám terjedési sebességét, a vezetőképesség pedig a jel csillapodását. Ha valamely határfelületen e két paraméter bármelyike megváltozik, a jel egy része visszaverődik, másik része belép a következő rétegbe. Az idősorokból előálló szelvényen, ha a fizikai kontraszt lehetővé teszi, követhető a rétegződés, a földtani szerkezet, valamint felismerhetők a földalatti objektumok vagy tárgyak. A módszer előnye a nagy felbontóképesség és a hatékony terepi munka, de hátrányai közé tartozik a külső hatásokra való érzékenysége (fém objektumok, villanyvezeték) és az agyagos feltalajba, fedőközetbe való kis behatolási mélysége (IH/1).

A szeizmikus bemerülőhullám tomográfia módszerével méréseinket Geometrix Geode 24 csatornás mérnökszeizmikus műszerrel végeztük. A hullámforrás kalapács volt, a visszaérkező hullámokat 2 m-enként elhelyezett geofonok érzékelték. A kalapács a becsapódás pillanatában egy rászertelt mikrokapcsolóval indította a mérést. A terítés a halom É-D-i tengelyében volt elhelyezve, a kalapácsütések e vonal mentén, a teljes halmon végimentek.

A geofizikai eredmények értékeléséhez és értelmezéséhez a halomból üledékmintákat vettünk bolygatatlan magmintavevővel, a halom csúcsától az alapkőzetig. A mintákat 5 cm-enként gyűjtöttük be, azokon a Debreceni Egyetem Földtudományi Intézetének laboratóriumában üledék szedimentológiai vizsgálatokat (szemcseösszetétel, mész- és humusztartalom, pH) végeztünk a vonatkozó hazai szabványok figyelembe vételével (MSZ-08-0205-1978, MSZ-08-0210-1977). A

magmintákon 5 cm-enként, háromszori ismétléssel mágneses szuszceptibilitás vizsgálatot végeztük Bartington MS 2 készülékkel az ATOMKI, Heretelendi Ede Környezetanalitikai Laboratóriumban.

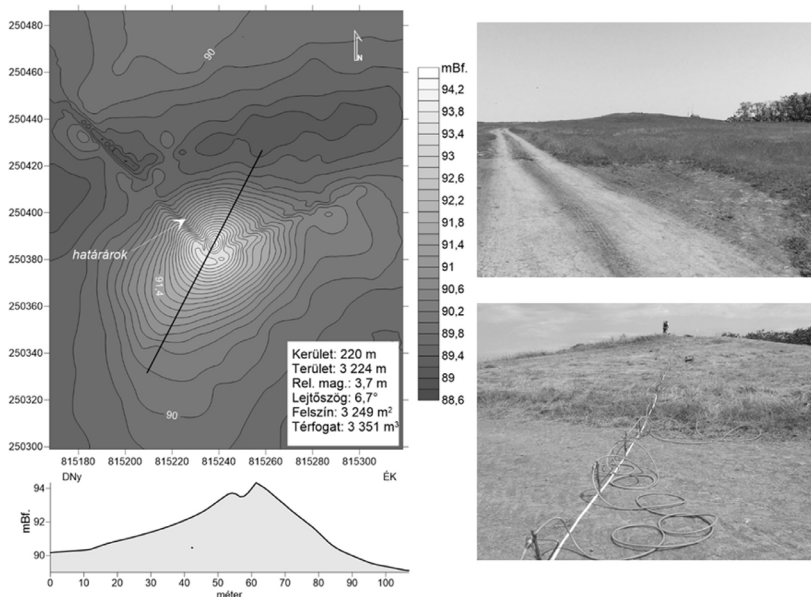
Eredmények

A geodéziai vizsgálatok eredményei

A Szálka-halom a Hortobágy Nyírőlapos pusztarészén, a Szálka-ér folyóhátján emelkedő, 3.7 m relatív magasságú halom. Hosszú évszázadokig Debrecen és Balmazújváros határhalmja volt (ZOLTAI, 1938), az 1950-es évektől Hortobágy, Nagyhegyes és Balmazújváros hármas határát jelöli. A régi határárok nyomvonala mai napig jól kivehető a halom oldalán és tetején (*1. ábra*). A halom teste aszimmetrikus, a folyóhátal párhuzamos hossz tengelye 80 m, míg rá merőlegesen csak 54 m az átmérője. Excentricitása 0.7378, ami erősen elliptikus formát jelent. Egy markáns mélyedés (egykori anyagnyerőhely?) partján emelkedő északi halomoldal határozottan meredekebb (16°), mint a többi lejtő, a halom átlagos lejtőszöge 6.7° . A halom közel 3400 m³ földanyagot tartalmaz, ezzel hazánk átlagos, közepes méretű halmaihoz tartozik. A határárok és a háromszögelési pont kialakítása, valamint a peremeken húzódó földutak miatt enyhén megbontott halomnak tekinthető, tetejét szántóföldi erózió soha nem koptatta. Felszínén erősen degradált, gyomos löszgyep található. A halom keleti lábánál terül el a Szálkahalmi erdő (telepített akácos, szárnyékerdő). A halom déli oldalán 1987-ben történt régészeti kutatás, de erről dokumentáció nem található a Magyar Nemzeti Múzeum Régészeti Adatbázisában (IH/2).

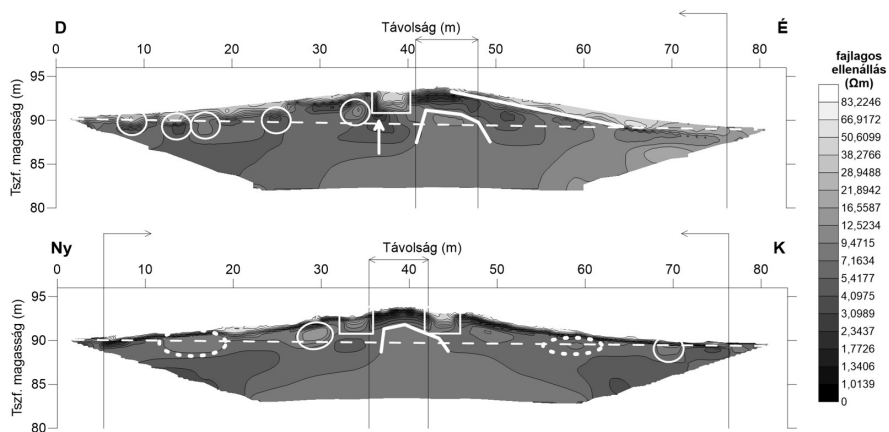
A geofizikai vizsgálatok eredményei

A geoelektromos szelvényeket kiértékelve látható, hogy a halom alatti természetes rétegsor (fehér szaggatott vonal alatt) fajlagos ellenállása D-ről É-i irányba növekszik, míg Ny-K-i irányban nagyjából szimmetrikus (*2. ábra*). Az ellenállás értékek alapján úgy látszik, hogy a halomnak volt valamilyen természetes magja (folyóhát legmagasabb gerincvonala), nem egy teljesen sík térszínre kezdték építeni. Az É-D-i szelvényen, 45–65 m között (halom É-i lejtője) a felszíni nagy ellenállású réteg fokozatosan kivastagszik (fehér folytonos vonal felett), ami a vizsgált négy irány közül csak itt figyelhető meg (*2. ábra*). Mindezt a természetes erózió által lemosott talajréteggként tudjuk azonosítani. A négy halom oldal közül ez az északi tekinthető a legzavartalanabbnak, itt nem volt árokásás és régészeti kutatás. A szelvények szélein függőleges osztóvonalakkal jelöltük azt a külső határt, ameddig megjelenik a felszínen a halommal megegyező anyag, ez a négy irány közül háromban látszódik. A középső párhuzamos osztóvonalak között, a felszíni nagy fajlagos ellenállású réteg alatt egy kis ellenállású réteg található. Ez a szerkezet nagyobb kiterjedésű lehetett egykor, az árokbevágások megbolygatták ezt a réteget. Az É-D-i szelvényen északi irányban látszik az eredeti kis ellenállású réteg lefutása,

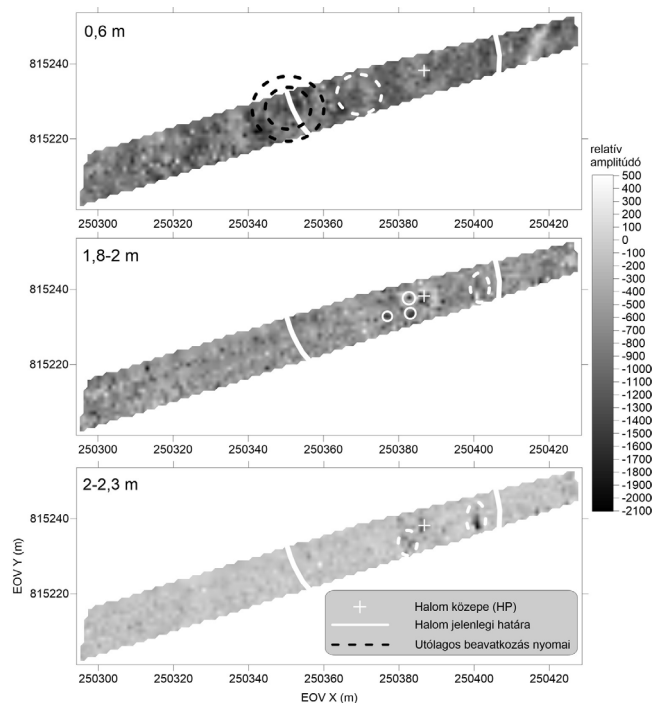


1. ábra A Szálka-halom domborzati jellemzői és geoelektromos vizsgálata

míg a déli oldalon az árok után, 28–35 m között áll helyre talán az eredeti kép. A Ny-K-i szelvényen a határárkok miatt némiképp eltérően alakul e kis ellenállású réteg futása. A szelvényeken fehér négyzetekkel jelöltük az árkok helyét, és a hozzájuk köthető ellenállás-anomáliát. Fehér körökkel jelöltük a felszíntől nem messze levő anomáliákat (2. ábra), amelyek kisebb kiterjedésű, régészeti szempontból érdekes jelenségeket mutatnak. Ezek lehetnek sírok, elásott tárgyak, de korábbi bolygatások nyomai is. A legtöbb anomáliával a déli oldalon találkozhatunk, máshol csak elvétve található, az északi oldalon hiányoznak. Fehér szaggatott ellipszisek a nagyobb kiterjedésű anomáliákat jelölik, amelyek akár lehetnek természetes eredetűek is, esetleg változás az építőanyag minőségében, tömörítésében.



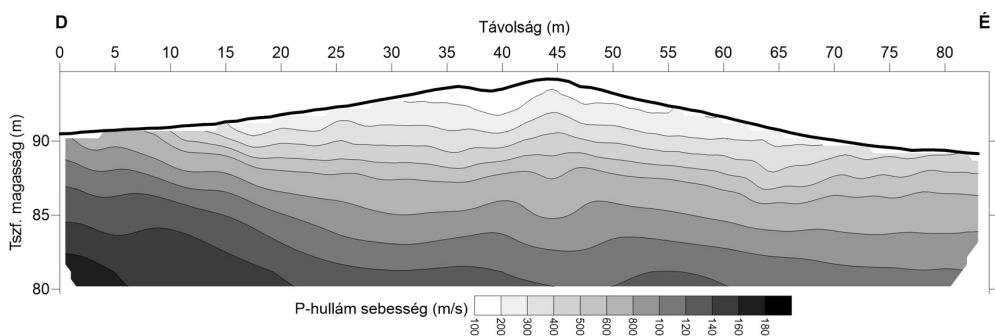
2. ábra A Szálka-halom geoelektromos vizsgálatának eredményei



3. ábra A Szálka-halom földradar vizsgálatának eredményei

A radarhullámokkal 2.3 m mélységig sikerült a halom belsejét megvizsgálni. A teljes mélységet ábrázoló radarszelvényen a hullámok terjedését nagyban befolyásoló nedvesség viszonyok tükröződnek vissza, azaz a száraz halomtetőn és oldalakon mélyebbre, míg a nedvesebb határárkokban és a halom lábánál kisebb mélységbe tudtak a hullámok behatolni. A háromszögelési pont környéke jelentős mélységi anomáliát mutat. Régészeti szempontból talán szerencsésebb, ha a radarképet 10 cm-es mélységmetszetekben vizsgáljuk meg, így a foltszerű és lineáris anomáliák jobban kirajzolódnak (3. ábra). A 0,6 m és 1,8–2,0 m mélység radarmetszetén a halom déli oldalán és központi részén több foltszerű anomália vehető észre. Ezek lehetnek későbbi temetkezési helyek, de sima süppedések nyomai is. A mélyebb rétegekben láthatók foltszerű és lineáris jelenségek a központi területen és egy, az északi halom oldal alatt (3. ábra).

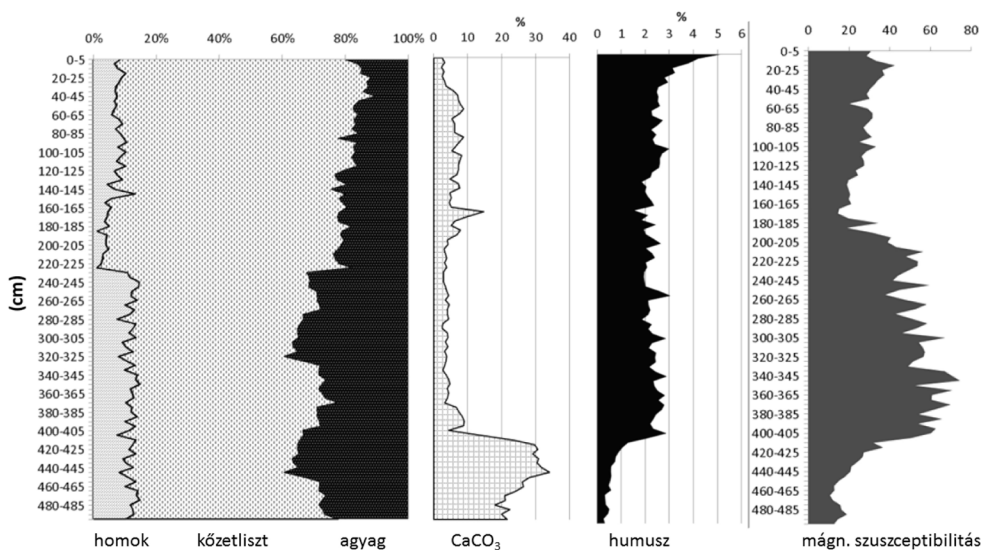
A szeizmikus bemerülőhullám méréseink azt mutatják, hogy a halomtestben lefelé nő a sebesség a tömörödés miatt (4. ábra), mert a lenti rétegeket nagyobb tömeg nyomja, mint a felsőt. Összességében alacsonyabb hullámsebességek mérhetők a lazább szerkezetű halomban, mint a jobban konszolidálódott, tömörebb halomlábi területeken. Az eredeti, eltemetett talaj sem homogén: a déli oldalon tömörebb (felszín közelében nagy sebességű hullámok), míg az északi oldalon lazább (a nagy sebességű rétegek mélyebben jönnek be). A halom tetején is változik a sebesség, 38–39 m között kb. 1,5 m-rel mélyebb a fellazult rész (határárkok), mint 44 m-nél (halom csúcsa 4. ábra).



4. ábra A szeizmikus bemerülőhullám tomográfia eredményei

A halom tetejéről indított 5 m mély magfúrás üledékföldtani elemzése alapján elmondható, hogy e forma építőanyaga agyagos kőzetliszt, változó arányú agyag- és homoktartalommal (5. ábra). A halom alapkőzete 420 cm-től lefelé kezdődik, amely sárgásbarna pleisztocén infúziós lösz. Alapkőzet mésztartalma kiugróan magas (23–32%), humusztartalma viszont 1 %-nál alacsonyabb. Az alapkőzeten képződött magas humusztartalmú csernozjom talaj 360–420 cm között jelenti a halom feküjét (eltemetett talajszint). E fölött magas humusz- és alacsony mésztartalmú hordott talajrétegek találhatók a felszínig. Ez a mesterségesen összehordott talajösszlet két részre bontható. A 360–220 cm közötti alacsonyabb mésztartalmú, agyagosabb, magas humusztartalmú egykori feltalajréteg képezi a halomtest alját. Erre egy kissé magasabb mésztartalmú, kevésbé agyagos, az alapkőzettel kevert talajréteg települt.

Ezen a kevert, összehordott talajon képződött a recens talaj kiugróan magas szervesanyag-tartalommal. A halomtest két részre tagolását a mágneses szuszceptibilitás vizsgálat is megerősítette. A felszíntől 200 cm-es mélységig alacsony



5. ábra A Szálka-halom üledékföldtani elemzése

mágneses szuszceptibilitású réteg ($k=20-40$) található, amely alatt hirtelen megugrik ez az érték ($k=50-70$). A mágneses szuszceptibilitás az eltemetett talajban erősen csökken, míg az alapkőzetben mértük a legalacsonyabb k -értékeket.

Következtetés, összefoglalás

A geoelektromos, mágneses szuszceptibilitás és szedimentológiai vizsgálati eredmények azt mutatják, hogy a halom építése során a környező folyóhát humuszos feltalaját halmozták fel első fázisban 1,3–1,5 m magasságig. Ezt követően néhány évszázad elteltével, 2–2,2 m magasítást kapott halom, így a második építési fázis után érte el jelenlegi magasságát. Mindez összhangban van a halom korábbi üledékföldtani és malakológiai vizsgálati eredményeivel (SZILÁGYI ET AL. 2013). Természetesen az ülepedés és talajerózió miatt némileg csökkenhetett az eredeti magassága. A domborzati elemzés és a szeizmikus vizsgálat alapján feltételezhető, hogy északi irányból történhetett a halomanyag felhordása. Mindezt a halom északi lábánál elterülő mélyedés és a kevésbé konszolidálódott északi halomoldal, halomelőtér bizonyítja. A geofizikai vizsgálatok a halom belsejében, főképpen a déli oldalon több anomáliát jeleznek. Ezek vagy újkeletű bolygatások, vagy korabeli temetkezések nyomai lehetnek. A halom építésének idejét az eltemetett talaj radiokarbon korából lehet meghatározni, ez a vizsgálat még nem készült el. Az eddigi adatok alapján azonban erősen feltételezhető, hogy késő rézkori – kora bronzkori Jamnaja-kultúra temetkezési halmáról van szó.

Felhasznált irodalom

- BARCZI A. – JOÓ K. – PETŐ Á. – BUCSI T. (2006a): Survey of the buried paleosol under the Lyukas mound in Hungary. *Eurasian Soil Science* 39: 133–140.
- BARCZI A. – M. TÓTH T. – CSANÁDI A. – SÜMEGI P. – CZINKOTA I. (2006b): Reconstruction of the paleoenvironment and soil evolution of the Csípő-halom kurgan, Hungary. *Quaternary International* 155–156:49–59.
- BARCZI A. – TÓTH Cs. – TÓTH A. – PETŐ Á. (2009): A Bán-halom komplex tájökológiai és paleotalajtani felmérése. *Tájökológiai Lapok* 7(1):191–208.
- BEDE Á. (2014): A tiszántúli halmok régészeti geológiai és környezettörténeti szempontú vizsgálati lehetőségei. Ph.D értekezés. Szegedi Tudományegyetem, Szeged.
- BEDE Á. – CSATHÓ A. I. – CZUKOR P. – SÜMEGI P. (2015): A hortobágyi Ecse-halom tájtörténete. *Tájökológiai Lapok* 13 (1):169–184.
- BÓNA I. (1992): Bronzezeitliche Tell-Kulturen in Ungarn. In: Meier-Arendt, W. (ed.): *Bronzezeit in Ungarn. Forschungen in Tell-Siedlungen an Donau und Theiss. Museum für Vor- und Frühgeschichte, Frankfurt am Main.* pp. 9–39.
- DANI J. – HORVÁTH T. (2012): Őskori kurgánok a magyar Alföldön. A Gödörsíros (Jamnaja) entitás magyarországi kutatása az elmúlt 30 év során. Áttekintés és revízió. *Archaeolingua Alapítvány, Budapest.* 215 p.

- ECSEDY I. (1979): The People of the Pit-Grave Kurgans in Eastern Hungary. *Fontes Archaeologici Hungaricae*. Akadémiai Kiadó, Budapest. pp. 1–85.
- JOÓ K. – BARCZI A. – SZÁNTÓ ZS. – MOLNÁR M. (2004): A hortobágyi Csípő-halom talajtani vizsgálata. In: Tóth A. (szerk.): *A kunhalmokról – más szemmel*. Alföldkutatásért Alapítvány, Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatósága, Kisújszállás, Debrecen. pp. 27–43.
- PETHE M. (2007): Szemely-Hegyes régészeti lelőhely geofizikai vizsgálata. Szakdolgozat. ELTE, Budapest.
- PETROVSZKI J. – LIPOVICS T. – LENKEY L. – PETHE M. – FERENCZ E. – HEREIN M. (2008): Régészeti kutatás céljából végzett mágneses mérések Porolissumon. *Magyar Geofizika* 49(2): 88–95.
- PUSZTA S. (1998): A mágneses tér vizsgálata. *Természet Világa, Természettudományi Közlöny* 129. évf. 10: pp. 443–444.
- RACZKY P. – CZAJLIK Z. – MARTON A. – HOLL B. – PUSZTA S. (1997): GIS and the evaluation of rescue excavations along the M3 Motorway in Hungary. *Porocilo* 24: 157–170.
- RÁKÓCZI A. – BARCZI A. (2014): Protected landscape elements in the European Union and the hungarian effects of the regulation in the look of the kurgans. *Tájökológiai Lapok* 12: 95–105.
- SERLEGI G. – RASSMANN, K. – OSZTÁS A. – MISCHKA, C. – FURHOLT, M. – OHLRAU, R. – WINKELMANN, K. – BÁNFFY E. (2013): Neolitikus lelőhelyek nagyfelületű magnetométeres felmérése a kalocsai és a tolnai Sárközben. *Magyar Régészet online magazin*, 2013 tavasz.
- SZILÁGYI G. – SÜMEGI P. – MOLNÁR D. – SÁVAI SZ. (2013): Mollusc-based paleoecological investigations of the Late Copper – Early Bronze Age earth mounds (kurgans) on the Great Hungarian Plain. *Central European Journal of Geosciences* 5: 465–479.
- TÓTH CS. (2002): Az országos kunhalom felmérési program eredményei. Kutatási jelentés. Debrecen, Kisújszállás. pp. 1–105.
- TÓTH, CS. A. – PETHE, M. – HATHÁZI, Á. (2014): The application of earth science-based analyses on a twin-kurgan in Northern Hungary. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*. 9(1): 11–20.
- ZOLTAI L. (1938): Debreceni halmok, hegyek. Egyéb mesterséges és természetes emelkedések ú. m.: laponyagok, telkek, ülések, dombok, gerendek és hátak a város határában, valamint külső birtokain. Városi Nyomda, Debrecen. 57 p.
- IH/1: www.sensoft.on.ca (Sensors & Software Inc.) 2017. április 8.
- IH/2: Magyar Nemzeti Múzeum Régészeti Adatbázis, <http://archeodatabase.hnm.hu/hu/node/6430>, 2017. április 8.

Térinformatika gyakorlatok oktatása informatika mesterszakos hallgatóknak

Ungvári Zsuzsanna

tanársegéd, ELTE IK Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék, ungvarizs@map.elte.hu

Abstract: Geoinformatics were widely spread in various sciences, therefore it became necessary to teach not only cartographer and geographer students for geoinformatics, but also computer scientist. Their previous experiences are different, from the students in earth sciences, which can be considered at their education. This paper presents a different approaches, challenges and solutions of teaching of programmers.

Bevezetés

A térinformatikát ma már az összes földrajz, föld- és környezettudományi szakokon oktatnak a magyar felsőoktatási intézményekben. A térinformatika tárgyak keretében a hallgatók megismerkednek a számítógépes térképszerkesztés alapjaival, és a gyakorlatok folyamán általában elsajátítják egy térinformatikai szoftver használatát. Az intézmények anyagi keretétől, vagy a szaktól függően ez egy ingyenes vagy térítés ellenében megvásárolható szoftver. Az ELTE-n azokon a szakokon, ahol a hallgatók nem a fő tárgyak egyikeként tanulnak térinformatikát, általánosságban elmondható, hogy jelenleg a QGIS ingyenes, nyílt forráskódú szoftver aktuálisan legújabb verziójával ismerkednek meg. Igaz ez a földtudományi és a környezettan alapszakra, valamint az olyan az Informatikai Karon programtervező informatikus mesterszakot végző hallgatókra is, akik a térinformatika blokkot választották.

A programtervező informatikus mesterszak térinformatika blokkja

Az említett mesterszakon több blokkból tudnak választani a hallgatók, ezek egyike a térinformatika. Giachetta et al 2011-es cikke is foglalkozik a tárgycsoport témakörével és az oktatott tananyaggal, azonban nem részletezi, mennyiben más oktatni egy informatikus, mint egy földrajz vagy földtudományi érdeklődésű hallgatót. Ebben a cikkben azt az eltérő szemléletmódot is bemutatom, amely kialakítása fontos informatikus hallgatók képzése során.

Mivel itt nemcsak egy önálló Térinformatika, hanem több tárgy alkotja a blokkot, ezért a Térinformatika gyakorlat oktatásában nagy segítséget jelent,

hogyan szerepel Térképészet elméleti és Térinformatika elméleti alapotó tárgy is. Ezeken az órákon megismerkednek az alapvető fogalmakkal, pl. térkép, méretarány, térképajták, tematikus térképek és ábrázolási módszerek, a vetülettan alapjai, a térképi névírás kérdései, raszteres és vektoros adatmodell, képfeldolgozási módszerek, háromdimenziós térinformatika. A Térinformatika gyakorlat mindkét elméleti tárgyat kiegészíti, ezért a gyakorlati órákon tényleges gyakorlati problémák megoldásával tudunk foglalkozni a térinformatika és a webkartográfia témaköréből.

A hallgatók előismeretei, a számonkérés, és az elérhető segédanyagok

A gyakorlatok hetente 2×45 percesek. Az oktatónak figyelembe kell venni, hogy az informatikus hallgatók (MSc. I. évesek) már jelentős gyakorlattal rendelkeznek a programozás és adatbázis-kezelés terén, ezzel szemben a földrajzi ismereteik többségében elmaradnak a földrajz vagy földtudományi szakos hallgatókhoz képest. Sajnos elmondható, hogy az informatikus hallgatók többsége (néhány kivételtől eltekintve) a klasszikus értelemben vett térképpel utoljára a középiskolai földrajz és történelem atlaszában találkozott. Még kevésbé ismert számukra a turistatérképek, az autóstérképek és a tematikus térképek grafikai nyelve. Szerencsére elmondható, hogy a Google Maps, vagy más online (navigációs) alkalmazás gyakorlott felhasználói.

A gyakorlatokon a QGIS-t tartottam számukra a legalkalmasabb szoftvernek, ugyanis ez egy dinamikus fejlődő, ingyenes szoftver, amely mögött egy nagy nemzetközi fejlesztő közösség áll. A QGIS másik előnye, hogy a jövőben könnyen hozzájuthatnak a szoftver frissebb verzióihoz, valamint közreműködhetnek a fejlesztésében. A szoftver legnagyobb hátrányaként említeném az egyik előnyét, az aktív fejlesztést: időnként egy-egy új verziónál egyes funkciók „elromlanak”, majd a következő verziótól ismét helyesen működnek.

A gyakorlati tárgy teljesítéséhez három beadandó feladat elkészítése szükséges, amely lefedi a félévben tárgyalt tananyagot. Mivel sok gyakorlatot szereztek már az önálló munkában és tanulásban, ezért célszerűbb a tudásukat és problémamegoldó képességüket gyakorlati feladatokkal mérni, mint zárthelyi dolgozatokkal.

A gyakorlatokon előforduló feladatokat egy gyűjteménybe rendeztem, és digitális jegyzetként elérhetővé tettem a honlapomon (<http://mercator.elte.hu/~ungvarizs>). A feladatsort részben más szakos hallgatók oktatásánál is felhasználom, pl. környezettan, kiegészítő térinformatika képzés.

A gyakorlatok menete és a beadandó feladatok

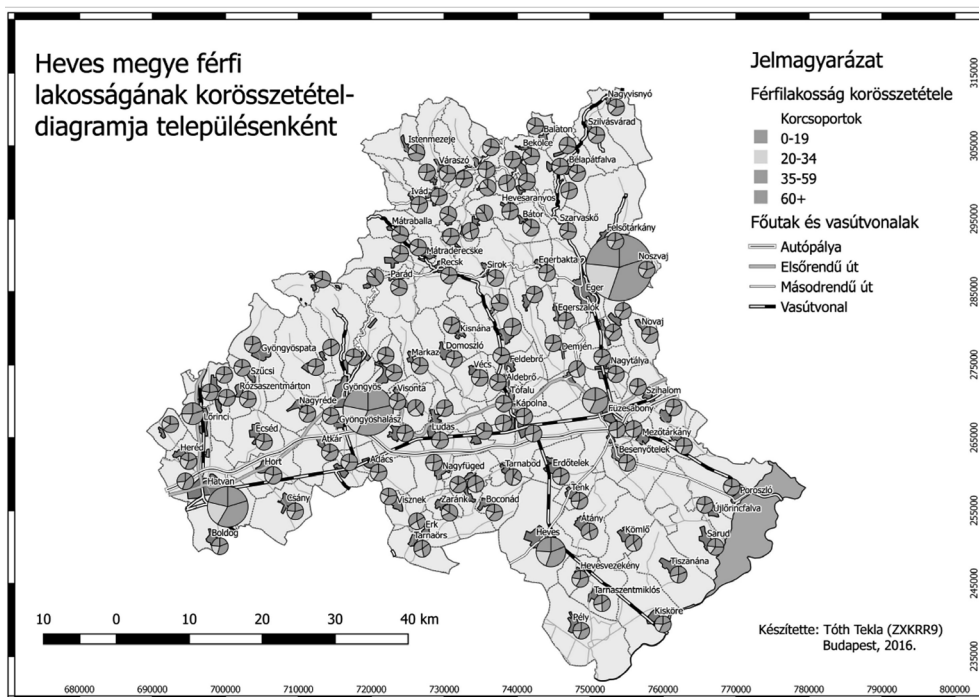
Az első gyakorlatokon a vektoros adatmodellelt ismerik meg, valamint egy részletes kartográfiai alapotást kapnak. A leggyakrabban használt fájlajtus, a Shapefile szekezetével, majd a QGIS stílusbeállításaiival ismerkednek meg részletesen. Jelentős hangsúlyt fektetek az egyes térképi elemek, pl. utak, vasutak, határok, összetett jelek (a hierarchikus felépítésű, pontszerű geometriai jelek stb.) és felületek (szőlő,

temető stb.), két- vagy három vonalból álló vonalas elemek kialakítására. Emellett a kategorizálás, az intervallumokba sorolást (osztályozást), és a szabály alapú stílusdefiníciókat is képesek lesznek létrehozni.

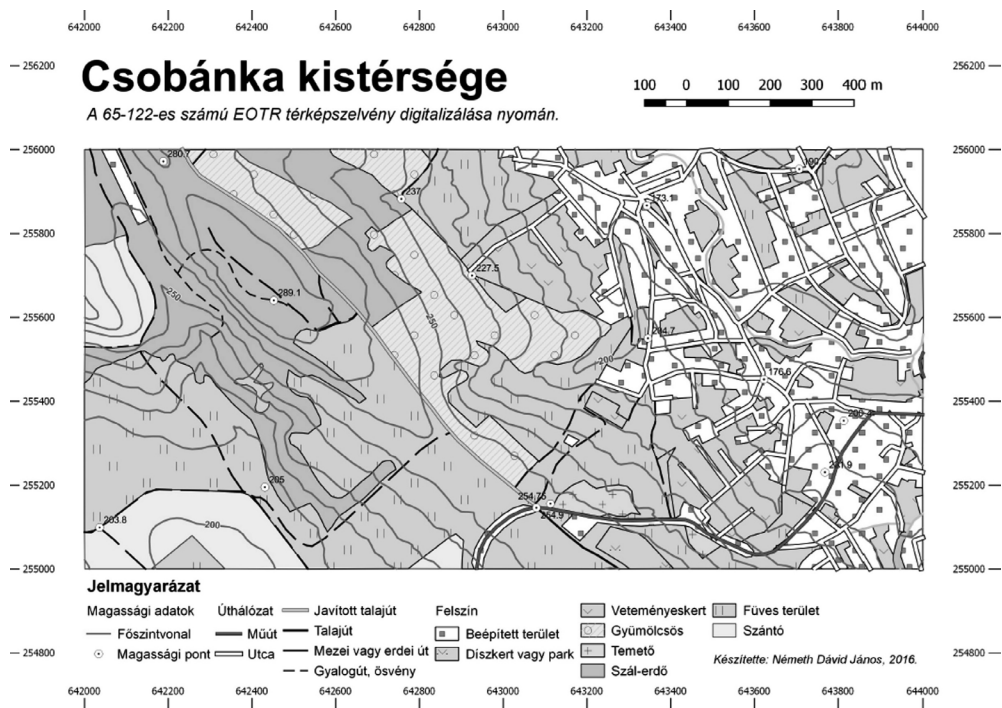
A QGIS-ben az SQL nyelv egy változata található meg: ezekkel kifejezések, kijelölések és az attribútumtáblázat adatokkal való feltöltése hajtható végre. Bár jártasak az adatbázis-kezelésben, a térbeli geometriát vagy viszonyokat elemző függvényeket nem ismerik: például egy terület méretét hogyan lehet kiolvasni, vagy egy vonal hosszát meghatározni. Ehhez kapcsolódóan még a Spatial Query modullal, és a Geoprocessing eszközökkel ismerkednek meg.

Az első beadandó feladatban három tematikus térképet kell elkészíteniük (1. ábra). Az elsőnél kategorizálni kell egy megadott megye településeit lakosságszám alapján. A másodikkál az adott település koreloszlás diagramját (kördiagram) kell elkészíteni. Végül egy szöveges elemzési feladatban kell számot adniuk arról mennyire sajátították el a térbeli elemzéseket (például a térképen jelölék be, hogy hova telepíthető egy gyár, a szöveges példában megfogalmazott szempont alapján).

A feladatokban felhasznált statisztikai adatokat a Statisztikai Hivatal honlapjáról tölthetik le. Ahhoz, hogy a QGIS-be behívható legyen, az Excelben előfeldolgozás szükséges. A geokódolás és a diagramkészítés elsajátítása is a feladat része. Végül mindhárom térképből egy nyomtatásra alkalmas PDF fájlt kell generálniuk (2. ábra). A feladatok térinformatikai részét általában egy-két apróbb figyelmetlenségtől



1. ábra Az első feladat egyik tematikus térképe (hallgatói munka)



2. ábra Digitalizálási feladat nyomtatásra előkészített változata (hallgatói munka)

eltekintve hibátlanul oldják meg. A térképi elemek összhangjának kialakítása, a helyes és hierarchikus jelmagyarázat szerkesztése, és egyben az olvashatóság megtartása többnyire a hallgató széperzéktől, türelmétől és igényességétől függ.

A félév második beadandó feladata egy nagyméretarányú, 1:10 000-es topográfiai térképszelvény (EOTR) georeferálása, 2×1 kilométerének digitalizálása és az egyes rétegekhez az attribútum adatok felvétele. Ez az a feladat, amely a legkevésbé népszerű a hallgatók körében, viszont ahhoz, hogy a topográfiai térképek olvasásában és egy térképi adatokhoz kapcsolódó adatbázis-építésében gyakorlatot szerezzenek elengedhetetlenül szükséges.

A félév utolsó óráin már webkartográfiai alkalmazásokkal foglalkozunk. Mivel a webkartográfia témaköre olyannyira tág, hogy nem is egy, hanem két tárgy tananyagát is képezhetné, ezért csak áttekintésre, a legfontosabb eszközök ismertetésére és legfőbb jellemzőinek bemutatására van idő. Elsőként a webes térképszolgáltatások és az API-k működését ismertetem: ezek keretében a két legnépszerűbb webes térképszolgáltatást nézzük át: a Google Maps-et és az OpenStreetMap-et, valamint az OpenLayers keretrendszer egy webes térképtár példáján. A térképtári rendszer mesterszakos diplomamunkámként készült (UNGVÁRI 2012): a térképek adatait egy MySQL adatbázisban tárolom, amelyből a PHP szkriptnyelv segítségével kérdezek le adatokat. Keresni a térképek leíró adatai között lehet (hagyományos módszer), valamint újdonságként hozzáadtam egy térképes kereső és megjelenítő felületet is. A megjelenítést ráadásul kétféleképpen is megoldottam: OpenLayers keretrendszerrel

és a Google Maps-szel: ezekben a KMZ-ben tárolt térképek georeferáltan jelennek meg. A földrajzi keresés többféleképpen is lehetséges: a térképen való kattintással, vagy egy cím megadásával (geokódolás OSM Nominatim-mal), mindkét esetben a lekérdezés megvizsgálja, hogy az X,Y koordinátpár melyik térképszelvényen van rajta (KISS ET AL 2014). Itt megemlítem az adatbázis-kezelő rendszerek térbeli kiterjesztéseit (a diplomamunkámban a MySQL Spatial-t használtam, de ez kiváltható a PostGIS-szel és a SpatiaLite-tal).

Az OpenLayers keretrendszerben leggyakrabban használt alaptérkép az OpenStreetMap: itt bemutatom a közösségi térképszerkesztést, valamint az adatok letöltésének lehetőségeit.

A böngészőben megjeleníthető háromdimenziós grafika kapcsán mindenképpen ki kell térni a JavaScript és WebGL alapú alkalmazásokra, például a X3DOM JavaScript függvénykönyvtárra, vagy a Cesium JS alkalmazásra. Az első szorosan kapcsolódik a Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszéken már tíz éve futó projekthez, a Virtuális Glóbuszok Múzeumához (Márton et al 2008). A második az utóbbi év(ek)ben felváltotta a leállításra ítélt Google Earth plugint.

Kétdimenziós vektoros (térképi) tartalom megjelenítésére alkalmas még az SVG is. SVG-ből épülhet fel, egy egyszerű térkép (elemeken használható a link, a hover effektus, de akár animáció is kivitelezhető benne). Az elmúlt évben készült el a Sztár.elte.hu honlap (IRÁS-UNGVÁRI 2016), amely régi iskolai földrajzoktatási eszközök interaktív vizualizációját tartalmazza, és amely igazán hasznos esettanulmány.

Emellett a lézerszkennerral mért pontfelhők webes megjelenítési lehetőségeit is tárgyaljuk. Itt a problémát a nagy adatmennyiség megjelenítése okozza: mind szoftveresen, mind hardveresen nehéz feldolgozni ezeket az adatokat. Gede et al 2015 készített egy online megjelenítő felületet a barlangmérési adatokról.

Az ELTE Vizualizációs Centrumát is megtekintjük, ahol a valós aktív 3D-s vizualizációkat, valamint a technológia alapjait mutatom be nekik. A laborban látható térképes videókat, animációkat Zsoldi Katalin készítette (ZSOLDI 2014).

Mint említettem, egy harmadik beadandó feladatot is kell készíteniük. Ez egy választott ingyenes térinformatikai szoftver, vagy webes eszköz megismerése és rövid ismertetése. Az utolsó órán az idei tanévtől az elkészített feladatot mindenkinek röviden, 3–5 percen belül kellett mutatnia. Megfigyeléseim szerint ez extra motivációt jelentett a beadandó elkészítése során, sokkal kidolgozottabbakká váltak a feladatok a korábbiakhoz képest.

A hallgatók az oktató által kiadott miniprojektek közül választhattak, de lehetőségük adódott az érdeklődési körüknek megfelelően akár saját feladatot is hozni. Azt gondolom, hogy mindenki talált olyan feladatot, amely számára nemcsak megfelelő, hanem érdekes is volt. A feladatok között szerepelnek a programozói tudást fejlesztő, webprogramozói, vizualizációs, szoftveres tudást fejlesztő, fájlformátumot ismertető és gyűjtőmunkát igénylő feladatok is. Néhány példa az elmúlt évben kiadott

feladatok közül:

1. **Python GDAL modul (raszteres adatok kezelése).** /Lehet C vagy C++ alatti is, ez esetben pár szóval leírni a beüzemelés lépéseit, a használt keretprogramot./ Mutassa be a modult. Melyek a legfontosabb adattípusok. Fájlexport, fájlimport, raszteres műveletek. Készítse el egy raszteres képnek (vagy egy domborzatmodellnek) a medián szűrt változatát. Kernelmátrix pl. 3×3. Domborzatmodell esetén használjon bemenetként és kimenetként is Geotiff formátumot.
2. **KML.** Adattárolás KML-ben (röviden: szerkezet, jellemzők, előnyök, hátrányok). KML megjelenítése a weben (áttekintés a lehetséges eszközökről). Animáció KML-ben. Készítsen animációt KML-ben!
3. **Interaktív térkép Leaflet-ben (3. ábra).** Mutassa be röviden a Leaflet-et (legfőbb jellemzők, előnyök, hátrányok, térképszolgáltatások). Készítsen interaktív térképet, pl. kattintásra vagy egérmozgásra (mouseover) megjelennek további attribútum adatok. Jelmagyarázat is jelenjen meg!
4. **QGIS modulok:** Saját modul készítése: Mutassa be, hogy a QGIS-ben hogyan készítené egy saját modult.
5. **Google Maps API for Mobile (Android vagy iOS).** Válassza ki az egyik operációs rendszert, és ismertesse, hogyan lehetne olyan okostelefonos alkalmazást készíteni, amellyel egy földtudós szakember adatokat gyűjthet a terepen. Minimális feltételek: legyen az alkalmazáshoz egy térkép, ezen lehessen pontokat, vonalakat, és felületeket berajzolni. Lehessen fényképet készíteni, a fénykép neve mentődjön az adott berajzolt objektumhoz attribútumként, valamint lehessen egyéb attribútum adatokat is felvenni.
6. **GrassGIS vektoros adatok.** Ismertesse röviden a GrassGIS térinformatikai szoftvert (telepítés, első lépések, főbb funkciók). Mutassa be a vektoros elemző funkcióit, és hasonlítsa össze a QGIS-szel. Célja legyen egy térkép elkészítése. Lehetséges-e a térkép nyomtatási layout-jának előkészítése? Ismertesse!
7. **Adat vizualizáció OpenLayers3 alapokon.** Dolgozza ki, hogyan jeleníthet meg diagramokat OpenLayers3 keretrendszerben. Ismertesse! Bármilyen eszközt/programot használhat segítségként. Eredményként egy saját tematikus térképet várok, amelynek a háttértérképe is saját! (Felhasználhatók a beadandók.)
8. **3D megjelenítési lehetőségek a weben háromdimenziós térképek, városmodellek, glóbuszok számára.** Foglalja össze, hogyan tudná megjeleníteni a weben ingyenes eszközökkel háromdimenziós térképeket, modelleket. Jellemezze ezen eszközöket, térjen ki előnyeikre, hátrányaikra.

Néhány eredményes hallgatói miniprojektről

Mint a feladatokból is látható, nagyon sok témakörrel lehetne még foglalkozni az órák keretében. A félévek folyamán született néhány látványos, vagy kiemelkedő munka is. Például volt olyan feladat, amelyet ketten is elvállaltak: interaktív térkép készítése Leaflet-ben. Az egyik hallgató a qgis2web plugint használta, a másik saját maga írta a megjelenítéshez a kódot. Volt, aki egy általam megadott célú, térképi generalizálást végrehajtó, QGIS modult készített, amelyhez nem a PlugIn Builder-t használta, hanem egy sokkal rövidebb, professzionálisabb és egyszerűbb kódot írt a modulhoz. Az egyik hallgató idén egy egyszerű, a terepi felmérést segítő



3. ábra Térkép a Leaflet-ben (hallgatói munka)

mintaalkalmazást fejlesztett Android-os telefonra úgy, hogy előtte sosem foglalkozott alkalmazás-fejlesztéssel. Nagy népszerűségnek örvendenek mindig a Google Maps API-hoz kapcsolódó feladatok is, ez az az alkalmazás, amelyet már egy-egy weboldalon használtak, de még nem foglalkoztak a fejlesztéssel.

Összefoglalás és jövőbeli tervek

A térképészet és térinformatika is továbbra is dinamikusan fejlődik, ezeket az új eredményeket építettem be az oktatásba. Fontos, hogy oktatóként kövessük ezeket a változásokat és legújabb technológiákat. Véleményem szerint a mesterszakos informatikus hallgatóknál nagyon fontos egy személyre szabott projektfeladat kiadása, amelyekből ők választhatnak érdeklődésüknek megfelelően, amely később akár diplomamunka témáját is képezheti. A jövő ősztől részletesebben foglalkozunk majd a QGIS Python szkriptelésével is, valamint célom a digitális jegyzet frissítése (az aktuális QGIS verzióhoz) és bővítése is úgy, hogy alkalmas legyen más szak hallgatóinak oktatására is.

Felhasznált irodalom

- GEDE, M. – UNGVÁRI, ZS. – KISS, K. – NAGY, G. (2015): Open-source Web-based Viewer Application for TLS Surveys in Caves. In: Gartner G, Haosheng H (szerk.): Proceedings of the 1st ICA European Symposium on Cartography, International Cartographic Association. pp. 321–328.
- IRÁS K. – UNGVÁRI ZS. (2016): Újrarendezett régi játékok: Földrajzoktatási eszközök interaktív webes rekonstrukciója. Geodézia és Kartográfia 68(7-8.):15–19.

- E. KISS – ZS. UNGVÁRI – P. FULAJTÁR (2014): Digital Map Collection Project at the National Széchényi Library. In: Livieratos E, Pazarli M (szerk.): 9th International Workshop on Digital Approaches to Cartographic Heritage, International Cartographic Association, pp. 48–58.
- GIACHETTA R. – LÁSZLÓ I. – ELEK I. – FEKETE I. – GERA DÁVID Á. (2011): Térinformatikai oktatás és kutatás-fejlesztés az ELTE Informatikai Karán. Agrárinformatika / Journal of Agricultural Informatics 2(1):29–38.
- 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):36–42.
- UNGVÁRI ZS. (2012): Digitális térképtár tervezése és kivitelezése. Diplomamunka, Eötvös Loránd Tudományegyetem, 2012. pp. 1–51.
- ZSOLDI K. (2014): 3D-s és animációs technológiák a tematikus kartográfiában. Geodézia és Kartográfia 7-8(66):20–25.

Az egységes szemlélet felé: az alaptérképek integrálásának elvi és gyakorlati problémái

Utasi Zoltán

főiskolai docens, Eszterházy Károly Egyetem, utazo74@gmail.com

Abstract: The IDS (Innoregion Spatial Decision Support System) is a part of the project named “Complex improvement of research capacities and services at Eszterhazy Karoly University” (EFOP-3.6.1-16-2016-00001). It is based on a previous project and it develops and expands the content stakes. IDS project to develop a complex spatial database, which primarily provides updated information area for participant of the economy. The map data is basically the infrastructure factors, more broadly, focuses on the economic, social, geographical agriculture, energy and tourism endowments of the region illustrate the qualitative and quantitative analysis.

Az IDS projekt céljai

Az Eszterházy Károly Egyetem Földrajz Tanszéke és Innorégió Tudásközpontja, valamint külső partnerei 2012–2015 között „A megújuló természeti erőforrások és a klímaváltozás kapcsolatrendszerének komplex vizsgálata egy fenntartható modellrégió kialakítása céljából magyar-német közreműködéssel” (TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0016) (röviden: Eger – Energiarégió) című pályázat keretében az Egri Kistérség 23 településének vizsgálatát végezték el, a megújuló energiaforrásokra és az épületenergetikára fókuszálva. Ennek eredményeként létrejött egy jelentős volumenű térinformatikai alapadatbázis (föld-, épület- és erdészeti kataszter, topográfia, geológia, talajtan, klimatológia, stb.), melynek továbbfejlesztése (immár az Egri Borvidék 28 településére vonatkozóan) a cél (*1. ábra*). A jelen publikáció témájául szolgáló és azt támogató „Kutatási kapacitások és szolgáltatások komplex fejlesztése az Eszterházy Károly Egyetemen” (EFOP-3.6.1-16-2016-00001) című, 2017-ben indult projekt a már meglévő téradatstruktúra átdolgozását (az előző munka tapasztalatai alapján) és bővítését (területi és tartalmi szempontból egyaránt) tűzte ki célul, létrehozva az IDS-t (Innoregion Spatial Decision Support System – Innorégió Területi Döntéstámogató Rendszer). „Az IDS projekt egy olyan komplex téradatbázis kialakítása, amely elsősorban a gazdasági élet szereplői számára biztosít naprakész területi információkat. A térképes adatbázis alapvetően az infrastrukturális tényezőkre, tágabb értelemben a borvidék gazdasági, társadalmi, agrárföldrajzi, energetikai, valamint turisztikai adottságainak szemléltetésére, minőségi és mennyiségi elemzésére fókuszál. A rendszerfejlesztés

A térbeli adatfeldolgozás során elsődlegesen az ESRI ArcGIS szoftverére támaszkodunk, de kiegészítő jelleggel más programokra is szükség mutatkozik (pl. CAD, ITR, raszteres adatfeldolgozó).

Alaptérképeknek tekinthetjük mindazon térképeket, melyeket a közvetlenül meghatározható objektumokat tartalmazzák. Általában a már meglévő papír alapú adatforrások digitalizálásával jönnek létre, az új, közvetlen felmérés még alárendelt szerepű. Már az adatokhoz való hozzáférés is számos problémát vet fel, de az adatminőség jelenti az igazi kihívást. Ugyanis az adatok a forrás függvényében nagyon változatos tartalmi és formátumbeli állapotban állnak rendelkezésre, kezdve

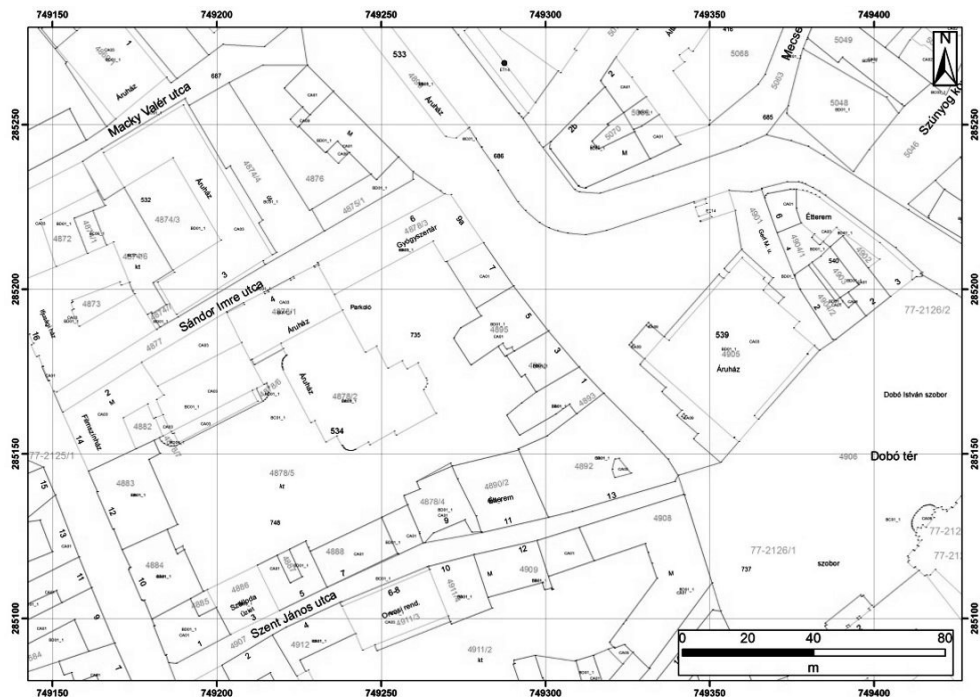


a csak papíralapon fellelhető tartalmaktól a csupán digitális másolat szintjét elérő feldolgozásokon át a valódi térinformatikai rendszerekig. Az alaptérképekre épülő elemzéseket az előzőekből adódó heterogenitás nagymértékben megnehezíti, ezért a cél ezek egységes struktúrába történő integrálása. A különböző szakterületek adatai – például határvonalak, referenciarendszer tekintetében – sokszor nem kompatibilisek, a kódolási rendszer számos esetben következetlen (pl. kataszteri, topográfiai adatok). Más esetekben a műszaki szemlélet dominanciája okoz problémát (pl. közművek). Mivel jelenleg a különböző szakterületek egységes szemléletű kezelésére központi szinten nem látszik megoldás, ezért a különböző projekteknek megfelelően az adott munkában a kutató feladata ennek az integrációnak a végrehajtása – támaszkodva a már meglévő szabványokra, azokat továbbfejlesztve vagy új megoldásokat alkalmazva. Jelen tanulmány az ezzel kapcsolatos elvi, gyakorlati és jogi problémákról és tapasztalatokról kíván felvetéseket tenni, mely folyamat végső célja egy széles körben elfogadott, konszenzuson alapuló új téradatstruktúra létrehozása.

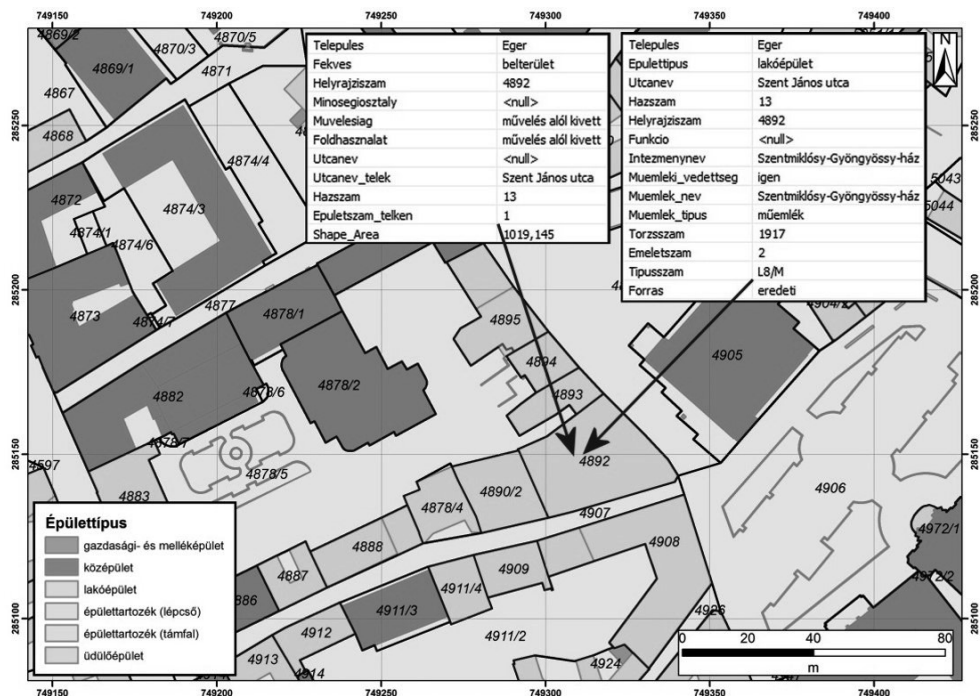
Központi kérdés az adatok megbízhatósága, melyet két, optimális esetben ugyanazt a tartalmat fedő fogalommal határozható meg: közhitelesség és hitelesség. Közhitelesség alatt azt értjük, hogy az adatbázisok a jogi erővel bíró állapotokat tartalmazzák, hitelesség alatt pedig azt, hogy a valós állapotot tükrözzék. Ez a két kritérium sok esetben nem teljesül: ennek oka egyrészt a valóság megváltozása (melyet a hivatalos adatbázisok csak több-kevesebb késéssel követnek), illetve az adatokban előzetesen is meglévő hibák (pl. topológiai pontatlanságok) (UTASI Z. 2014). Mindkettőnek egyszerre megfelelni nehéz, új szemlélettel és módszerekkel azonban megoldható: az adatbázis mindkét állapotot tartalmazza s a szűrés beállításaival adható meg, hogy mely státust látjuk. A két rendszer közti eltérést mindenképp jelezni kell, illetve tartalmaznia kell a valós állapotnak megfelelő javítás forrását (pl. ortofotók alapján berajzolt épület).

A feldolgozottság lépcsőfokai

Az adatbázis alapját jelentő kataszteri térképek a Nemzeti Kataszteri Program Kht. kizárólagos forgalmazásában érhetők el, meglehetősen sok korlátozással és jogi kötöttséggel, ugyanakkor a térinformatikai rendszereknek nem megfelelő adatszerkezettel (2. ábra). A csak vonalakat, pontokat és feliratokat tartalmazó, elsősorban mérnöki (geodéziai) szemléletű CAD-es állományok adatstruktúrájának javítására, a típushibák kijavítására az Eger – Energiarégió projektben kidolgozott módszerek alkalmasnak látszanak, a következő szint a hibajavítás minél teljesebb körű automatizálása. Az így „letisztított” állományból két réteg került kialakításra az objektumok egymáshoz való viszonya a fedés függvényében: épületek és földrészletek (3. ábra). Az archív tartalmak kezelése a két állományban eltérően megoldott. Az épületek esetén a megszűnt objektumok külön rétegbe kerülnek (lényegében az épület réteg így megduplázódik egy aktuális és archív részre). A földrészletek esetén az aktuális földrészletek a már megszűnt határvonalakkal is



2. ábra Az eredeti, CAD típusú állomány (forrás: NKP)

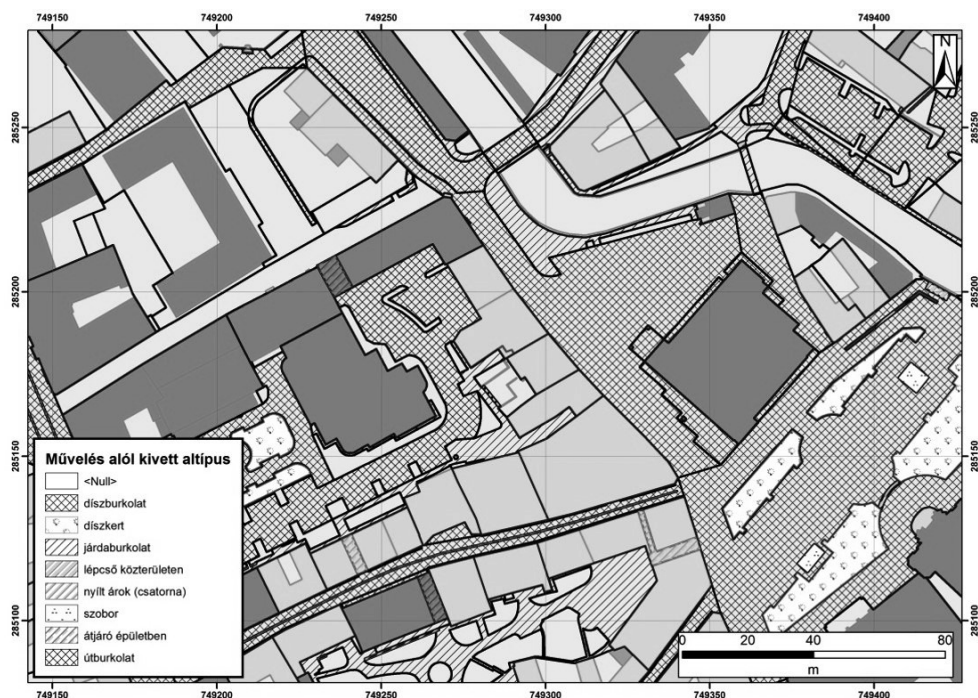


3. ábra A hivatalos állományból készített valódi térinformatikai állomány (néhány adattartalom kiemelésével) (NKP alapján saját szerkesztés)

felosztásra kerülnek, így a valóságosnál nagyobb számú területegység jön létre: viszont egy egyszerű összevonással a megfelelő azonosító (pl. aktuális helyrajzszám) alapján ez megoldható. A már megszűnt állapotok is hasonlóan rekonstruálhatók (az egyes részletek tartalmazzák a régebbi azonosítókat is, s ezek alapján történhet az összevonás). Amennyiben a változás időpontja is meghatározható, úgy egy adatbázisból lényegében bármely időpontra visszakereshető az akkor aktuális állapot – jelenleg ugyanis csak egy adott időpillanatra vonatkozóan (pl. évenként) történik archiválás, ezek egyenkénti áttekintése szükséges a monitorozáshoz.

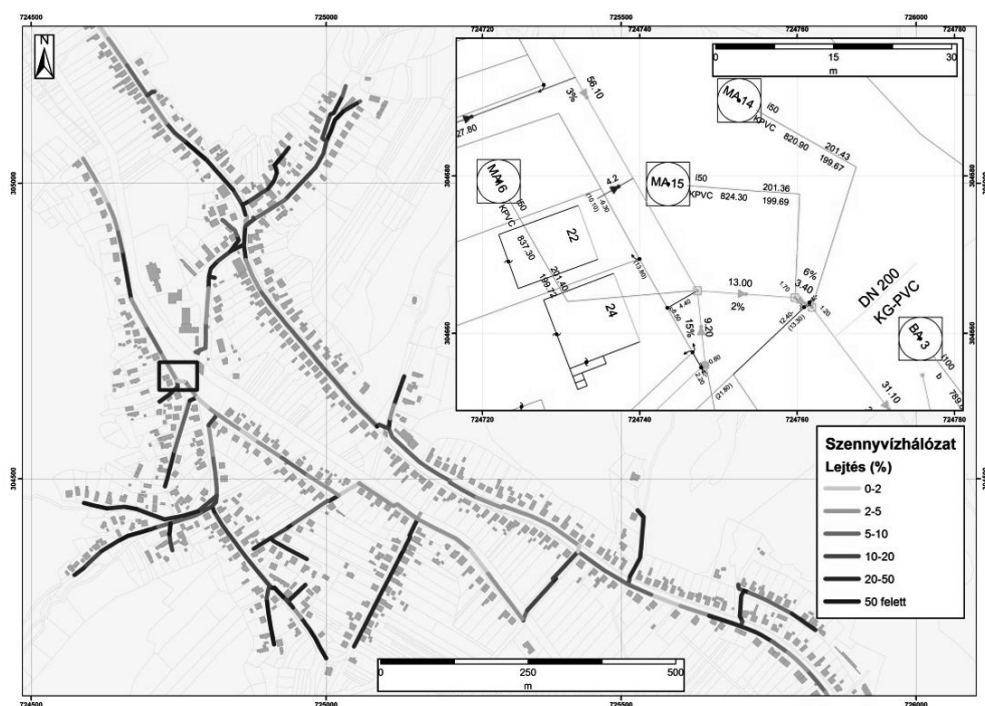
A következő lépcsőfok a hivatalos kataszter által nem tartalmazott, de alapvetően kataszteri jellegű tartalom integrálása – például a szegélyek (útburkolat, járda, stb.) tekintetében (4. ábra). Ebben két forrásra támaszkodhatunk: a régebbi hivatalos források még tartalmazták, onnan átemelhető (de értelemszerűen az aktualitása így nem megfelelő), vagy településrendezési tervekől átvehető (ez utóbbi szerzői jogi kötöttségek miatt igen nehéz). Az így nyert adattöbbség azonban nemcsak mennyiségi, hanem minőségi előrelépést is jelent. Egy konkrét példával illusztrálva: a közútkezelő cég adatait vonalas struktúrára vonatkoztatva tárolja, nem felületre, így például egy úthiba pontos elhelyezkedésének, méreteinek meghatározásához terepi kiszállásra van szükség – mivel a burkolatszélek náluk nem találhatók meg, ami viszont a kiegészített polgári földkataszterből lekérdezhető lenne.

A közművek az infrastruktúra azon, többnyire rejtett elemeit jelentik,



4. ábra Kiegészített kataszteri állomány (NKP és közműszolgáltatók adatai alapján, saját szerkesztés)

amelyek alapvető fontosságúak a gyakorlati életben. Egy optimális telephely kiválasztásnál ezek elérhetősége, kapacitása jelentős hatást gyakorol a gazdasági élet döntéshozóira. Az ezen adatok iránt fellépő igényt az E-Közmű rendszere hivatott szolgálni (PAJNA S. – PÁZMÁNYI S. 2016), s a szolgáltató cégeknek törvényileg előírt kötelessége adataik megfelelő szabványok alapján ide való feltöltése. Ennek ellenére adattartalma ma még kicsi – lényegében csak a közművek nyomvonalát tartalmazza műszaki paraméterek nélkül, s azt sem az összes szolgáltató tekintetében. Az IDS adatbázisának tehát az eredeti forráshoz kell visszanyúlnia: ezen – szintén főként műszaki szemlélettel készült – térképek átalakítása valódi térinformatikai adatbázissá jelentős munkaigényű (5. ábra). Újabb problémát jelent az elkészült adatbázis validálása: a közműhálózatok sokszor nem ott találhatók, mint a műszaki dokumentációban (ennek oka sokrétű, pl. eleve hiányzó adatok, a kivitelezés során a tervektől való eltérés, eltérő referenciarendszer a polgári földkataszterhez képest, stb.). Az előző bekezdésben felvetett példánál maradva a közútkezelő számára nyilvánvaló a közművek ismeretének szükségessége, mely viszont csak az adott közműcégnél található meg.



5. ábra Az eredeti közműhálózat-térkép részlete (jobb felső sarok, helye a főterképen piros kerettel jelölve) és egy levezetett tartalom (lejtés) (közműszolgáltató adatai alapján, saját szerkesztés)

Az integrált adatbázis gyakorlati jelenősége

Az IDS egyik kiemelt célja, hogy a partnerként résztvevő szervezetek adatbázisait közös alapokra helyezze, mintegy közvetítő szerepet játsszon közöttük. Ezen résztvevők adatbázisa jelenleg nagyon széttagolt, eltérő logikájú struktúrák alapján felépített. Ugyanakkor gyakori, hogy bizonyos adatok tekintetében hiány mutatkozik az adott szervezetnél, mely ugyan nem akadályozza meg az alapfunkciók ellátását, de meglétük hatékonyabbá tehetné működésüket. Összességében az IDS révén a szétszórta, egymástól függetlenül fejlesztett és kezelt adatbázisokra a projekt partnerei számára rálátás nyílik, ezek használatával saját feladataikat is hatékonyabban tudják végrehajtani.

Másrészt egy adott terület mennyiségi és minőségi jellemzőinek minél teljesebb ismerete döntéstámogatást ad a gazdasági élet résztvevői számára, például telephelyválasztás vagy értékelés, illetve termőhelyminősítés esetén.

Felhasznált irodalom

- PAJNA S. – PÁZMÁNYI S. (2016): Az eKözig Zrt. és a folyamatosan változó térinformatika. In.: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VII. Debrecen Egyetemi Kiadó, Debrecen; pp. 361–367.
- DAT 1. SZABÁLYZAT (1996): Digitális alaptérképek tervezése, előállítás, felújítása, adatszerformátuma, dokumentálása, ellenőrzése, minőségellenőrzése, hitelesítése és állami átvétele. Budapest, FM FTF
- DAT 1. SZABÁLYZAT (1996): A földmérési alaptérképek digitális átalakításáról és minőségellenőrzéséről. Budapest, FM FTF
- FÖMI: DTA10 V3 Objektum-attribútum katalógus és adatfeltöltési utasítás (Verzió: 20100701)
- UTASI Z. (2014): Az Eger – Energiarégió Projekt térinformatikai vonatkozásai. In: VII. Magyar Földrajzi Konferencia Kiadványa, Miskolc; pp. 579–587.; ISBN 978-963-358-063-9 (elektronikus kiadvány)
- UTASI Z. (2016): Kataszteri térképek adatminősége és feldolgozási lehetőségei a térinformatikai adatbázisban. In.: Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VII. Debrecen Egyetemi Kiadó, Debrecen, pp. 487–493.
- E-KÖZMŰ: <https://www.e-epites.hu/ekozmu/> (2017. 03. 30.)
- INNORÉGIÓ TERÜLETI DÖNTÉSTÁMOGATÓ RENDSZER (IDS): <http://innoregio.uni-eszterhazy.hu/hu/projektek/innoregio-teruleti-dontestamogato-rendszer-ids--132> (2017.03.30.)

Térinformatika a vidékfejlesztésben: online térségmarketing a GPS Visualizer segítségével

Varga Ágnes

egyetemi tanársegéd, BCE, GGFI, Gazdaságföldrajz és Jövőkutatás Központ, varga.agi14@gmail.com

Abstract: Present study deals with the solution of the online visualization of a community tourist trail project. The aim of the tourist trail project is the presentation of the values, attractions of the area in the term of thematic tourist trails. Its community character is derived from the fact that the designation of the attractions, shaping and tracking of the tourist trails was executed with the involvement of the local population. Significant aspects of the project were to make visible their attractions in term of cheap and easy manageable interface by the community for the tourists visiting the area, to be able to improve the existing database in the future easily and preferably without special GIS/informational knowledge and to refresh automatically the interface. The GPS Visualizer (<http://www.gpsvisualizer.com/>) evolved for this function by Adam Schneider proved itself to be a good solution. This study aims to unfold the possibilities of the GPS Visualizer from the viewpoint of the visualization of a tourist trail project for the Reader.

Bevezetés

Geokódolt adataink online megjelenítéséhez manapság egyre több cég, vagy önkéntes fejlesztő kínál eltérő minőségű és eltérő szakmai felkészültségű felhasználói réteget megcélzó programokat, alkalmazásokat. A szélesedő választékból a felhasználó térinformatikai, informatikai felkészültsége, a megvalósítandó projekt nehézségi foka és anyagi forrásai szerint tud válogatni. Jelen tanulmányban Adam Schneider által kifejlesztett szabadon hozzáférhető földrajzi és azokhoz kapcsolódó attribútum adatok vizualizációjára, online megjelenítésére használható GPS Visualizer felhasználási lehetőségeit tekintjük át egy közösségi túraprojekt vizualizációjában szerzett tapasztalatok alapján¹.

Anyag és módszer

A túraútvonalas projektünk célja az volt, hogy egy közösség olcsó és könnyen kezelhető felület formájában láthatóvá tegye értékeit a térségbe látogató turisták számára (NEMES G. – VARGA Á. 2014). A felület alkalmas legyen az értékek képi,

¹ Az alkalmazás egyéb felhasználási lehetőségeit számos példával illusztrálja a <http://www.gpsvisualizer.com/examples/> oldalon.

videó és szöveges anyaggal történő bemutatására, illetve a kialakított túraútvonalak az oldalról letölthető formátumban (gpx) is elérhetők legyenek, és egyszerűen beágyazható legyen a már meglévő települési, közösségi honlapokba, valamint a későbbiekben könnyen és lehetőleg különösebb térinformatikai/informatikai tudás nélkül bővíthető legyen a meglévő adatbázis, a felület frissítése pedig automatikusan történjen. E feladatra a GPS Visualizer (<http://www.gpsvisualizer.com/>) jó megoldásnak bizonyult. Az eszköz felhasználási területe az egyszerű GPS-trackek konvertálásán, megjelenítésén túl alkalmas különböző Google API-k segítségével leírások, fotók, videók adott pontban történő vizualizációjára is. A projekt közösségi jellegét az adta, hogy az értékek kijelölése és a túraútvonalak kialakítása és bejárása a helyi lakosság aktív közreműködésével történt meg.

Az adatok előállítása és elhelyezése

A túraútvonalas projektünk adatainak vizualizációjához a GPS Visualizer Google Maps alkalmazását használtuk (*1. ábra*). A felület felhasználóbarát formában kínálja fel a térképi felület konfigurációs, illetve a háttértáblában található attribútum adatok megjelenésének lehetőségeit, továbbá ezen a felületen van lehetőségünk az adatok feltöltésére, vagy a rájuk mutató URL megadására. Ezen beállítások a létrehozandó HTML felület kódjában jelennek meg, amelyek később módosíthatók is egy HTML szerkesztő programmal.

Az elsődleges, földrajzi adatok előállítása függ az ábrázolni kívánt útvonal tematikájától. Az erdei túraútvonalak kialakítása terepbejárással történik és a GPS által rögzített útvonalat gpx-ként, vagy az alkalmazás segítségével plain text-e alakítva használjuk a megjelenítés során. A rögzített útvonalak javítására, asztali térinformatikai szoftvereket ajánlunk. Amennyiben autós, vagy a Google Maps-en, Open Street Maps-en is jól követhető objektumok mentén alakítjuk ki túraútvonalainkat, vagy a túraútvonal állomások koordinátáinak rögzítése nem igényel helyszíni bejárást úgy az GPS Visualizer Sandbox (drawing) alkalmazásában (*1. ábra*) lehetőségünk van arra, hogy kijelöljük az útvonalakat, majd azt gpx, vagy text fájlként lementsük. Az előnye ezen beépített alkalmazásnak, hogy online bárki számára hozzáférhető, és korlátozottan javítási lehetőségeket is engedélyez, azonban eléggé körülményes a felületen a navigálás amennyiben hosszabb út digitalizálását szeretnénk elvégezni.

A felületen a túraútvonalak megállópontjainak adatait egy Google táblázatban tároljuk, amely webes közzététel után dinamikus felületként bővíthető, vagyis ezen háttértáblába később felvitt pontok is megjelennek a felületen a meglévő HTML fájl újbóli generálása, vagy módosítása nélkül. A Google táblázatban előre meghatározott oszlopnevekben lévő adatokat a HTML felület az alkalmazásban előzetesen beállított paraméterek alapján olvassa fel (*2. és 3. ábra*). Amennyiben a későbbiekben változtatni szeretnénk a felület megjelenésén, de nem szeretnénk újra létrehozni a GPS Visualizer-rel a HTML fájl egyszerű HTML szerkesztő programok

To set more options, use the detailed input pages:



1. ábra GPS Visualizer alkalmazásai Forrás: <http://gpsvisualizer.com/>

type	latitude	longitude	sym	folder	name	desc
W	48.527634000	21.033497000		Határtalan határtúra	A túra leírása	<iframe width="560" height="315" src="https://www.youtube.c
W	48.514629000	21.014120000		Határtalan határtúra	Kány és a görög ka	<iframe width="560" height="315" src="https://www.youtube.c
W	48.527233000	21.002254000		Határtalan határtúra	Szép kilátás!	<div style="text-align:center"><font face="Arial, Verdana, Time
W	48.530956000	21.011221000		Határtalan határtúra	Kányi-leágazás (zöl	<div style="text-align:left">
W	48.525295000	21.057404000		Határtalan határtúra	Király-hegy!	<div style="text-align:center"><font face="Arial, Verdana, Time
W	48.532921000	21.076326000		Határtalan határtúra	Buzita - Művelődési	<div style="text-align:left">
W	48.532921001	21.076326001		Határtalan határtúra	Italbolt	

2. ábra A tûrâk megállópontjaihoz tartozó attribútum adatok a Google táblázatban

your own GPX or KML file.

General map parameters show advanced options [+]

Width: 700 pixels Height: auto pixels

Full screen mode: Yes Title:

Initial map type: Google hybrid (streets+satellite) Opacity: 100%

Time offset: hrs Units: Metric (in legend, etc.)

Utilities menu: Yes Allow export of data from the map: No

Your project's Google API key:

Track options show advanced options [+]

Track opacity: 90% Line width: 3

Colorize by: Track (recommended) Default color: Red

Track list: Names and descriptions Tickmark interval:

Trackpoint distance threshold: Max. points per track:

Draw tracks as waypoints: Yes, with no names

Waypoint options show advanced options [+]

Waypoint labels: Mouse-over "tooltips" only

Default icon: googlemini Color: red

Show waypoints: In bounds of tracks, plus padding

Generate list of markers: No Width: 160 px

Upload your GPS data files here: ?
(Total size cannot exceed 10 MB; .zip/.gz is supported)

File #1 Tallózás...
File #2 Tallózás...
File #3 Tallózás...

Show additional file input boxes

Draw the map
Save these settings • Load from saved

Or paste your data here: ?

name, desc, latitude, longitude

Force plain text to be this type: default

Or provide the URL of static data on the Web:

Or a URL that the map will load dynamically:
(Google Docs spreadsheets or GPX/KML/XML files only)

©2003-2016 Adam Schneider, adam@gpsvisualizer.com.

3. ábra GPS Visualizer Google Maps alkalmazásának adatbeviteli és beállítási lehetőségeket tartalmazó felülete Forrás: <http://gpsvisualizer.com/>

segítségével is módosítani tudjuk a beállításokat. Az utólagos HTML-kódolás nagyon felhasználóbarát hiszen a HTML-ben az egyes sorok mellett feltüntetésre került, hogy a felületen milyen változásokat eredményez az adott kód módosítása.

A térképi feleületen a túraútvonalak megjelenítésére két lehetőség áll rendelkezésünkre. Vagy feltöltjük a rögzített GPS adatokat, vagy a GPS Visualizer egyik alkalmazásának segítségével (1. ábra) plain text-é alakítjuk és az így kapott adathalmazt illesztjük be a felületen az erre a célra kialakított ablakba (3. ábra). Végül a koordináták mindkét esetben a HTML kódban tárolódnak. A későbbiekben a felület újabb útvonalakkal történő gazdagítása már nem olyan egyszerű, mint a fent említett útvonalpontok esetén, ugyanis azt csak a HTML-kódban, vagy a felület újbóli generálásával tudjuk megtenni. A program segítségével nemcsak HTML, hanem KML formátumban is lehetőségünk van az adatok kinyerésére, ekkor a Google Earth felületén tudjuk megjeleníteni adatainkat, de ebben az esetben a későbbi módosítás lényegesen nehezebb a dinamikus adatbevitel és viszonylag könnyű szerkesztési lehetőségek hiányában.

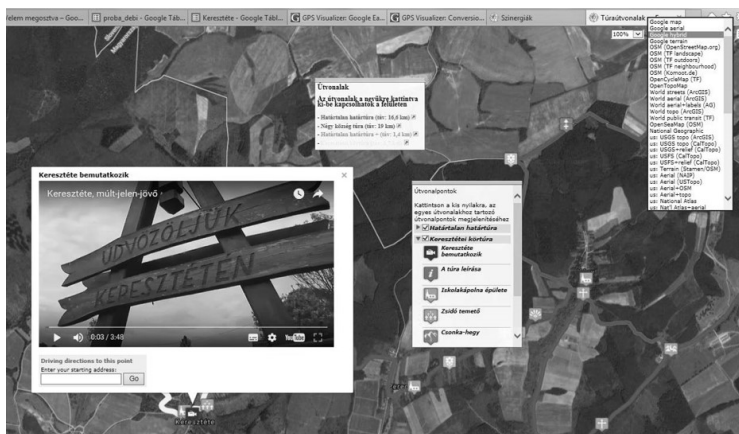
Az oszlopok elnevezése a háttértáblában előre meghatározott (2. ábra). A leírást tartalmazó oszlopban (heading = desc) lehetőségünk van youtube videók, fényképek valamint fotóalbumok beágyazására. Az oszlopban HTML kódolást kell alkalmazni, a leírások és beágyazások a felületen felugró ablakokban (pop-up) jelennek meg. Mind a videók, mind a fényképek (az egyedi jelölő ikonok is ebbe a kategóriába tartoznak) esetén szempont, hogy azokat bárki számára nyíltan hozzáférhető felületen, szerveren helyezzük el.

A térképi felület további beállítási lehetőségei

A felület és a felugró ablakok, valamint a megjelenő jelmagyarázatok megjelenésének a felhasználó HTML és fejlesztői tudása szab határt, azonban a teljesen amatőr felhasználók számára is számos hasznos beállítás érhető el, amelyekből a legfontosabbakat emeljük ki a következőkben.

Az adatbevivő felületen (3. ábra) lehetőségünk van kezdő alaptérkép beállítására, azonban később egy legördülő menüből számos alaptérkép közül választhat a honlapra látogató érdeklődő. Amennyiben a megjelenített tartalom nagyon eltűnne a részletgazdag háttértérképben, úgy annak láthatóságát a felület kialakításakor egy kezdeti értékre beállítva módosíthatjuk (Initial map type – Opacity), illetve a feleületen egy legördülő menü formájában az érdeklődők rendelkezésére is bocsáthatjuk a módosítási lehetőséget, amely közvetlenül az alaptékek kiválasztását biztosító legördülő menü mellett jelenik meg (4. ábra).

Az alaptérképek és az áttetszőség szabályozhatóságát elrejtethetjük a felületen a jobb felső sarokban egy diszkrét ikon  formájában, amely tartalmazhatja a távolság és területmérésre alkalmas eszközt (ezt szintén elhelyezhetjük a térkép bal alsó sarkában is), valamint előzetes engedélyezés után itt nyílik lehetőség a térképi adatok gpx, kml, vagy plain text-ként történő exportálására (5. ábra).

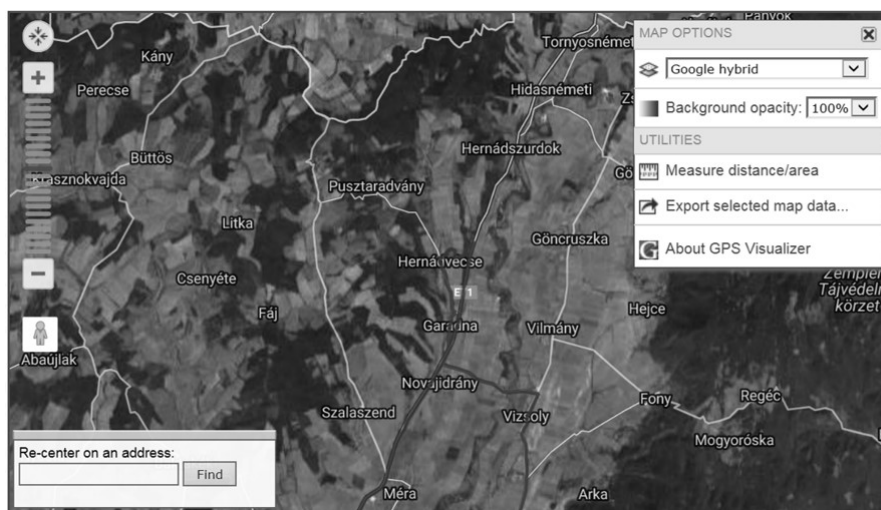


4. ábra: Egy tesztfelület az Encsi járásban

Forrás: <http://agivarga.web.elte.hu/otka/turautvonalak.htm>

Itt jegyezzük meg, hogy a túraútvonalak gpx file-ként történő letöltésére jobb módszernek bizonyult a túraútvonal leírásában egy URL elhelyezése, amelyre kattintva az adott útvonal letölthetővé vált. Ez esetben a gpx file-ok a közösség szerverén kerültek elhelyezésre.

A térkép kezdő középpontjának koordinátáit és a hozzátartozó nagyítási értéket lehetőségünk van beállítani, azonban esetünkben célravezetőbbnek bizonyult az automatikus méretezést választani, amely az épp aktuális rétegkiterjedés centridjét állítja be kezdő értéknek és olyan nagyítást, amelyben a tartalom teljes spektrumában megjelenik a kezdő képernyőn. Ennek előnye, hogy a későbbi adatbővítés során automatikusan átkalibrálja az értékeket az aktuális tartalomhoz. A térkép



5. ábra: Példa a kész felület néhány kiegészítő funkciójára

Forrás: http://www.gpsvisualizer.com/map?output_google

alapbeállításainál lehetőségünk van még a weblap címének megadására, megjelenítési módjának (teljes képernyős, vagy sem) beállítására, valamint Street View, címkereső ablak és nagyítás kontrol panel elhelyezésére, továbbá alkalmazhatunk különböző HTML stílusokat, illetve JavaScripteket is.

A térképi felületen lehetőségünk van három információs ablak elhelyezésére, amelyből az egyikben üzenetet, leírást tehetünk közzé a felhasználók számára, a másik kettő pedig jelmagyarázatként funkcionál. Mindkét jelmagyarázat dinamikus kapcsolatban áll a felülettel. Az egyik jelmagyarázat a túraútvonalak nyomvonalairól hordoz információkat, a másik a megállóhelyeket listázza (4. ábra). Mindkét jelmagyarázat esetén működik az objektumra nagyítás (Zoom to) funkció, valamint beállítható, hogy csak a jelölő és a név, vagy a leírás is megjelenjen az egyes objektumok esetén, illetve mindkét jelmagyarázat tartalma dinamikusán alkalmazkodik az aktuális nézetben látható tartalomhoz. A túraútvonalakat megjelenítő jelmagyarázat lehetővé teszi, hogy adott esetben kikapcsoljuk az egyes túraútvonalak láthatóságát. Az útvonalpontokra vonatkozó jelmagyarázatban lehetőség van az egyes útvonalakhoz tartozó megállóhelyek útvonalanként történő csoportosítására a Google táblázatban a Folder oszlopot használva (2. ábra).

Az útvonalra vonatkozó beállításaink lehetővé teszik az útvonal színének, vonalvastagságának, átlátszóságának beállítását, illetve lehetővé teszik, hogy előre beállított, vagy általunk meghatározott (custom field) értékek és osztályközők alapján az útvonalak szakaszait kategorizáljuk (pl: lejtés, haladási sebesség stb.), és erre tematikus térképet készítsünk, amely jelmagyarázata szintén megjelenik a felületen. Amennyiben vételi hibákból, vagy egyéb más okokból az útvonalat csak szakaszosan sikerült rögzíteni az alkalmazás felkínálja az egyes szakaszok összefűzésének lehetőségét. A útvonalakhoz tartozó leírás elhelyezésére a koordinátákat is tartalmazó gpx file-ban, vagy a plain text-ben van lehetőség.

Az útvonalpontok megjelenítésénél kiemelendő, hogy az egyes útvonalpontok jelölésére lehetőségünk nyílik előre definiált szimbólumok használatára, de a Google háttértábla Sym oszlopában egyedenként, vagy csoportonként (Folder) eltérő jelölőket is megadhatunk. Az útvonalpontok esetén érhetjük el az útvonaltervező alkalmazást, amely a felugró ablakok bal alsó sarkában jelenik meg. Az útvonalpontok esetén érdemes nemcsak a látnivalókat és azok leírását feltüntetni, hanem az adott túraútvonalhoz tartozó szolgáltatókat is (pl: étterem, szállás, borospince, biciklikölcsönző, gyógyszertár, kisbolt stb.), amely ezáltal válhat a térségmarketing valódi eszközévé.

Az elkészült HTML felület könnyen elérhetővé tehető a közösség online oldalain, továbbá az így kialakított adatbázis alkalmas a különböző platformokon (pl: okostelefon) történő további fejlesztésekhez, azt követően QR-kóddal ellátott szóróanyagok, térségi eligazító táblák kihelyezésére (MÁRKUS Zs. – SZKALICKI T. 2016).

Felhasznált irodalom

- MÁRKUS Zs. – SZKALICZKI T. (2016): Térinformatika a vidékfejlesztésben: a GUIDE@HAND okostelefonos alkalmazás, In: Varga Á. (szerk): Földrajzi Információs Rendszerek gyakorlati alkalmazása, BCE Gazdaságföldrajz és Jövő kutatás Központ, pp.107–119
- NEMES G. – VARGA Á. (2014): Gondolatok a vidékfejlesztésről – alrendszerek találkozása, társadalmi tanulás és innováció, Educatio 23: (3) pp. 384–393.
- <http://www.gpsvisualizer.com/> és aloldalai

Szedimentológiai és geoinformatikai vizsgálatok a Felső-Tisza hullámtéri típusterületein

Vass Róbert¹ – Czomba Péter² – Liba Nándor³ – Szabó Gergely⁴

¹ főiskolai adjunktus, Nyíregyházi Egyetem Turizmus és Földrajztudományi Intézet, vass.robert@nye.hu

² hallgató, Nyíregyházi Egyetem Turizmus és Földrajztudományi Intézet, czpeter199@gmail.com

³ hallgató, Nyíregyházi Egyetem Turizmus és Földrajztudományi Intézet, libanandi@indamail.hu

⁴ egyetemi adjunktus, Debreceni Egyetem Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, szabo.gergely@science.unideb.hu

Abstract: In our present study we investigating the fluvial accumulation of the Upper-Tisza's active floodplain region, through the example of four sample areas. For this purpose we used sedimentological and geoinformatic methods. Under the domain of sedimentological investigations we determined the rate of accumulation through the characteristics and varieties of the different sedimentary layers of the oxbow lakes located in the active floodplain. These oxbow lakes are the results of the river regulation works. At one of the four sample areas we determined the average heights of the active floodplain and the floodplain located next to each other, based on 7700 GPS sampling point data. The geoinformatic method revealed 0.9–1.1 cm/year accumulation rate in the inactive floodplain and 1.2–2.5 cm/year accumulation rate in the oxbow lakes. Most important factor in the rate of accumulation was the distance of the given sampling point from the oxbow lake. The conclusion of our study is that the combination of the two methods (geoinformatic and sedimentological) is necessary to get the best possible results for determination of the accumulation rate.

Bevezetés

A Felső-Tisza hullámtéri feltöltődésének vizsgálata főként szedimentológiai markerrétegek azonosításával, az üledékszintek nehézfém tartalmának, vagy valamilyen haváriaeseményt követően lerakódó egyéb szennyező anyagok és radiokatív izotópok szintjének kimutatásával történt (DEZSŐ ET AL. 2003; BRAUN ET AL. 2003; SZABÓ SZ. – POSTA J. 2008; VASS ET AL. 2010). Az akkumuláció mennyiségének meghatározása nagy méretarányú topográfiai térképek geoinformatikai feldolgozásával is elvégezhető, a hullámtéri és a szomszédos menett oldali területek átlagmagasságának összevetésével (GÁBRIS ET AL. 2002; VASS ET AL. 2009). Jelen munkánkban a felső-tiszai hullátér tarpai, gulácsi és mátyusi szakaszain található, a 19. századi szabályozások során levágott medrek feltöltődését határiztuk meg az elhalási idejüket jelző markerréteg azonosításával. Emellett a gulácsi szakaszon a hullámtéren és a mentett oldalon nagy pontosságú GPS műszerrel is meghatároztuk a két terület magassági értékeit, majd ezek összehasonlításával kaptuk meg az akkumuláció mértékét. A két módszer együttes alkalmazásával lehetőség nyílt a különböző morfológiájú felszínek vizsgálatára, így a komplexebb képet kaphattunk a feltöltődés területi mintázatáról.

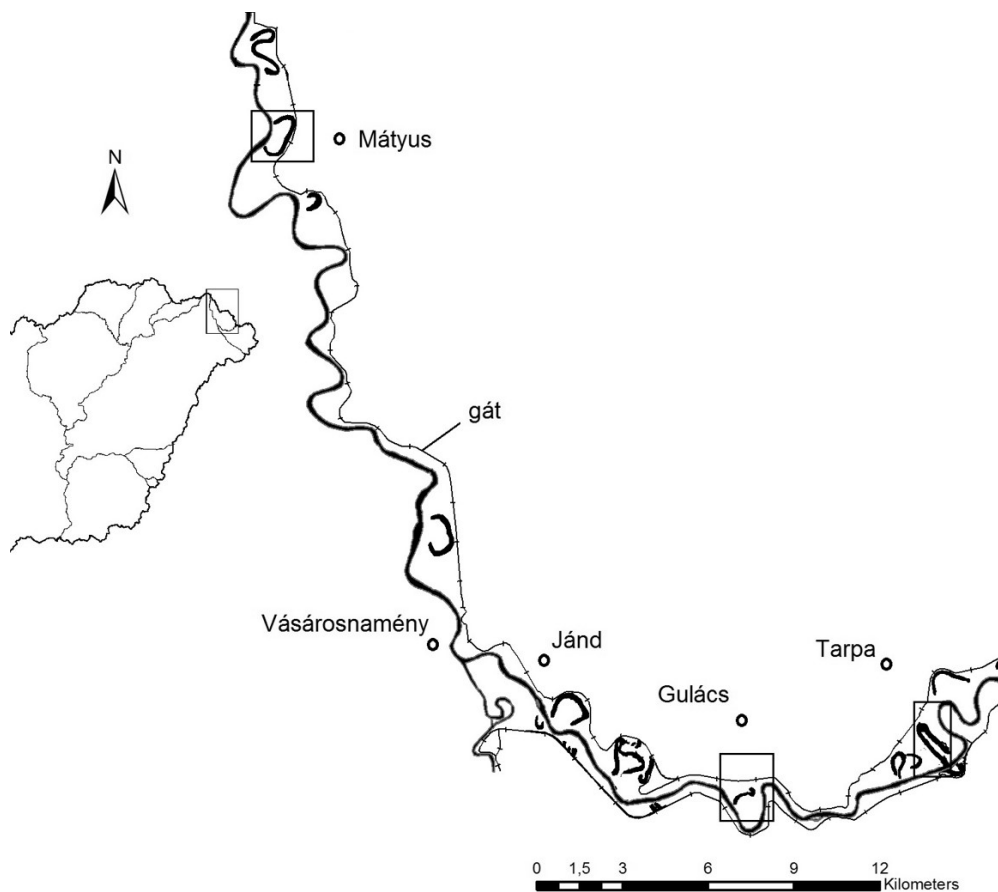
Mintaterület bemutatása

Az általunk megvizsgált felső-tiszai hullámtéri területek a Tarpa (709. fkm), Gulács (701–698 fkm) és Mátyus (656 fkm) települések mentén helyezkednek el (*1. ábra*). A hullámtér szélességét kijelölő gátak a maihoz igen hasonló nyomvonalai már az első katonai térképen (év: 1784) szerepelnek, ám ezek a védművek többnyire községi kezdeményezésre épültek, magasságuk nem ismert (LÁSZLÓFFY W. 1982). A komolyabb munkálatok a Bereg-vármegyei Ármentesítő és Vízszabályozó Társulat 1846-os megalakításával vették kezdetüket. Az összefüggő töltés 1849 és 1856 között készült el az érintett szakaszon. Az ármentesítésekkel szinte egy időben kezdetét vette a folyószakasz szabályozása is. A tarpai és a mátyusi kanyarulatokat 1855-ben vágták le, míg a gulácsit 1863-ban. A folyó lebegtetett hordaléktöménysége Tivadarnál 139 g/m^3 , Vásárosnaménynál 342 g/m^3 . A fenéken szállított hordalék Tivadarnál 30 kg/s , Vásárosnaménynál $111,2 \text{ kg/s}$ (LÁSZLÓFFY W. 1982). A Vásárosnaménynál tapasztalt magasabb értékek egyértelműen a Szamos folyó plusz hordalékhozamával magyarázható. A levágott kanyarulatok mélyebb fekvésű részei jelenleg is vízborítás alatt állnak, a magasabb területeken fásszáru vegetáció található. A geoinformatikai vizsgálat alá vont gulácsi terület hullámtéri és mentett oldali területein szántóföldi művelés folyik. A hullámtéren található holtmederben egy mintavételi helyet létesítettünk a folyótól 260 méterre (*2. ábra*). A tarpai kanyarulatban az átvágás helyétől 140-, 965-, és 1570 méterre mélyítettünk egy-egy fúrást, a mátyusi hullámtéri szakaszon lévő holtmederben egy fúrást készítettünk a folyótól 550 méterre (*2. ábra*).

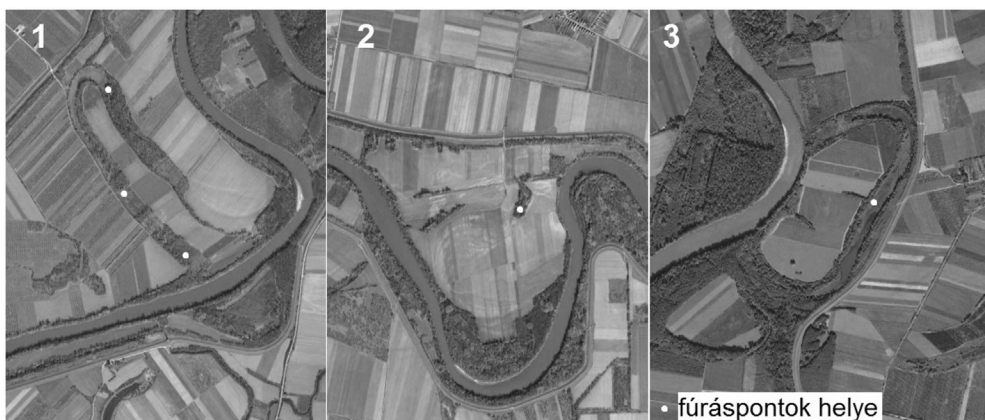
Anyag és módszer

A terepi szedimentológiai vizsgálatok során a hullámtéri holtmedrek elhalási idejét jelző pregnáns üledékváltás szintjének elérése volt a cél. A medrek üledéksorát Földváry-féle fejfel ellátott ejkelmap fúró segítségével tártuk fel. A feltöltődés pontos ütemének és ritmusának feltárásához az összletből 10 cm-enként mintát vettünk és meghatároztuk azok szemcseösszetételét. A szemcseösszetétel vizsgálatok a Debreceni Egyetem Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék Földrajzi Fizikai Laboratóriumában készültek. A geoinformatikai vizsgálatunk azon alapvetésből indul ki, hogy a árvízvédelmi töltések két oldalán elhelyezkedő, jelenleg hullámtéri és mentett oldali területek magassága a gátépítést megelőzően azonos volt. Majd a munkálatok után az ismétlődő elöntések hatására a hullámtér folyamatosan töltődött, míg a mentett oldal magassága újabb üledékutánpótlás hiányában nem emelkedhetett. Abban az esetben, ha a gáton belüli területek magassága nagyobb, mint a mentett oldalé az egyértelműen a feltöltődés eredménye.

A hullámtér és a mentett oldali területek magasságának meghatározását STONEX S9 műholdas helymeghatározóval végeztük el, összesen 7700 pont felvételével. A mérés elején egy pontban RTK módszerrel meghatároztuk annak pontos koordinátáit a Geotrade Kft. országos hálózatának segítségével, majd megadtuk a



1. ábra A megvizsgált hullámtéri mintaterületek helyzete



2. ábra A hullámtéri holtmerdrek fűráspontjainak helye; 1) Tarpai holtmeder, 2) Gulácsi holtmeder, 3) Mátyusi holtmeder

kapott adatokat a helyszínen telepített permanens állomásunknak. A továbbiakban az állomás URH sávon továbbította a korrekciós adatokat a GPS roverhez. A gáttól mindkét irányban, kerekítve 500 méteres távolságig vettünk fel pontokat, rögzítve azok koordinátáit. A választott vetületi rendszer az EOV volt.

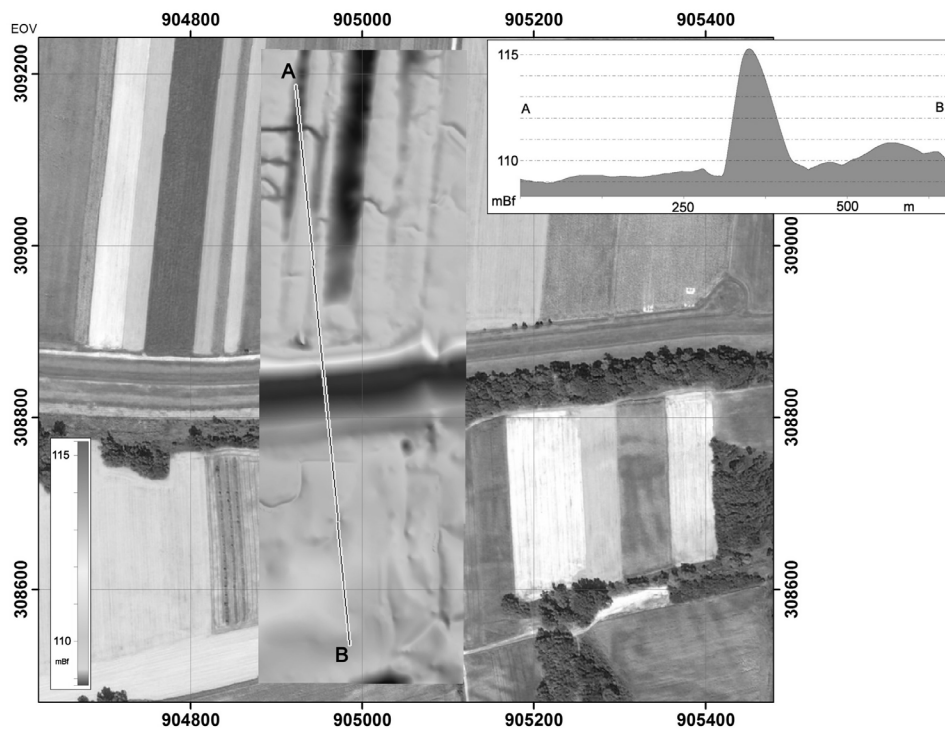
A feldolgozás során a mérési pontok alapján 1 méteres felbontású raszteres domborzatmodellt interpoláltunk ESRI ArcMAP szoftverben (Topo to Raster). Így a modell bármely részén mérhetővé vált a lokális magasság, melyet keresztszelvényekkel vizsgáltunk a gát két oldalán (3. ábra).

Az így nyert adatok segítségével a gát megépítésétől számítva 160 éves időszak elvi feltöltődését vizsgálhattuk.

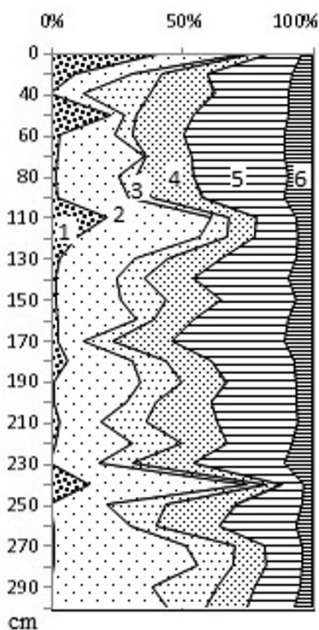
Eredmények

Az 1855-ben elhalt tarpai holtmeder vizsgálata során az elő medertől legtávolabb (1570 m) lévő pontban 200 cm-es feltöltődést mértünk, ami 1,2 cm/év átlagos ütemnek felel meg. A Tiszától 965 m-re 230 cm (1,4 cm/év) volt a feltöltődés, míg a 140 méterre már 400 cm akkumulálódott, ami 2,5 cm/éves átlagos feltöltődést jelent. A medrek alját jelző közép szemű homokból álló üledékre mindhárom pontban döntő részben iszapos-agyag frakciójú anyag érkezett, aminek a finom szemű homok tartalma csak néhány szintben érte el a 10 %-ot. A gulácsi szakaszon 1863-ban levágott holtmeder üledékösszetétele a szelvény teljes hosszában rendkívül változatos volt (4. ábra). Az eddigi fúrásokkal ellentétben az összlet több szintje is jelentős mennyiségben (10–41 %) tartalmaz közép szemű homokot (4. ábra). A közép szemű homok nagy arányának, és az összlet változatosságának oka a Tisza és a holtmeder közötti felhagyott vezérárokban keresendő, amelyen keresztül zavartalan volt a hordalékmozgás. Az áradás felszálló ágában Bogárdi (1971) szerint jelentős mennyiségű durva szemű anyagot szállíthat a folyó, ami a vezérárkon keresztül közvetlenül a holtmederbe jutott. Az akkumulációs ráta becsléseink szerint 1–2 cm/év lehetett. A hullámtér mátyusi szakaszán lévő 1855-ben átvágott kanyarulat Tiszától 460 méterre lévő pontján 400 cm-es (2,5 cm/év) feltöltődést tapasztaltunk. A medret kitöltő anyag felső 150 cm-re agyagos-iszap, 150–400 cm között agyagos-közetlisztes iszap. A 400 cm-től a 35 %-ot elérő közép szemű homok tartalmú réteg már egyértelműen az egykori aktív mederállapot során rakódott le.

A mintegy 160 éves elvi feltöltődési időszakot felölelő GPS-es mérés szerint a gátakon belül felvett pontok átlagmagassága 110,70 mBf, a mentett oldaliaké 109,30 mBf, tehát a feltöltődés 140 cm volt, ami éves szinten átlagosan 0,9 cm. Abban az esetben, ha csak a hullámtér gáttól mért 250 méteren belüli teljesen sík, formamentes részét vesszük figyelembe, akkor 111,04 mBf magasságát kapunk, ami 174 cm-es (1,1 cm/év) feltöltődést jelent. Ennek oka a hullámtér belső részeinek kiterjedt sarlólaposokkal tarkított felszíne, amely jelentősen csökkenti a teljes terület átlagmagasságát. Ennek ismeretében kijelenthető, hogy a hullámtér negatív formákkal túlzottan terhelt részeit nem célszerű bevonni az ilyen típusú geoinformatikai



3. ábra A mintaterület domborzatmodellje egy jellegzetes keresztzelvénnyel



4. ábra A Gulács menti holtmeder szemcseösszetétele súly %-ban. 1: közép szemű homok, 2: apró szemű homok, 3: finom szemű homok, 4: közetliszt, 5: iszap, 6: agyag

vizsgálatba, mert ezek gátépítés előtti átlagmagassága eleve kisebb volt, mint folyótól távolabbi, jellemzően formamentes területeké.

Az általunk alkalmazott mindkét módszerrel sikerült kimutatni és meghatározni a hullámtéri területek feltöltődését. Emellett az is nyilvánvalóvá vált, hogy ez a típusú geoinformatikai eljárás csak a hullámtér bizonyos részein alkalmas az akkumuláció mérésére. A holtmedrek, vagy sarlólaposok akkumulációjának meghatározása, az egyéb módszerek esetében is csak akkor lehetséges, ha az üledéksorban valamilyen ismert korú réteg található. A hullámtéri holtmedrekben megfigyelhető jelentős, – a sík területekhez képest akár két és félszeres – feltöltődés egyértelműen az üledékcsapdaként funkcionáló zárt negatív formának köszönhető. A folyamat hosszú távú hatása a holtmedrek teljes feliszapolódásához vezethet.

Vass Róbert kutatása a TÁMOP-4.2.4.A/2-11/1-2012-0001 Nemzeti Kiválóság Program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Felhasznált irodalom

- BOGÁRDI J. (1971): Vízfolyások hordalékszállítása. Akadémiai Kiadó. Budapest. p. 837.
- BRAUN M. – SZALÓKI I. – POSTA J. – DEZSŐ Z. (2003): Üledék-felhalmozódás sebességének becslése a Tisza hullámterében. MHT XXI. Vándorgyűlés, in disk, 2003.
- DEZSŐ Z. – SZABÓ SZ. – BIHARI Á. (2009): Tiszai hullámtér feltöltődésének időbeli alakulása a ¹³⁷Cs-izotóp gamma-spektrometriai vizsgálata alapján. In: Mócsy I. – Szacsvai K. – Urák I. – Zsigmond A. R. (szerk): Proc. V. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia, Sapientia-Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Kolozsvár, pp. 443–438.
- GÁBRIS GY. – TELEBISZ T. – NAGY B. – BELARDINELLI E. (2002)0: A tiszai hullámtér feltöltődésének kérdése és az üledékképződés geomorfológiai alapjai. Vízügyi Közlemények, LXXXIV. évfolyam, 3. füzet, pp. 305–316.
- LÁSZLÓFFY W. (1982): A Tisza. Akadémiai Kiadó. p. 610.
- SZABÓ SZ. – POSTA J. (2008): A földtani közeg nehézfém-tartalma és a feltöltődés sebessége a tiszai hullámtéren. In: Püspöki Z. (szerk): Tanulmányok a geológia tárgyköréből dr. Kozák Miklós tiszteletére. Debrecen, pp. 85–90.
- VASS R. – SZABÓ G. – SZABÓ J. (2009): Hullámtéri feltöltődés vizsgálata geoinformatikai módszerekkel a Felső-Tisza vidékén. Geoinformatika és domborzatmodellezés 2009. A HunDem 2009 és a GeoInfo 2009 konferencia és kerekasztal válogatott tanulmányai. Szerk.: Hegedüs A., CD-ROM ISBN: 978-963-661-897-1, Miskolc.
- VASS R. – SZABÓ G. – SZABÓ J. (2010): Examination of sedimentary deposition in the active floodplains of Bereg-plain. Studia Universitatis “Vasile Goldiș”, Seria Științele Vietii, 20(4): 105–110.

A regionális megvalósult versenyképesség módosítható területi egység problémájának vizsgálata térinformatikai szoftverekkel

Vida György¹ – Dudás Gábor²

¹ egyetemi tanársegéd, SZTE TTIK Gazdaság- és Társadalomföldrajz Tanszék, vidagy@geo.u-szeged.hu;

² tudományos munkatárs, MTA KRTK RKI ATO, dudasg@rkk.hu

Abstract: The issue of regional revealed competitiveness is in the focus of scientist and policy makers. However, the role of geographical scale and the Modifiable Areal Unit Problem in these studies is less explored, although GIS software's offer a lot of tools to analyse these problems. The aim of the study is to present that how the Modifiable Areal Unit Problem can be outlined using GIS. To answer the research question we utilised mathematical statistical methods supplemented with GIS. We outlined that significant spatial differences can be outlined in the revealed competitiveness performance of the regions and geographical scale and delimitations methods affect this differently. Using GIS these processes can be easily demonstrated to policy makers.

Bevezetés

A regionális versenyképesség a gazdasági konvergencia és polarizáció kérdésköre mellett folyamatosan a kutatók és a szakpolitika érdeklődésének középpontjában áll, továbbá az Európai Unió regionális politikája is épít erre. Ebből az is következik, hogy számos szakirodalom áll rendelkezésre a versenyképességről, valamint mérésének kérdéseiről és elemzéseivel nemzetközi szinten is folyamatosan foglalkoznak. Megállapítható azonban, hogy az eddigi vizsgálatok földrajzi léptékét több esetben az elérhető adatok aggregációs szintjei határozzák meg, holott például a nagyvárosi agglomerációk kiterjedése néhol túlmutat, néhol viszont kisebb is lehet a közigazgatási határoknál. További kihívást jelent a társadalmi és gazdasági elemzéseknél az úgynevezett Modifiable Areal Unit Problem kérdéskör megítélése (DUSEK, T. 2004, 2015, DUSEK, T. – KOTOSZ, B. 2016, FOTHERINGHAM, A.S. – WONG, D.W.S 1991, OPENSHAW, S. 1984, TAYLOR, P. J. – OPENSHAW, S. 1979), miszerint ugyanaz a jelenség az eltérő földrajzi lehatárolásokból eredően különböző térbeli mintázatokot mutat. Ennek megfelelően az objektív külső térfelosztási szempontoknál figyelembe kellene venni ezt a jelenséget is, hiszen a vizsgálati lépték erőteljesen visszahat a regionális megvalósult versenyképesség megítélésére is.

Az utóbbi évtizedekben a modern földrajzi információs rendszerek fejlődésével és segítségével sikeresen lehet vizsgálni a mentális térképek georeferálásától (BALÁZS, B. – FARSANG, A. 2016) a felszínborítás változás elemzésén keresztül az adminisztratív és egyéb funkcionális lehatárolások szerepét és jelentőségét is (PÁLÓCZI, G. ET

AL. 2016, PÉNZES, J. 2016, PÉNZES ET AL. 2014). Ezért a megfelelő statisztikai és geoinformatikai szoftverekkel alkalmazásával lehetővé vált szakpolitika számára a versenyképesség léptékekhez kötött folyamatainak bemutatása.

Az előzőekből adódóan arra a kutatási kérdésre keressük a választ, hogy Magyarországon a regionális megvalósult versenyképességben a módosítható területi egység problémája hogyan mutatható ki térinformatikai szoftverekkel. A tanulmány a felvetett kérdés megválaszolásához matematikai statisztikai és térinformatikai módszereket használt fel. A kutatási módszertan pontos bemutatását követően a cikk második részében Magyarország példáján mutatjuk be a módosítható területi egység kérdéseit és a regionális megvalósult versenyképesség léptékfüggőségét és viszonylagosságát. A kapott eredmények értelmezését és elemzését követően a tanulmányt az összegzés és a következtetések zárják.

Alkalmazott módszertan

Tanulmányunkban az elméleti keretből levezetett kérdés megválaszolásához alapvetően matematikai statisztikai módszereket alkalmaztunk megyei, járási és települési földrajzi léptéken. Elsősorban fajlagos mutatókat alkottunk, amivel különböző léptéken leképezhetjük a megvalósult versenyképességet. Ezt követően főkomponens-elemzést készítettünk és a létrejött faktorértékek mentén tipizáltuk a térségeket. Ezután a területi autokorreláció módszerével vizsgáltuk a települési földrajzi jellemzőket.

A rendelkezésre álló statisztikai adatok felhasználásával a korábbi elméleti és módszertani kutatásokra (LENGYEL, I. 2016, LENGYEL, I. – RECHNITZER, J. 2013, LENGYEL, I. – SZAKÁLNÉ KANÓ, I. 2012, LUKOVICS, M. – KOVÁCS, P. 2011) támaszkodva három fajlagos mutatót hoztunk létre, amelyek a főkomponens-analízis bemeneti változóit képezték: Egy lakosra jutó személyi jövedelemadót képező jövedelem (2014); 100 lakosra jutó adózók száma (2014); nyilvántartott álláskereső aránya a munkavállalási korú népességből (2014). A megvalósult versenyképesség főkomponensének létrehozásánál a statisztikai szabályok pontos betartását tartottuk szem előtt, ennek megfelelően a három léptéken létrehozott főkomponensünk a következő tulajdonságokkal rendelkezik: települési szinten 3154 elemszámmal a KMO érték 0,69, a magyarozott varianciahányad 74,72 és a főkomponens sajátértéke 2,24; járási szinten 175 elemszámmal a KMO érték 0,71; a magyarozott variancia 78,02 és a sajátérték 2,34; megyei léptéken 20 elemszámmal az értékek úgy alakultak, hogy a KMO 0,60, a magyarozott variancia 73,98 és a sajátérték 2,22.

A különböző léptékeken létrejött főkomponens értékeket geoinformatikai szoftverrel térképre vittük és több rétegben egymásra vetítettük, hogy felfedjük a földrajzi lehatárolásokból adódó differenciákat. A szomszédsági hatás kimutatására és a térségek mögött meghúzódó szignifikáns eltérésekre a területi autokorreláció módszerét is használtuk. A kutatáshoz szükséges adatokat az Országos Településfejlesztési és Területrendezési Információs Rendszerének adatbázisából [1]

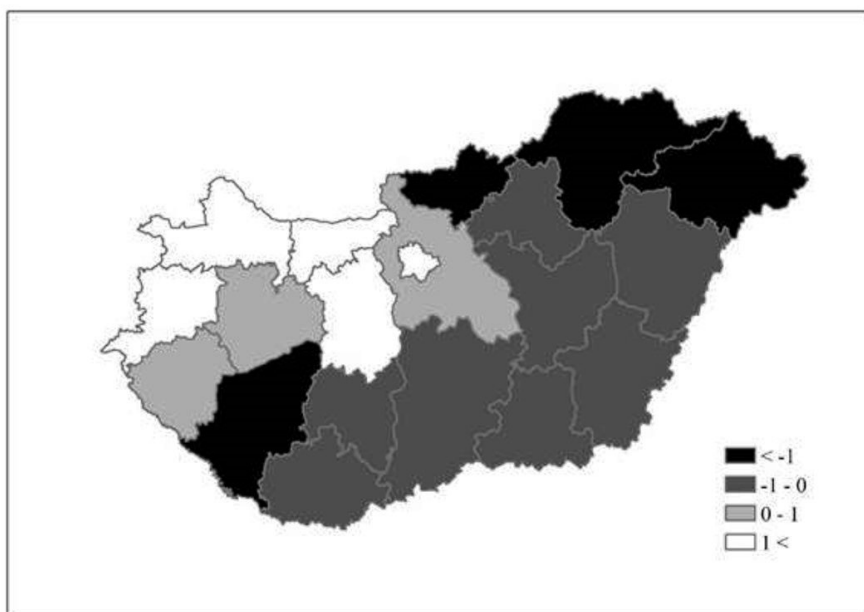
kérdeztük le. A matematikai statisztikai számításhoz, továbbá a térképek, ábrák és táblázatok elkészítéséhez SPSS 24 és ArcMap 10.3 programot használtunk.

A módosítható területi egység bemutatása a térinformatikai szoftverek segítségével

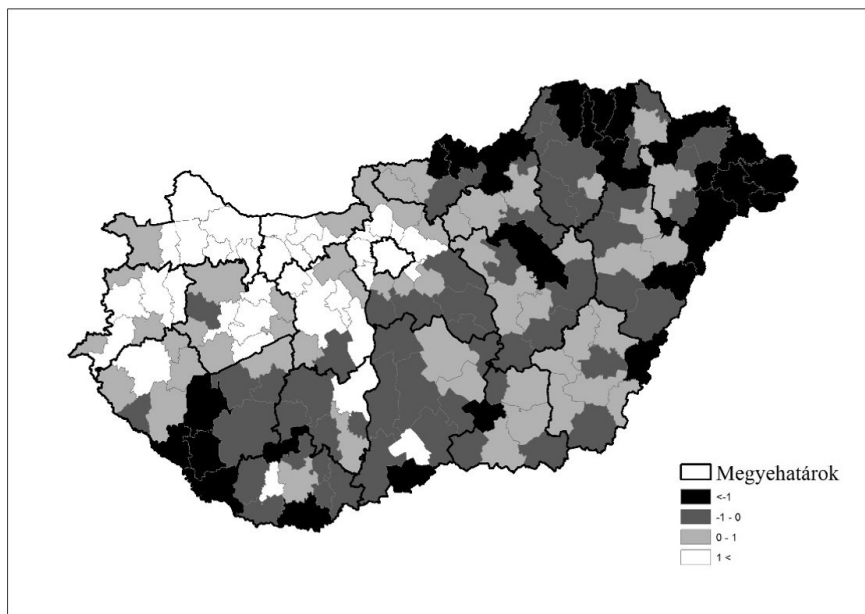
Az Európai Unió szakpolitikákban és a versenyképességi jelentésekben is (ANNONI, P. – DIJKSTRA, L 2013, ANNONI, P. ET AL. 2017, EC 2014, HUGGINS, R. – THOMPSON, P. 2016) legtöbbször NUTS 2-es, részletesebb elemzésekben NUTS-3-as szinten vizsgálják a régiók teljesítményét. Ezért Magyarországon a megyék területi versenyképességét (ENYEDI GY. 2009) vizsgálva számításainkat első körben erre készítettük el (1. ábra).

A faktorértékek szórásából megállapítható, hogy Budapest mellett négy Észak-dunántúli részen elhelyezkedő megye erős versenyképességű, ezek körül átlag feletti térségek találhatók. Megállapítható, hogy az ország megyéinek többsége átlag alatti versenyképességű, míg gyenge megvalósult versenyképességű csoportba került a hagyományosan válságtérségnek számító Borsod-Abaúj-Zemplén, Nógrád, és Szabolcs-Szatmár-Bereg megye mellett Somogy megye is.

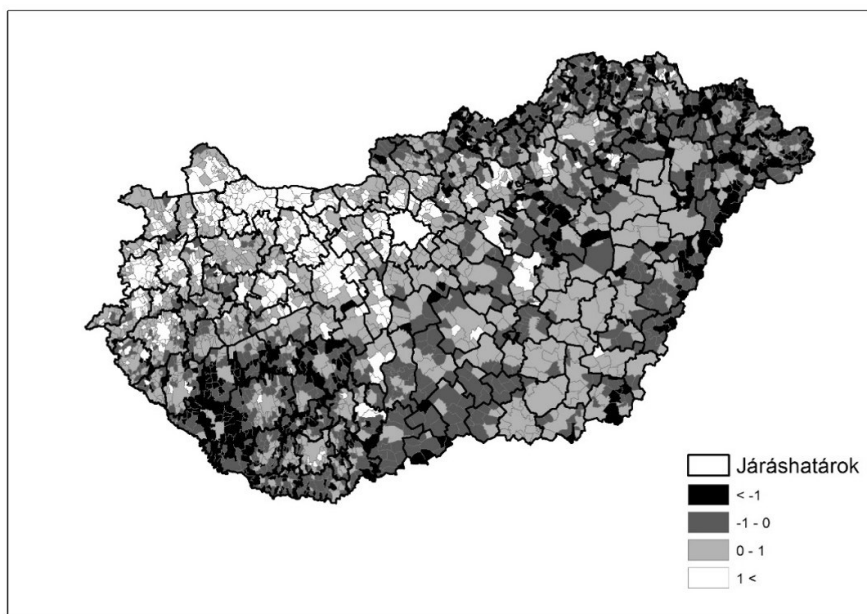
Azonban, ha járási szinten vizsgáljuk meg ugyanezen folyamatokat és a térinformatikai szoftverrel a megyehatárt is megjelenítjük az alaptérképen, akkor jól kirajzolódnak hazánk belső periférikusabb területei is, amit a megyei adatok elfednek (2. ábra).



1. ábra Magyarország megyéinek megvalósult versenyképessége 2014-ben (főkomponens értékek alapján)



2. ábra Magyarország járásainak megvalósult versenyképessége 2014-ben
(főkomponens értékek alapján)

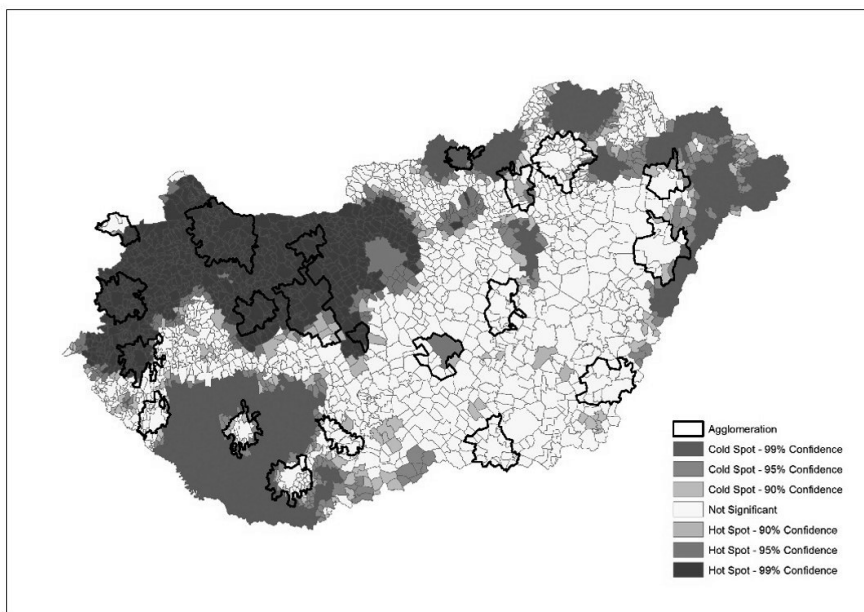


3. ábra Magyarország településeinek megvalósult versenyképessége 2014-ben
(főkomponens értékek alapján)

Így például találunk sikerebb megyékben alul teljesítő, míg gyenge fejlettségű megyékben több kategóriával versenyképesebb járást is. Ezeket a kisebb léptékű területi különbségeket célszerű lenne figyelembe venni, ha területfejlesztési forrásokat szeretnénk elosztani a megyékben, hiszen a felzárkóztatásra jutó források így a fejlettebb térségekbe áramolhatnának. A térinformatikai megoldásoknak köszönhetően ugyanezen összevetést megcsináltuk települési szinten járási határokkal megrajzolva (3. ábra).

Az eredmények azt mutatják, hogy bizonyos esetekben települések szintjén is szükséges lenne differenciálni a fejlesztési forrásokat, hiszen a járásokon belül is jelentős különbségek tapasztalhatóak a megvalósult versenyképességben. Matematikai szempontból célszerű megjegyezni, hogy az elemszám növekedése és a területi szint csökkentése növeli a faktorértékek szórását így az egyre növekvő polarizációt az elemzéseknél szükséges helyén kezelni. Mindemellett a térségek megvalósult versenyképességben a szomszédságnak is jelentős szerepe van, ezért szükséges területi autokorrelációt is vizsgálni szintén több alaptérkép egymásra vetítésével (4. ábra).

Számításainkból megállapítható, hogy a magas-magas és az alacsony-alacsony értékek egybefüggően helyezkednek el Magyarországon, azonban ha a lokális értékeket mellé a funkcionális városi térségek határvonalait (TÓTH, G. 2014) is megvizsgáljuk, akkor már kirajzolódnak a térségeken belüli pontos földrajzi különbségek is. A faktorértékek területi autokorrelációjánál továbbá megfigyelhető az országos tendenciák és a helyi sajátosságok hatása egyaránt, ami a térségek



4. ábra Magyarország megvalósult versenyképességének területi autokorrelációja 2014-ben (főkomponens értékek alapján)

versenyképességéhez hozzájárulhatnak. Az átlagon felüli és aluli megvalósult versenyképességgel rendelkező járásoknál vegyes a kép, de nem jellemző a homogén magas értékek területi autokorreláltsága. Erre a gazdasági különbségek mellett magyarázat lehet Magyarország településszerkezete is, hiszen összefüggő részen találhatóak aprófalvas területek, amik többnyire fejletlenebb térségekben tömörülnek. Összességében eredményeink gazdasági szempontból felülértékelik a lehatárolási folyamatokat és a nagyobb közigazgatási keretrendszereken belüli kapcsolatokra, mint problémára helyezik a hangsúlyt.

Összegzés

A gazdaság és a társadalom térbeli működését a régiók és a települések közötti országhatárokon átvívelő verseny határozza meg. Ez folyamatosan felértékeli a térségek versenyképességének elemzését és mérését, továbbá az Európai Unió regionális politikája is épít a versenyképesség elemzésekre. Tanulmányunkban rávilágítottunk a megvalósult versenyképességben a makro és lokális földrajzi lehatárolás szerepére, amit egy kutatási kérdés mentén jártuk körbe.

Eredményeink alapján a kutatási keret meghatározásának, vagy a területi lépték megválasztásának is jelentős szerepe van a térségek megvalósult versenyképességének mérésben. A regionális versenyképesség fogalmi és mérési megközelítései mellett annak területi szintekhez köthető folyamatainak összekapcsolása is nagyon fontos, és ez a földrajz szerepét emeli ki. Továbbá a jelenleg is használatos térinformatikai szoftverekkel könnyen ki tudjuk mutatni ezen léptékfüggő folyamatokat. Ilyen program például a kutatásban is használt ArcMap 10.3, azonban fel szeretnénk hívni a figyelmet, hogy ezeket a számításokat és vizualizációkat nyílt forráskódú szoftverekkel is el lehet végezni például a Quantum GIS, vagy a GeoDa szoftverek alkalmazásával.

Az értékek differenciált elemzése és az összefüggések feltárása a későbbiekben rámutathat a területi Simpson-paradoxon jelenségére is (DUSEK, T. – KOTOSZ, B. 2016), ahol a lehatárolásból adódóan egyik esetben pozitív, míg másik léptéken negatív lehet a mutatók közötti korreláció és regresszió (TAGASHIRA, N. – OKABE, A. 2002). Továbbá erre építkezve különböző területi léptékeket lehetne gazdasági válságkezelési elemzéseket (PÁL, V. – BOROS, L. 2011) és javaslatokat is megfogalmazni a szakpolitikák számára.

Felhasznált irodalom

ANNONI, P. – DIJKSTRA, L. (2013): European Regional Competitiveness Index 2013. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Security and Protection of the Citizens, Luxembourg, 167 pp.

- ANNONI, P. – DIJKSTRA, L. – GARGANO, N. (2017): The EU Regional Competitiveness Index 2016. European Commission, Directorate-General for Regional and Urban Policy Working Papers, Luxembourg, 28 pp.
- BALÁZS, B. – FARSANG, A. (2016): Szegedi középiskolások országhatár-képzete Magyarország délkeleti határáról. *Földrajzi Közlemények* 140, pp. 258–269.
- BOROS, L. – PÁL, V. (2011): A gazdasági válság hatásai és a rá adott válaszok különböző földrajzi léptékeken. *Földrajzi Közlemények* 135, pp. 17–32.
- DUSEK, T. (2004): A területi elemzések alapjai. ELTE TTK Regionális Tudományi Tanulmányok, Budapest, 240 pp.
- DUSEK, T. (2015): Is There a County Border Effect in Spatial Income Differences in Hungary? *Romanian Review of Regional Studies* 11, pp. 59–68.
- DUSEK, T. – KOTOSZ, B. (2016): Területi statisztika. Akadémiai Kiadó, Budapest, 285 pp.
- EC - EUROPEAN COMMISSION (2014): Helping Firms Grow - European Competitiveness Report 2014. European Commission, Luxembourg, 226 pp.
- ENYEDI, GY. (2009): Competitiveness of the Hungarian regions. *Hungarian Geographical Bulletin* 58, pp. 33–48.
- FOTHERINGHAM, A.S. – WONG, D.W.S. (1991): The modifiable areal unit problem in multivariate statistical analysis. *Environment and Planning A* 23, pp. 1025–1044.
- HUGGINS, R. – THOMPSON, P. (2016): UK Competitiveness Index. Nottingham Business School, Nottingham, 65 pp.
- LENGYEL, I. (2016): Competitiveness of Metropolitan Regions in Visegrad Counties. *Procedia - Social and Behavioural Sciences* 223, pp. 161–177.
- LENGYEL, I. – RECHNITZER, J. (2013): Competitiveness of Regions in the Central European Transition Countries. *The MacrotHEME Review* 2, pp. 106–119.
- LENGYEL, I. – SZAKÁLNÉ KANÓ, I. (2012): Competitiveness of Hungarian Urban Micro-regions: Localization Agglomeration Economies and Regional Competitiveness Function. *Regional Statistics* 2, pp. 27–44.
- LUKOVICS, M. – KOVÁCS, P. (2011): A magyar kistérségek versenyképessége. *Területi Statisztika* 51, pp. 52–71.
- OPENSHAW, S. (1984): The Modifiable Areal Unit Problem. Geobooks, Norwich, 40 pp.
- PÁLÓCZI, G. – PÉNZES, J. – HURBÁNEK, P. – HALÁS, M. – K LAPKA, P. (2016): Attempts to delineate functional regions in Hungary based on commuting data. *Regional Statistics* 6, pp. 23–41.
- PÉNZES, J. – MOLNÁR, E. – PÁLÓCZI, G. (2014): Helyi munkaerő-piaci vonzáskörzetek az ezredforduló utáni Magyarországon. *Területi Statisztika* 54, pp. 474–490.
- PÉNZES, J. (2016): Centre-Periphery Dichotomy and Its Investigation by GIS Methods. *Landscape and Environment* 10, pp. 131–136.
- TAGASHIRA, N. – OKABE, A. (2002): The Modifiable Areal Unit Problem in a Regression Model Whose Independent Variable Is a Distance from a Predetermined Point. *Geographical Analysis*, 34, pp. 1–20.
- TAYLOR, P. J. – OPENSHAW, S. (1979): A million or so correlation coefficients: three experiments on the modifiable areal unit problem. In Wrigley, N.–Bennett, R. J.–Martin, R. L. (Eds.) *Statistical applications in the spatial sciences*. Pion, London, pp. 127–144.

Tóth, G. (2014): Az agglomerációk, településegységek lehatárolásának eredményei. Területi Statisztika, 54, pp. 289–299.

[1] <https://www.teir.hu/> (Országos Településfejlesztési és Területrendezési Információs Rendszer)

Evakuációs modellek térszervezési alternatívái

Wirth Ervin¹ – Szabó György²

¹ PhD hallgató, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építőmérnöki Kar, Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék, wirth.ervin@epito.bme.hu;

² egyetemi docens, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építőmérnöki Kar, Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék, szabo.gyorgy@epito.bme.hu

Abstract: The paper's aim is to summarize the possible geospatial/spatial problems of a complex agent-based evacuation phenomena. The modeller can choose some ways during the model-building procedure which questions we would like to focus. During the modelling we generally chose the general, widely applicable methods instead of the specific ones.

Ügynök-alapú modellezés és térinformatika

Az ügynök-alapú modellezés alatt (ABM: Agent-Based Modelling) olyan számítógépes szimulációt értünk, amelyben autonóm ügynökök valamilyen általában sajátos cél szerint tevékenykednek. Az ügynököket különféle tulajdonságokkal ruházhatjuk fel (pl. mozgási prioritás, méret, irány, kor, pánik) és azok mikroszintű viselkedéséből makroszintű következtetéseket vonhatunk le.

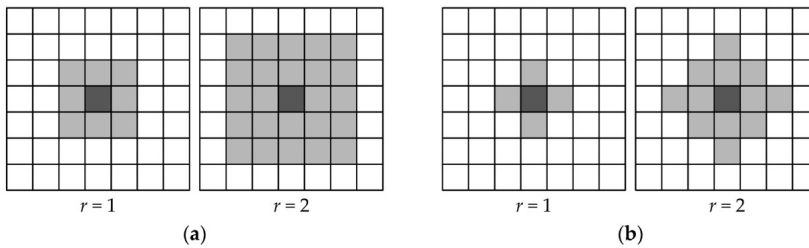
A térinformatikai rendszerek (GIS: Geographical Information System) és az ügynök-alapú modellezés (ABM) összekapcsolása napjainkban jelenik meg az alkalmazói palettán. Az ügynök-alapú modellező környezetek bár eltérő szinten, de már támogatják a térinformatikát, a térinformatikai raszteres, illetve vektoros adatmodelleket. De Smith és társai az ügynök-alapú modelleket/rendszereket egy nagyobb részhalmaz, a geoszimulációk alá sorolják (DE SMITH ET AL, 2015).

Az alkalmazók számos ügynök-modellező környezettel találkozhatnak (Repast, MASON, NetLogo, SWARM, Anylogic, Jade, StarLogo, OBEUS), melyekből több a térinformatikai szemléletet is támogatja (Repast, NetLogo, SWARM).

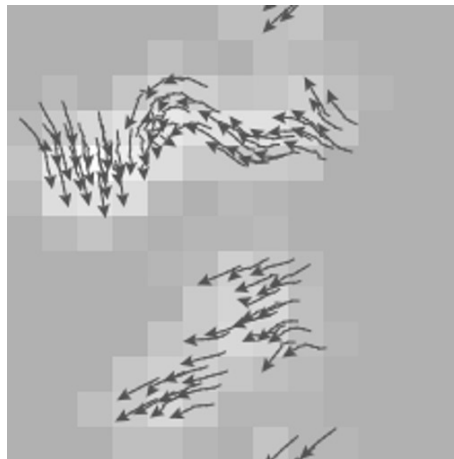
Az ügynök-alapú modellek többnyire a sejtautomaták továbbfejlesztésével jöttek létre. Az ügynökök a legtöbb mintapéldában sejt alapú grid környezetben működnek, vagy maguk is sejtek. Például az erdőtűz modell (*1. ábra*) megírható egyszerű sejtautomataként, vagy 'szikra' ügynökökkel. A szikra terjeszti a tüzet, majd, ha nem tud hova terjedni, kialszik. Természetesen a sejtautomata verzió egyszerűbb.



1. ábra Erdőtűz terjedése 50 szimulációs lépés után:
A modell feltételezi, hogy nincs szél.
A tűz négy irányban terjed: észak, dél, kelet, nyugat. (Wilensky, U., 2006)



2. ábra Szimmetrikus szomszédsági viszonyok sejtautomata esetén. (Evsutin et al, 2016)
 (a) Moore-féle szomszédság (b) Neumann-féle szomszédság



3. ábra Madárrajok kollektív mozgása NetLogóban
 (O'Sullivan, D. et al, 2013; Wilensky, U., 1999)
Az ügynökök (madarak) pozíciója a griddel ellentétben folytonos.
A tórusz grid-világ mérete 13 x 13-as.

Az intelligens ügynökök egy mesterséges világban élnek, amely egy $n \times m$ méretű diszkrét négyzetrács-háló. Topológiaiilag – periodikus határfeltétellel (PBC: Periodic Boundary Condition) – a háló összefűzhető kelet-nyugat vagy észak-dél irányban, ekkor az eredmény egy henger világ. Ha mindkét irányban összefűzzük (kelet-nyugat és észak-dél), akkor az eredmény egy tórusz világ.

A sejtek közötti szomszédsági viszonyok, topológiai kapcsolatok is egyediek lehetnek. A legelterjedtebb a Neumann-, illetve Moore-féle szomszédság, lásd 2. *ábra*.

Az ügynökök a sejtek statikus pozíciójával szemben dinamikusan változtathatják helyüket. Bár a sejtek pozíciója diszkrét, az ügynökök koordinátái akár folytonosak is lehetnek, lásd 3. *ábra*.

Evakuációs modellek bemutatása

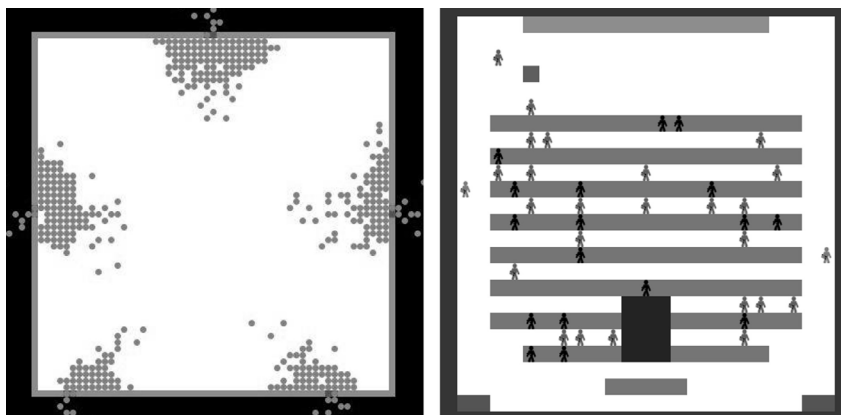
A cikkben egy saját fejlesztésű (OAT) és egy, a nemzetközi gyakorlatban elterjedt (SFM) evakuációs modell implementációját mutatjuk be, kiemelve eltéréseiket, és térbeli vonatkozásaikat. A két modell teljesen eltérő jellegű, a saját fejlesztésű OAT időbeli vonatkozása nem egyértelmű, ugyanis lépés-alapú. Ez a modell főként a térbeli relációkból halmazelméleti úton építkezik (innen ered az átfedés elkerülésére utaló neve is: Overlap-avoiding Tickmodel - OAT), amelyek az ügynökök, valamint az ügynökök és immobil akadályok között felléphetnek. A módszert röviden úgy foglалhatjuk össze, hogy térbeli pozíció lekérdezések és halmazműveletek alapján kiszámítja, hogy az adott ügynök lépése számára van-e elegendő hely, vagy sem. (WIRTH, E.–SZABÓ, GY. 2017)

A másik modell a gyakorlatban elterjedten alkalmazott Social Force Model (SFM), amely folytonos, idő-alapú, és a mozgás fizikai, dinamikai törvényei által vezérelt. (HELBING ET AL, 2000) Mindkét modell determinisztikus, tehát nem tartalmaz sztochasztikus részeket. Továbbá mindkét modell sejt-alapú környezetbe került implementálásra. A képletek részletezésétől hely hiányában mindkét modell esetében eltekintünk.

Térbeli modell építése

A modellezéskor felmerülhet a kérdés, hogy a raszter világunk georeferált legyen-e, vagy az objektum valamilyen meghatározó főiránya alapján történjen a mintavételezés. A 4. *ábra* olyan modelleket mutat be, ahol a világok nem georeferáltak.

Több hasonlóság is fellelhető a két modellben. Az egyik – már említett –, hogy mindkét világ relatív helyzetű, tehát nem északi, hanem objektum-főirány tájolású. A másik, hogy mindkettőben cellaügynököket alkalmaznak, azaz egy cella egy ügynök. A szakirodalomban a cellaügynökök használata nem szokatlan, például Crooks és társai 37,5 x 37,5 centiméteres cellákat használtak, így próbálva az ember terjedelmét

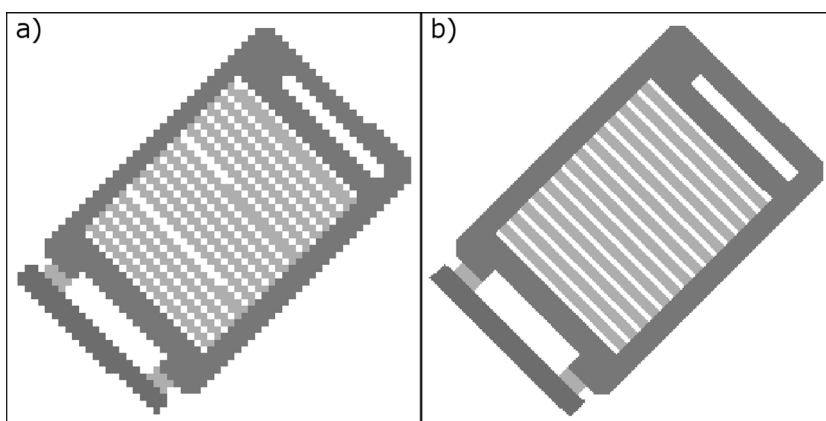


4. ábra Nyers térmodellek ügynök modellező környezetben. A bal képen egy kísérleti, négyzet alaprajzú helységből történik a kimenekülés. (Almeida et al, 2012)
Jobb oldalt egy előadóterem kezdetleges modelljét látjuk.

közelíteni. (CROOKS ET AL, 2015) Ebből az is következik, hogy az ügynökök – menekülő emberek – azonos méretűek. Cella ügynökök alkalmazásakor szintén gyakori a bemutatott szomszédsági modellek használata (Neumann, Moore). Azaz az ügynök 4, esetleg 8 irányba léphet, amennyiben a szomszédos cellák üresek.

Általános megoldásként azonban a georeferált rasztterek ügynök-modellező környezetbeli integrálását javasoljuk, ugyanis előbb-utóbb átlós elemeket tartalmazó elemzési helyszínnel is találkozhatunk, ami gondot okozhat. Az esettanulmányban a BME K174 előadótermét modelleztük, aminek részeit a CAD elvű vektoros elemek létrehozását követően GIS, BIM objektumokká (padok, sorok, folyosók, ajtók) alakítottuk. Végül ezeket az objektumokat az ügynök-modellező környezet által támogatott raszter formátumú téradattá transzformáltuk.

Az 5. ábrán látható, hogy a bal oldali közel félméteres felbontás esetén egyes sorok összeolvadtak, illetve átlós pixelek formájában képződtek le. Ezekből az átlós



5. ábra Előadóterem mintavételezése eltérő felbontással: (a) 37,5 cm (b) 10 cm

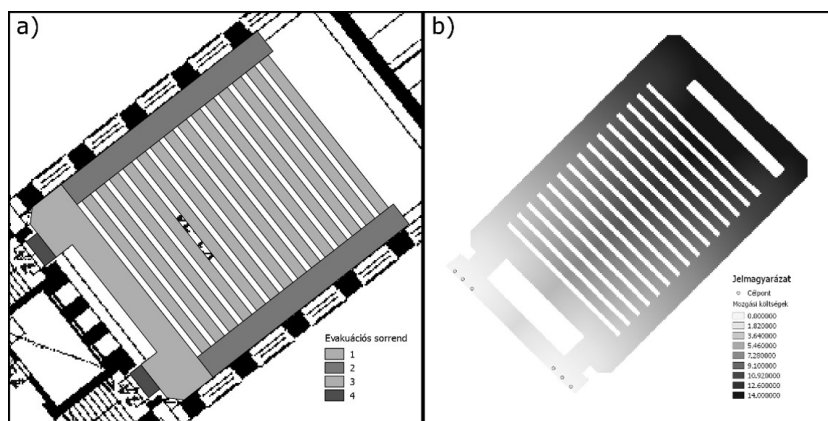
sorokból történő evakuálásnál problémás lenne a Neumann, Moore szomszédsági modellek használata. A Moore modell esetén az ügynökök átmászálnának a sorok között, Neumann esetén pedig egy helyben maradnának. Finomabb raszter felbontással bár a szomszédsági modellek anizotrópiája kiküszöbölhető, de azoktól eltérő modellek használata válik indokolttá.

Számításainkhoz, illetve módszerünk kidolgozásához a 10 centiméteres felbontású terem verziót választottuk. A kidolgozott modellben az ügynökök több cellát foglalnak el.

Mozgástervezés, szükséges-e a szemantikai téralkotás?

Az ügynökök irányítása, navigációja többféleképp megoldható. Az SFM modellt alapvetően úgy alkalmazzák, hogy az ügynökökbe betáplálnak egy úgymond gráf-pályát, amin végig kell haladniuk. A gráf csomópontjai a menekülés fontos szemantikai elemei (folyosó, ajtó, kapu stb.). Emellett lehetséges a tér szemantikailag rendezett testreszabása is, pl. 1: pad, 2: szélső folyosó, 3: ajtó. Ilyenfajta térmodell megalkotása esetén egy ügynök-modellező környezetben könnyen kiadható a parancs, hogy az egyed mindig a nála eggyel nagyobb értékű helyszín felé orientálódjon (lásd 6.a ábra).

A módszerünk kidolgozásakor azonban szerettük volna elkerülni azt, hogy a tereket „kézzel kelljen testreszabni”, illetve az ügynökbe különféle way-point listákat kelljen betáplálni. Ezért egy általános és automatizálható megoldást vezettünk be a GRASS térinformatikai szabadszoftver 'r.walk' függvényének alkalmazásával. A függvénnyel el tudjuk készíteni bármelyik tér mozgási költségtérképét – bemeneti rétegeinél a magasságot, és a sűrűlódást is figyelembe tudjuk venni. Az eljárás célpontjaiként az ajtók mögötti külső térben vettünk fel célpontokat.



6. ábra Navigációs megoldások:

- (a) A tér szemantikai testreszabása evakuációs sorrenddel
(b) Mozgási költségtérkép a tér valamennyi elemére

Szimuláció: Folytonos vagy diszkrét?

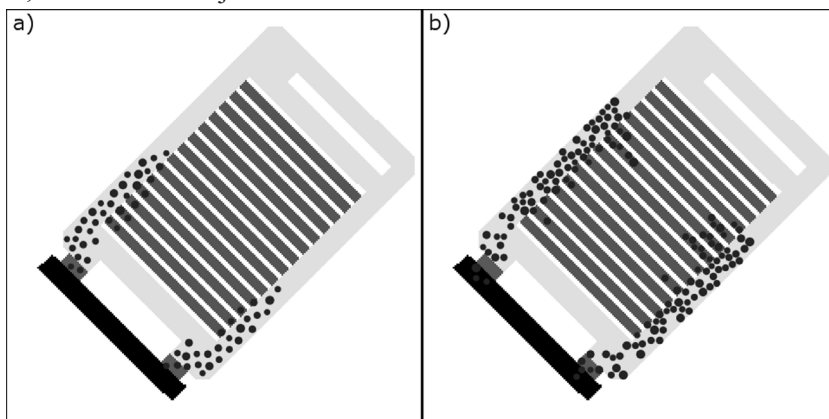
A bemutatott evakuációs modellek szimulációjakor navigációs rétegeként az automatikus megoldást biztosító mozgási költségterképet vezettük be. Implementációjakor a réteget egy háromdimenziós domborzatmodellként képzeljük el, ahol az ügynök feladata, hogy minél előbb leérjen erről a hegyről.

Mindkét modell figyelembe veszi a mobil (ember), és immobil (falak, padok) akadályokat. Példaként bemutatjuk az SFM mozgásegyenletét, annak fontosabb részeit:

$$m_i \frac{d\mathbf{v}_i}{dt} = m_i \frac{v_i^0(t)\mathbf{e}_i^0(t) - \mathbf{v}_i(t)}{\tau_i} + \sum_{j(\neq i)} \mathbf{f}_{ij} + \sum_w \mathbf{f}_{iw}$$

Ahol az $\mathbf{f}_{ij}$ és $\mathbf{f}_{iw}$ vektorok a szomszédos ügynökökre (j), illetve a közeli falakra (w) vonatkoznak. A Helbing-féle Social Force Model folytonos matematikai modelljének alkalmazásakor az ügynökök mintha kifolyának a teremből. Az általunk kidolgozott OAT módszer azonban diszkrét, lépés alapú, amit alátámaszthat az az alapigazság is, hogy „az ember nem folyik”. A modell egyetlen paramétere a lépésméret, amelyet szimulációink esetében állandónak vettünk. Megjegyezzük bármelyik ügynökhöz bármilyen lépésméret rendelhető lehetővé téve heterogén, eltérő korú vagy mozgáskorlátozott személyek viselkedésének szimulációját.

Az ügynökök mérete – átmérője – mindkét esetben egyenletesen lett elosztva a 36–52 cm-es tartományon. A 7. ábrán, az SFM modell esetén a gyalogosok folyama egyenletesebbnek; az OAT modell esetén fragmentáltabbnak látszik. Jól látható, hogy az SFM modell esetén a kiürülés szabályszerűen, a pad sorszámaival korreláltan történik, tehát utoljára a 14. sor fog kiürülni, míg az OAT esetén a középső sorok ürülnek-, és érnek ki utoljára.



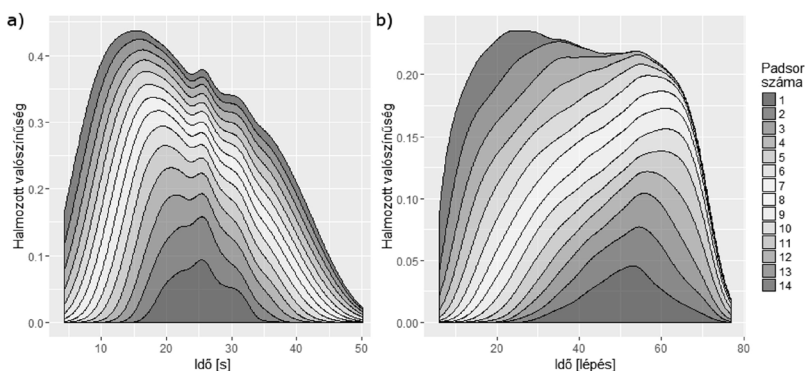
7. ábra Szimuláció 220 fővel

(a) SFM modell 30 másodperc után

(A: 2000 N, B: 0,08 m, m: 80 kg, k: 120 000 kg*s⁻²,

κ: 240000 kg*m⁻¹*s⁻¹, τ: 0.5 s, v0: 1 m*s⁻¹)

(b) OAT modell 30 lépés után (s: 70 cm)



8. ábra Az evakuáció halmazott sűrűségfüggvényei 40 realizáció alapján:
(a) SFM modell (b) Overlapping Tickmodel

A 8. ábrán a tömegek keveredését, illetve az egyes padsorokból történő kiérkezéseket vizsgáltuk. Látható, hogy az SFM modell (bal) esetén a hátsó sorokból (14–9) történő kiérkezés teljesen egyenletes. Tehát még az utolsó pillanatokban is érkezhettek diákok a hátsó sorokból. Ezek nem mondhatók el a OAT modellről, ugyanis ott a hátsó sorok (14–12) már az evakuálás felénél kiürülnek. Látható, hogy az SFM modell esetén a kiáramlás amplitúdója az első harmadra tehető, és intenzitása onnantól folyamatosan csökken az utolsó kiáramló emberig. Ellenben az OAT modell esetén az amplitúdó nem olyan markáns, kevésbé „szabályszerű”, és a kiáramlás csillapodása is mérsékeltebb. A kiáramlás intenzitásának csökkenése az evakuáció vége felé esészerűen jelentkezik.

Felhasznált irodalom

- DE SMITH, M.J. – GOODCHILD, M.F. – LONGLEY, P.A. (2015): Geospatial Analysis, Fifth Edition, The Winchelsea Press, Winchelsea, UK
- WILENSKY, U. (2006). NetLogo Fire Simple model. <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/FireSimple>. Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern Institute on Complex Systems, Northwestern University, Evanston, IL.
- EVSTIN, O. – SHELUPANO, V. A. – MESHCHERYAKOV, R. – BONDARENKO, D. – RASHCHUPKIN, A. (2016): The Algorithm of Continuous Optimization Based on the Modified Cellular Automaton, Symmetry 2016, doi:10.3390/sym8090084
- WIRTH E. – SZABÓ GY. (2017): Overlap-avoiding Tickmodel: an Agent- and GIS-Based Method for evacuation simulations, Kiadás alatt, forráskód: <https://github.com/ewirth/evacuation>
- O’SULLIVAN, D. – PERRY, G. (2013): Spatial Simulation: Exploring Pattern and Process. Wiley, Chichester, England.
- WILENSKY, U. (1999) NetLogo. <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>. Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL.
- HELBING, D. – FARKAS, I. – VICSEK, T. (2000): Simulating dynamical features of escape panic”. Nature, 407 (6803), pp. 487–490., doi: 10.1038/35035023

- ALMEIDA, J. – KOKKINOGENIS, Z. – ROSSETTI, R.J.F. (2012): NetLogo Implementation of an Evacuation Scenario, WISA'2012 (Fourth Workshop on Intelligent Systems and Applications)
- CROOKS, A. – CROITORU, A. – XU LU – WISE, S. – IRVINE, J.M. – STEFANIDIS, A. (2015): Walk This Way: Improving Pedestrian Agent-Based Models through Scene Activity Analysis, ISPRS Int. J. Geo-Inf. 2015, 4, 1627-1656; doi:10.3390/ijgi4031627

Consequences of Map Projections

Ervin Wirth¹ – György Szabó²

¹ PhD student, Budapest University of Technology and Economics, Department of Photogrammetry and Geoinformatics, wirth.ervin@epito.bme.hu;

² associate professor, Budapest University of Technology and Economics, Department of Photogrammetry and Geoinformatics, szabo.gyorgy@epito.bme.hu

Abstract: In this paper, we would like to introduce new approaches and paradigms in the field of map projections. Via the Indicatrix Mapper plugin, a quick way of distortion analysis can be done. The on the fly projection support of the popular geoinformatics software opens a new paradigm, the popular and widespread investigations of global projections. This paradigm can effect educational and research sectors as well.

Projections

As reference frame for coordinate the scientist and engineers usually use the meridians (the Greenwich in world-case) and the parallels (the Equator in world systems) in the geographic coordinate systems. These reference elements or geometric features are perpendicular to each other according to their definition.

The QGIS software divide the coordinate reference systems into two groups, which primary categorization comes from the type of the surface.

The projection is a two-way transformation, where we can set different surfaces on the source (original surface) and target (projection surface) side. By a direct projection, we can transform the coordinates to the projection surface, and with an inverse projection, we can return to the source side.

Usually, we create the map projection by direct projection, but in a GIS software the other way, the inverse-projection is neither uncommon. By projecting (direct or inverse) we transform the coordinate from the source domain to the target domain.

In Map projections, the Earth's shape appears in the system as constrain, which fixes the source side's surface. Considering complexity, the best approximations of the Earth mathematically are the following non-degenerate real quadric surfaces: the sphere, the spheroid (more precisely oblate spheroid), and the ellipsoid. These surfaces are unable to unwrap to an Euclidean plane – a map. Finally, we can say that the categorization of coordinate reference systems in QGIS follows from the wrapping properties of the surface. The first categorization type is the Geographical Coordinate System (GCS), and the second is the Projected Coordinate System (PCS). The 'Projected' name is a bit confusing, since a PCS can be used as source surface as

well, and a GCS can be an inverse-‘Projected’ system, if we see the things in a non-Geocentric way like Kepler did.

We suggest ‘Map Coordinate System’ instead of ‘Projected Coordinate System’ (the similarity to ‘Project Coordinate System’ also confusing), and ‘Ellipsoidal Coordinate System’ for ‘Geographic Coordinate System’ according to Wolfgang Kresse (KRESSE, W. – FADAIE, K, 2004).

Distortions

There is no projection or transformation without distortions, except the identic transformation. There is no map, which does not suffer from any type of distortions. Distortions can be formed in shape, or in scale, they stem from the differences of the source (original surface) and target (projection surface) domains (e.g. sphere-cylinder, or spheroid-elliptic cylinder relation).

For the first time in history, the Tissot’s Indicatrix was proposed as a distortion measurement method by a French mathematician, called Nicolas Auguste Tissot (1824–1897). It approaches the distortions from the calculus side. By differentiating the transfer functions with respect to the source coordinates (generally λ , φ), with some inner terms (h , k , $\sin(\theta)$, a' , b') he finally got some metrics about changes (a , b , s , ω) on the target-side. These changes vary in the function of geographic position, what he visualised on a map.

This paper introduces the advantages of an open-source GIS plugin called Indicatrix Mapper, which give a novel way of distortion analysis. It is much simpler than the lifelong calculations of never-ending formulas. We named this method to ‘tiss-indicatrix’.

Briefly, the novelties of the method are that it uses constant radius spherical caps instead of the infinitesimal ones on the source domain, and the result is immediate with a simplified calculation due to QGIS’s on the fly transformation method. It was introduced in 2015 as a ‘quick-and-dirty’ method.

Besides the general term – ‘tiss-indicatrix’, other expressions were introduced in the literature nowadays, like ‘quasi indicatrix’ approach by Bildirici. He also used finite – very small – circles to approach the values of Tissot-indicatrix metrics numerically (BILDIRICI, 2015). The ‘Goldberg-Gott Indicatrix’ (Fig. 1) also uses finite — fixed 12 degree – circles, which contains information about flexion and skewness.

Application

First, the Indicatrix Mapper plugin (created by Wirth and Kun in 2015) must create the spherical circles as cap polygons. These caps are created with identic cones with apex angle 2θ , which is the main parameter of the plugin. It can be expressed as length (r) on the spherical surface. By using spherical geometry (law of sine and

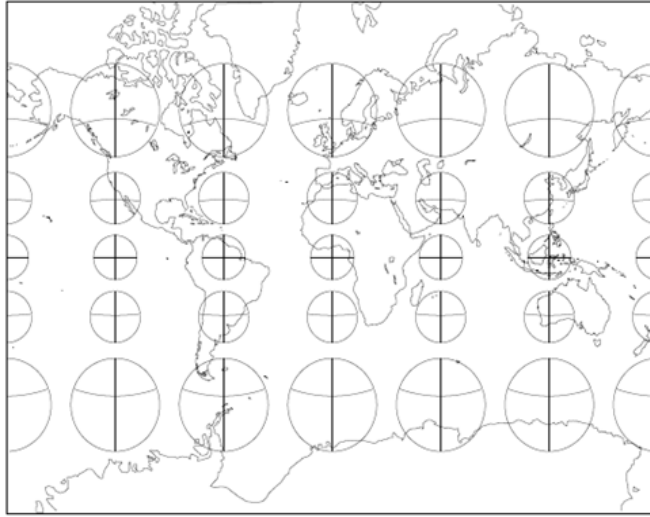


Figure 1. The Goldberg-Gott Indicatrix of Mercator projection. The arms showing flexion and skewness. (Goldberg et al, 2007)

cosine) we can calculate the boundary points of the caps.

After enabling the OTF (On the fly) coordinate reference system transformation, we can see the distortions of these caps in a second, in any projection. These distortions look like the original Tissot-Indicatrix.

Sometimes the software starts to simplify the geometry of the features on the map canvas, then the objects appear in a rectangular shape. To cancel this property, the user has to untick the 'Simplify geometry' option in the layer properties.

On *Figure 3*, the user can see that the caps' shape is still circular, that means that the projection is conformal. The selection of projection is a compromise since

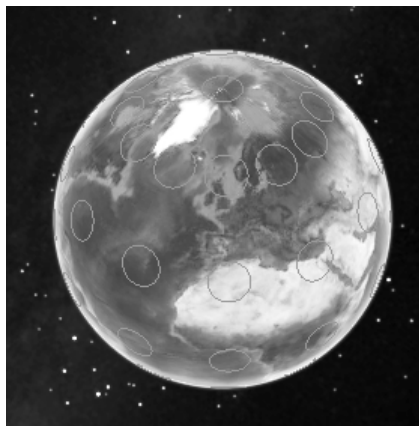


Figure 2. Spherical caps with 12° apex angle on a virtual globe, Google Earth (GE). To open them in GE, the caps have to be exported in KML (Keyhole Markup Language) format.

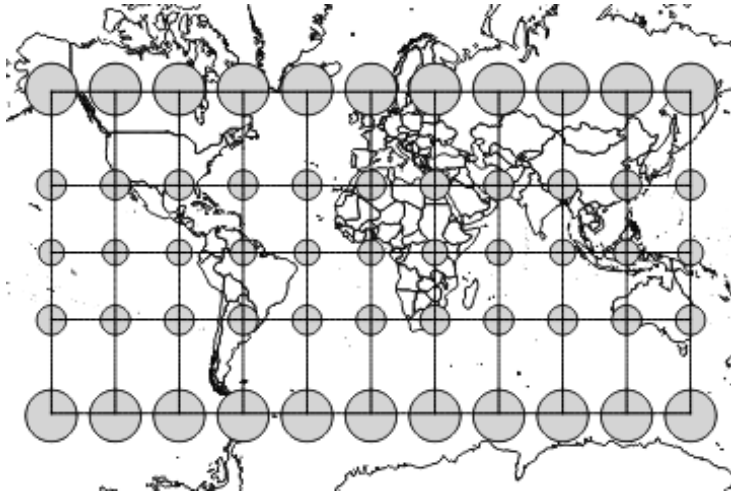


Figure 3. Spherical caps on Sphere Mercator projection with graticule.
(on the fly transformation, projection code: EPSG: 53004, QGIS 2.14.)

it can't be conformal and equal-area too, something must distort. Can be seen that caps' size seems bigger close to the poles. We can investigate this phenomenon in the software more detailed by calculating the areas of the polygons in the project coordinate system. After all, the radius of the caps' project image can be reached by elementary calculation. These radii can be compared on different latitudes.

On Figure 4. the user can see that the values of 'k' are very close to the values shown in Figure 5. On the 60° parallel, we got 2.017 via the plugin, instead of 2.000. At 30° latitude, we got 1.156, while Snyder calculated 1.155. Consequently, we can say that the plugin is not so 'dirty' as we noticed.

QGIS has support for approximately 2,700 known coordinate reference system, which definitions are stored in a SQLite database. We can try a more complex, an equal-area projection as well (Fig. 6).

The introduced National Atlas projection's type is Lambert Azimuthal Equal Area, it is named after Johann Heinrich Lambert (1728–1777) Swiss polymath. The

	lon	lat	sphericalAREA	sphericalPERI	AREA	PERIMETER	k
25	0	-60	1397095114668....	4184295....	5694583634148....	8460881....	2.017
26	0	-30	1397095114668....	4184295....	1870117813461....	4848548....	1.156
27	0	0	1397095114668....	4184295....	1400014254040....	4195105....	1.000
28	0	30	1397095114668....	4184295....	1870117813461....	4848548....	1.156
29	0	60	1397095114668....	4184295....	5694583634148....	8460881....	2.017
30	30	-60	1397095114668....	4184295....	5694583634148....	8460881....	2.017

Figure 4. The attribute table of Spherical caps layer, Sphere Mercator projection.
The areas can be seen in m² dimension.

TABLE 7.—Mercator projection: Rectangular coordinates

Latitude (ϕ)	Sphere ($R = 1$)		Clarke 1866 ellipsoid ($a = 1$)	
	y	k	y	k
90°	Infinite	Infinite	Infinite	Infinite
85	3.13130	11.47371	3.12454	11.43511
80	2.43625	5.75877	2.42957	5.73984
75	2.02759	3.86370	2.02104	3.85148
70	1.73542	2.92380	1.72904	2.91505
65	1.50645	2.36620	1.50031	2.35961
60	1.31696	2.00000	1.31109	1.99492
55	1.15423	1.74345	1.14868	1.73948
50	1.01068	1.55572	1.00549	1.55263
45	.88137	1.41421	.87658	1.41182
40	.76291	1.30541	.75855	1.30358
35	.65284	1.22077	.64895	1.21941
30	.54931	1.15470	.54592	1.15372
25	.45088	1.10338	.44801	1.10271
20	.35638	1.06418	.35406	1.06376
15	.26484	1.03528	.26309	1.03504
10	.17543	1.01543	.17425	1.01532
5	.08738	1.00382	.08679	1.00379
0	.00000	1.00000	.00000	1.00000
x	0.017453 ($\lambda - \lambda_0$)		0.017453 ($\lambda - \lambda_0$)	

Figure 5. Scale factors (k) relative to scale at The Equator at some latitude positions.
(Snyder 1987)

type can be read from the Proj4 string of the projection as well (+proj=laea). The projection surface is a plane in an oblique position fixed in North America (+lat_0=45 +lon_0=-100). On Figure 6. can be seen that the caps' shape are not the same since it is not a conformal projection. By calculating the areas of the caps, we can prove the equal-area property of the projection by the plugin.



Figure 6. Created caps and graticule on US National Atlas Equal Area projection.
(EPSG: 2163, QGIS 2.14.)

	lon	lat	sphericalA	sphericalP	AREA	PERIMETER
25	0.0...	-60....	1397095114668....	4184295....	1396103673653....	6851998....
26	0.0...	-30....	1397095114668....	4184295....	1396150360034....	5554174....
27	0.0...	0.0...	1397095114668....	4184295....	1396166740200....	4725479....
28	0.0...	30....	1397095114668....	4184295....	1396171748782....	4364789....
29	0.0...	60....	1397095114668....	4184295....	1396173474035....	4240152....

Figure 7. Spherical cap attributes on Greenwich meridian, US National Atlas Equal Area projection. The areas can be seen in m² dimension.

The values of *Figure 7.* confirm that the projection is equal-area, because the spherical area and the projected area are nearly equal.

References

- SNYDER, J. P. (1987): Map projections – A working manual. Professional Paper 1395. Denver: USGS.
- EVENDEN, G. I. (1990): Cartographic Projection Procedures for the UNIX Environment – A User's Manual, Open-File Report 90–284. U.S. Geological Survey.
- KRESSE, W. – FADAIE, K. (2004): ISO Standards for Geographic Information, Springer
- BILDIRICI, I. O. (2015): Quasi indicatrix approach for distortion visualization and analysis for map projections, International Journal of Geographical Information Science, doi:10.1080/13658816.2015.1074236
- GOLDBERG, D. M. – GOTT III, J. R. (2007): Flexion and Skewness in Map Projections of the Earth, Cartographica, doi:10.3138/carto.42.4.297

Added values of additive manufacturing to geoinformatics

Marianna Zichar

associate professor, University of Debrecen, zichar.marianna@inf.unideb.hu

Abstract: Additive manufacturing, also known as 3D printing, can be considered as an enhanced visualization type, which is preceded by a modeling process. Successful printing cannot be guaranteed every time if the user is not well-prepared and does not have sufficient knowledge about the factors influencing the printing. In the field of geoinformatics different data sets are available which can be used as inputs for a modeling and printing process. The objective of this paper is to reveal what data, and how could be printed in geoinformatics while sharing the experience of the author as well. Some companies predict that the 3D printing market will be worth more than 8 billion by 2020, so there is no discipline which will not be influenced by 3D printing.

Introduction

Although the name *additive manufacturing (AM)* may sound strange or even unknown for people, after giving some explanation most of them recognize that they already have some experience related to it or at least they have already heard about it. AM refers to technologies that build 3D objects by adding layer-upon-layer of a given material, and that is much more known by mentioning it as 3D printing. Unlike subtractive manufacturing (also known as CNC machining where 3D objects are constructed by successively removing material away from a solid block of material), additive manufacturing focuses on building the object, and eliminating the amount of waste. Theoretically, AM does not produce any waste, which is often does not apply in practice. According to the rules of physics, overhangs require support, and sometimes rafts also have to be used to ensure fixing the object on the build platform. It depends on the selected 3D printing technologies and the type of 3D printer whether rafts and supports use printing material or not. The taxonomy of 3D printing is rather large (*Fig. 1*); which detailed discussion is beyond the scope of this paper, but great literatures can be found related the topic (GIBSON ET AL. 2015).

The material used for 3D printing can be different kinds of plastic, metal, ceramics, resin, concrete, or any additional mixture of special components. Since the birth of technology, the range of materials available for 3D printing has come a long way that is still not ended. In dentistry, for example, special materials are used to print orthodontic appliances perfectly matching the patient teeth, or missing parts

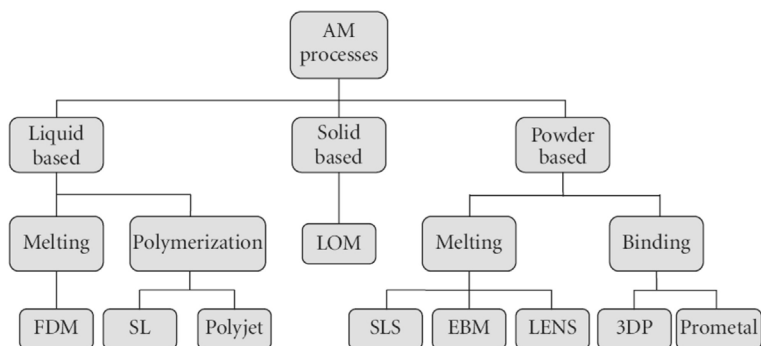


Figure 1. Classification of AM processes (Kruth, J. P. 1991)

of a tooth necessary for a restoration procedure (PAPP I. – ZICHAR M. 2016). One Australian company is working hard to develop a special mixture using mined local sand for printing artificial reefs to replace damaged coral reefs.

This short introduction aimed to reveal the wide diversity of additive manufacturing. Next section gives an overview about the main steps of 3D printing, while the rest of paper focuses on how geoinformatics can benefit from this innovative technology.

Generic process of 3D printing

The generic process of 3D printing of an object consists of several steps which can be discussed by looking for answers for the following questions:

- Do we have the digital model of the object we want to print?
- Did we convert the model into an STL file?
- Is the model stored as an STL file already sliced?
- Is the 3D printer ready for printing?
- Is the model already printed?
- Is the model already removed from the build platform?
- Is a post-processing required?

The simplest way to have a digital model is simply to download it from a website. There are several portals (one of the most popular is thingiverse.com) offering 3D models for free of charge. Some of the models can be edited as well, while some of them are in a special format which cannot be edited. Even in this last case MeshLab can be used to correct mistakes, or replace broken mesh parts. It can take much time, but we can also try to create a digital model by using 3D modeling software products, which usually requires special knowledge. Open source and commercial software are both available for this purpose. An interim solution is having some raw data and transfer them into printable form. It is this method that is common in geoinformatics and will be discussed later in detail.

STL file

The standard data transmission file format toward a 3D printer is STL that is widely used, although few agree on what it stands for. Check Hull, the inventor of stereolithography and founder of company 3D Systems reports that the name of format originated from the word stereolithography that is a liquid-based 3D printing process. It consists in the curing or solidification of a photosensitive polymer when an ultraviolet laser makes contact with the resin (KRUTH, J. P. 1991). An STL file itself contains a series of x, y, and z coordinate triplets describing connecting triangular facets. Each facet is determined by three points and its surface normal (WONG, K. V. – HERNANDEZ, A. 2012). The boundary surface of a solid has to be transformed to this format, which is next step toward touching the 3D object.

STL files describe the surface of objects, but additive manufacturing needs data about the layers building up the object along the z axis, describing the path of printhead. The process of generating data about the printable layers is called slicing. Most 3D printers use their own slicer; some of them are also available for free. These applications ensure the setting up of different parameters (e.g. layer height, number of shell, usage of support and raft, speed of printing, infill rate) influencing the printing process and the quality of the printed object (*Fig. 2*). It was a MakerBot Replicator 5th Generation desktop 3D printer that was used for test purposes. It is based on Fused Deposition Modeling (FDM), which is a filament-based technology where a temperature-controlled head extrudes a thermoplastic material layer by layer. The MakerBot printer can work only with filament called PLA.

3D printing in geoinformatics

If somebody listens to the news regularly, it can be heard that newer and newer interesting things, such as houses, cars, implants, musical instruments, reefs, food, enrich the range of 3D printed objects. The most common features to 3D print in geoinformatics are physical terrain maps, city maps with optional 3D buildings, subsurface 3D maps and the globe. This paper focuses on terrain maps, although we have to mentioned that basics of creating 3D buildings is involved in the curricula of our WebGIS course, where first steps are made in SketchUp Make. This modeling

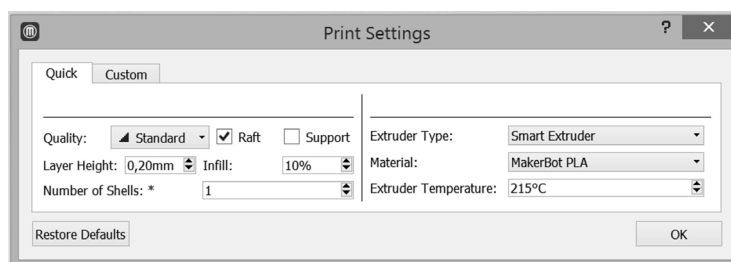


Figure 2. Quick print settings dialog box of MakerBot desktop 3D printer

software is capable of supporting design of 3D printable objects, only our knowledge has to be updated (RITLAND, M. 2014).

As already mentioned, we do not have to start modeling of the terrain from the scratch, since the well-known types of digital elevation models can serve as an appropriate input data source. Unfortunately, the core functionality of any GIS does not support generating STL file from SRTM data or DEM files, but passionate developers already overcame this issue, and we can select between several free solutions.

First, let us consider QGIS that is a popular free, open source, and multiplatform software. It is well-known that additional features for QGIS are available in form of plugins, which can be downloaded also for free, but has to be set up before the first use. The DEMto3D plugin allows export of digital elevation models to STL but only in Windows operating system. *Fig. 2* shows how many settings can be done in the dialog window of DEMto3D before downloading, while the 3D model in the slicing software and during the printing process can be seen in the right hand side. To have an attractive 3D objects parameter settings have to be determined carefully, otherwise the terrain model will not transmit meaningful information.

An alternative solution is exporting the DEM into a height map, which is basically a gray-scaled picture and can collaborate with the free Java application of Markus Fussenegger. This program has to be set up on the computer, then have it run from the command prompt (DIETRICH, J. 2013). The result is again an STL file that has to be sliced before printing.

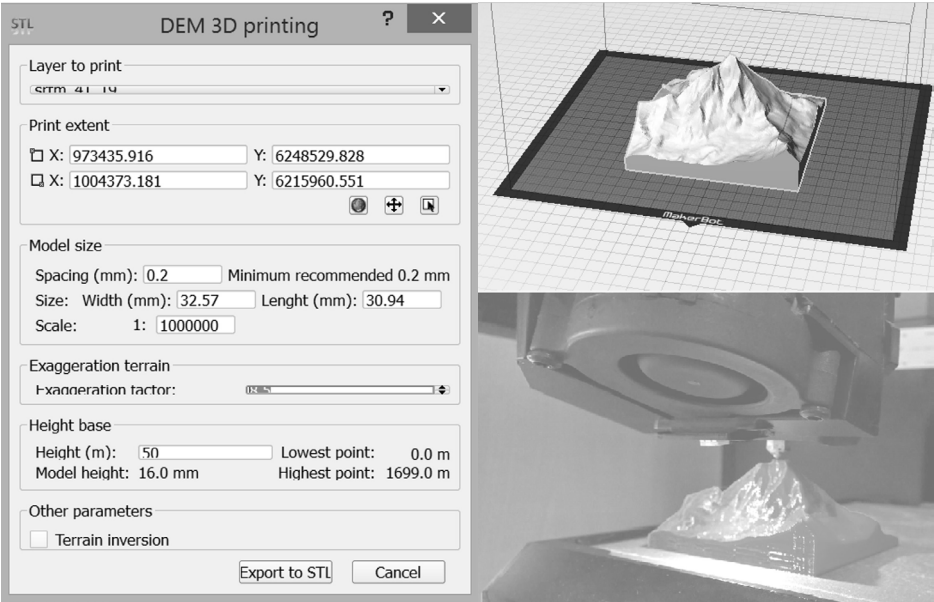


Figure 3. The dialogue window of DEMto3D plugin; the model in the slicer; the 3D printer at work

Another proof for importance of 3D printing in geoinformatics is that a team at Iowa State University has recently developed an online application to facilitate 3D printing of high-quality physical terrain maps. Their application called *TouchTerrain* is available from the webpage of the university (<http://touchterrain.geol.iastate.edu/>). In the browser window the user can select a rectangular-shaped area on an embedded Google map to designate the area he is interested in (Fig. 4). The objective of the project is to provide an interface from where users can download an OBJ or STL file about the selected area after setting some options (e.g. resolution, size of the tile, vertical exaggeration) (HARDING, C. – HASIUK, F. 2017). If we need a model about a relatively large area the application can download a set of tiles (according to our settings) instead of a large file, which probably would result an enormous model. If we do not pay enough attention to look for the appropriate settings the printed model may be not attractive, which is waste of time and material.

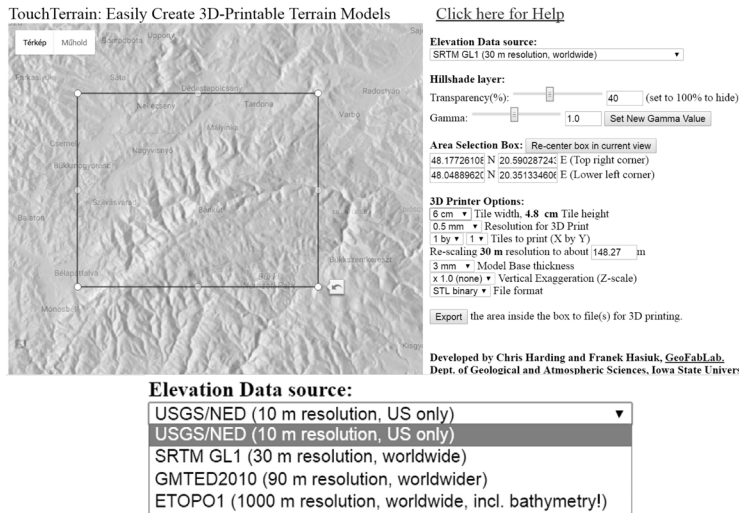


Figure 4. The user interface of *TouchTerrain* and the available elevation data source types on the bottom figure

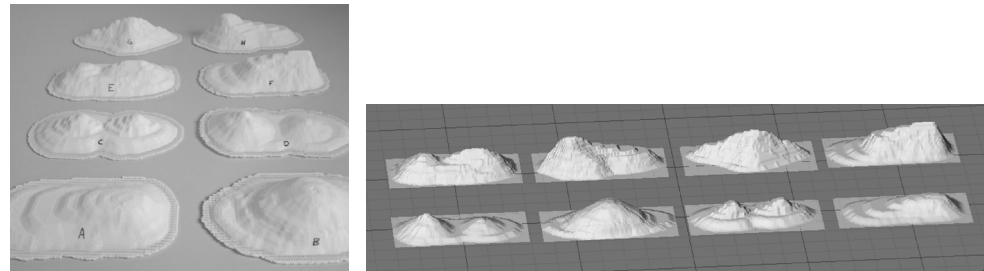


Figure 5. Artificial hill models for educational purposes in *Thingiverse* and in the slicer (<http://www.thingiverse.com/thing:1621100>)

What I miss in this application is that after downloading the model, and returning to the webpage the default settings and map tile appear in the browser prohibiting making any modifications. Nevertheless, it is important to notice that Thingiverse (one of the most popular repository of free 3D models) already contains terrain models created by this relatively new application and comments like the following one highlight the real need for it: “As a teacher of blind and low-vision students, I can see lots of uses for this.”

Better understanding of topographic maps can be enhanced by 3D printed hill models (*Fig. 5*). These were designed from the sketch with Blender (<https://www.blender.org/>) with purpose of demonstration. It is obvious that it is much more vivid for pupils to touch these shapes, not only to watch them represented in a map or on the screen. Elder school children (older than approximately 12) could be involved in the design process as well, developing their different skills in parallel. Recently several studies were published about involving 3D technologies more intensively into education and introducing creativity with the help of 3D printing (PAPP ET AL. 2016, PEELS, J. 2017).

Geospatial aspects of 3D printing

As previous applications demonstrates 3D printing has a definitive impact to geoinformatics. 3D printed GIS models revolutionize the way you use and communicate with GIS data. This new 3D visualization method brings an unquestionable added value to the discipline, while it also can influence the 3D printing industry (KALINSKI, A. 2014). GIS experts have excellent computer skills as well, including affinity to modeling, maintaining databases, working with web development tools or developing shorter or longer computer applications, which predicate that they are able to interact actively in forming the future of 3D printing.

Conclusions

It can be concluded that applications devoted to support of 3D printing in geoinformatics have already appeared and its number may be increased. Most of them are related to some GIS software products and suppose also some GIS knowledge. Nevertheless, applications designed for non-professional people are also available. 3D models can definitely enhance the cognitive interpretation of terrain shapes and related concepts, but this trivial usage is only the simplest one. I believe, that future will justify that application of 3D printing in geoinformatics is limitless.

References

- DIETRICH, J. (2013): Converting DEMs to STL files for 3D printing, <http://adv-geo-research.blogspot.hu/2013/10/converting-dems-to-stl-files-for-3d.html>, last access: 31.03.2017.
- GIBSON, I. – ROSEN, D. – STUCKER. (2015): Additive Manufacturing Technologies, 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing, Springer.
- HARDING, C. – HASIUK, F. (2017): TouchTerrain: 3D Printing Elevation Models Using a Web Application, <http://www.design.iastate.edu/event-listing/2017/02/gis-seminar-touchterrain/>, last access: 31.03.2017.
- KALINSKI, A. (2014): 3D Printing: The New Industrial Revolution, <http://geospatial-solutions.com/3d-printing-the-new-industrial-revolution/>, last access: 31.03.2017.
- KRUTH, J. P. (1991): Material Incess Manufacturing by Rapid Prototyping Techniques, CIRP Annals – Manufacturing Technology, 40(2):603–614.
- PAPP I. – ZICHAR M. (2016): Háromdimenziós technológiák a fogorvoslásban, HIRADÁSTECHNIKA LXXI(2):30–35.
- PAPP I. – TORNAI R. – ZICHAR M. (2016): What 3D technologies can bring into education: The impacts of acquiring a 3D printer, In: Proceedings of 7th IEEE Conference on Cognitive Infocommunications, Wroclaw, pp. 257–261.
- PEELS, J. (2017): 3D Printing in Education: How Can 3D Printing Help Students?, <https://3dprint.com/165585/3d-printing-in-education/>, last access: 31.03.2017.
- RITLAND, M. (2014): 3D Printing with SketchUp, PACKT Publishing.
- WONG, K. V. – HERNANDEZ, A. (2012): A Review of Additive Manufacturing, International Scholarly Research Network ISRN Mechanical Engineering, Volume 2012, 10 pages.

POSZTEREK

Magyarország Nemzeti Atlaszának vízrajzi adatbázisa

Agárdi Norbert¹ – Koczó Fanni² – Mezei Gáspár³ – Nemerkenyi Zsombor¹ – Szabó Renáta⁴

¹ tudományos munkatárs, MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, nemerkenyi.zsombor@csfk.mta.hu;

² fiatal kutató, MTA CSFK Földrajztudományi Intézet;

³ kartográfus, MTA CSFK Földrajztudományi Intézet;

⁴ tudományos segédmunkatárs, MTA CSFK Földrajztudományi Intézet

Az MNA (Magyarország Nemzeti Atlasza) alaptérképi rétegeinek elkészítésekor elsődleges szempont volt a sokoldalú felhasználhatóság, így az elkészült vízrajzi adatbázis különböző méretarányú térképeknek és térbeli elemzéseknek szolgálhat alapjául.

A vízrajzi adatbázis alapját az 1:500000-es méretarányú, teljes Kárpát–Pannon-térséget lefedő, hiteles adatforrások generalizálásával és műholdképek digitalizálásával létrehozott rétegek képezik, melyek közel 15000 vonalas és 1700 felületi térképi elemet tartalmaznak. Az objektumokhoz létrehozott kódrendszer hierarchikus rendszert követ, a kódszámok kiosztása az egyes vízgyűjtők alá- és fölérendeltségén alapszik. Minden egyes vízrajzi elem egyedi azonosítóval rendelkezik, ami különböző térinformatikai műveletek, lekérdezések végrehajtását teszi lehetővé.

A vízrajz elkészítése az elemtípusok (poligonok és vonalláncok) topológiai követelményeinek figyelembevételével történt. A többi réteghez képest a helyes topológia kialakítása és ellenőrzése összetettebb feladat, nem automatizálható teljes mértékben, így – például a csatornázott területek helyes topológiai szerkezetének kialakítása is – nagyfokú koncentrációt és odafigyelést igényelt.

Az egyes rétegek attribútumtáblái (az egyedi kódszámokon kívül) tartalmazzák az elemek hivatalos és magyar nyelvű névrajzát, a folyó- és állóvizek jellegét/típusát, valamint kódokkal jelzik a folyóvizek egymással való kapcsolatát (forráspontok és torkolatpontok). Az adatbázisnak egy külön rétegét képezi a vonalas vízrajzi elemek feldarabolt, kategorizált változata, mely a hagyományos térképészeti elvárások szerint, a kartográfiai grafikai kép kialakítása végett készült, figyelembe véve a vízfolyások egymáshoz viszonyított méretét, a valós vízrajzi hierarchiát.

Az 1:500000-es méretarányú rajz segítségével a vízrajz több levezetett méretarányban is elkészült. Ezek a rétegek az eredeti vízrajz mennyiségileg és minőségileg generalizált (ritkított, egyszerűsített, simított) másai.



Testing different field survey methods for lateral erosion monitoring at the tributaries of the Lower Mississippi River

László Bertalan¹ – Kory M. Konsoer²

¹ assistant Lecturer, University of Debrecen, Department of Physical Geography and Geoinformatics, bertalan@science.unideb.hu

² assistant Professor, Louisiana State University USA, Department of Geography & Anthropology, kkonsoer@lsu.edu

The meandering behavior in alluvial rivers is a complex process influenced by several geomorphological, hydrological and climatic factors i.e. flood recurrence intervals, flow regime, effective discharge, spatial and temporal trends of precipitation, bank material, riparian vegetation, etc. However, the overall channel planform dynamics can be calculated based on cartographic data or aerial imagery but these processes could result an extreme rate of land degradation by the intensive lateral bank erosion process; thus, detailed field surveys should be carried out for the better understanding of the driving factors.

River channel bathymetry is a significant element that affects the lateral bank stability. High resolution channel topographic data were collected using Multibeam echo sounder (MBES) that collects bathymetric soundings in a swath perpendicular to the ship track by electronically forming a series of transmit and receive beams in the transducer hardware which measure the depth to the riverbank. Three-dimensional flow velocity measurements were performed along cross sections oriented perpendicular to the channel centerline using a boat-mounted acoustic Doppler current profiler (ADCP). To compare the near-bank velocity fields to bank morphology and roughness elements, detailed topographic data of the outer banks were obtained using a Terrestrial Laser Scanner (TLS).

Our test campaigns were carried out at the Amite, Comite and Pearl Rivers as tributaries of the Lower Mississippi River watershed. This poster gives a brief summary of the conditions of these kind of novel field survey methods for fluvial geomorphology.

A kutatás a Campus Mundi felsőoktatási mobilitási program támogatásával valósult meg. Projektszám: EFOP-3.4.2-VEKOP-15-2015-00001. A kutatást támogatta a Debreceni Egyetem (RH/751/2015). This work was supported by the University of Debrecen (RH/751/2015).



Elérhetőségi vizsgálatok Miskolc közúti közlekedésére

Kiss Barbara¹ – Péntes János² – Turi Zoltán Krisztián³ – Pálóczi Gábor⁴

¹ egyetemi hallgató, DE TTK Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, kiss930415@gmail.com

² egyetemi adjunktus, DE TTK Társadalomföldrajzi és Területfejlesztési Tanszék,
penzes.janos@science.unideb.hu

³ egyetemi adjunktus, DE TTK Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék,
turi.zoltan@science.unideb.hu

⁴ doktorjelölt, DE TTK Társadalomföldrajzi és Területfejlesztési Tanszék, paloczizig@gmail.com

Abstract: Many spatial analyses exist for the description of the connections among territorial units. In this abstract, on the one hand we paid attention to the accessibility of the districts of Miskolc to measure the accessibility of spatial objects. On the other hand we applied the potential model for the number of population in order to define the spatial pattern. The combination of these analyses within the boundaries of a city can be regarded as unprecedented in the Hungarian special literature so the main challenge has been to specify the methodology.

A téregységek közötti kapcsolatok jellemzésére számos kutatási módszer létezik, amelyek különböző területi szintekre elvégezhetők. Kutatásunkban Miskolc városrészeinek elérhetőségével foglalkoztunk, amely az egyes térbeli objektumok megközelítésének lehetőségeit számszerűsíti. Másrészt a népesség figyelembevételével potenciálmodellt állítottunk fel, hogy a térelemek között fennálló kapcsolatokat definiáljuk. Ezen vizsgálatok együttes alkalmazására egy város településrészeire vonatkozóan a hazai szakirodalmakban még nem volt példa, ezért kihívást jelentett a módszertan kialakítása.

Célunk volt, hogy részletesebb képet nyújtsunk a miskolci közösségi közlekedés helyzetéről a személygépkocsival történő közlekedéssel összehasonlítva, valamint rávilágítsunk azokra a területekre, ahol átszervezéssel javítható lenne az elérési idő.

A vizsgálat megvalósításához Miskolc összes városrészéből annak népességével arányos számú pontot határoztunk meg. A teljes potenciálmodell kiszámításához a mintapontok egymás közötti elérési időire is szükség volt, amely hatalmas adatmennyiség. Előállításához segítségünkre volt egy szabadon hozzáférhető, Google Térkép alapú Python programnyelven írt kód, amelyet a WANG – XU szerzőpáros (2011) tett közzé és az útvonaltervezések automatizálására szolgálnak. Eredményeinket izokrón térképeken ábráztuk.

A kutatást a Tudományos Diákköri műhelyek működése a Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Karán (NTP-HHTDK-16-0027) pályázat támogatta.

WANG, F. – XU, Y. (2011): Estimating O-D travel time matrix by Google Maps API: implementation, advantages and implications. *Annals of GIS* 17(4), 199–209.
http://www.scaug.org/Resources/REGIONAL/CONFERENCES/2011_SAN_ANTONIO_SCAUG_CONFERENCE/Yanqing%20Xu_paper_Annals_of_GIS.pdf
(letöltve: 2016. október 14.)

The Water Erosion in the Myjava Upland, Slovakia

David Honek

Mgr., Masaryk University, Faculty of Science, Department of Geography;
ston.david@windowslive.com

Water erosion (together with human activities such as tillage erosion) is considered to be the most important factor behind the degradation of agricultural land. Many methods of measuring soil erosion processes, using mathematical models, have been developed in recent years, however USLE (*Universal Soil Loss Equation*, WISHMEIER AND SMITH, 1978) is the most widespread of these. Modifications of USLE have been used as the basis for new erosion methods – RUSLE (*Revised Universal Soil Loss Equation*, RENARD ET AL. 1997) and USPED (*Unit Stream Power-Based Erosion/Deposition model*, MITÁŠOVÁ ET AL. 1996). The ArcGIS software was used for calculation of each model (taking advantage of the ModelBuilder platform to create model structure). WATEM/SEDEM (VAN ROMPAEY ET AL. 2001; VAN OOST ET AL. 2000; VERSTRAETEN ET AL. 2002) has been utilized to study erosion and deposition processes in comparison with above-mentioned methods. The research was applied to small experimental rural area of the Myjava Upland in Slovakia.



Mezővédő fásítások felmérésének eredményei a Nyírségben

Négyesi Gábor¹ – Lóki József²

¹ adjunktus, Debreceni Egyetem Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék,
negyesi.gabor@science.unideb.hu;

² professor emeritus, Debreceni Egyetem Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék,
loki.jozsef@science.unideb.hu

A mezővédő erdősávok nagyon fontos szerepet töltenek be a szélerózió elleni védekezésben, ezért pontos felmérésüket fontosnak tartjuk. A vizsgálatunk célja egyrészt a Nyírségben található erdősávok és az erdőterületek változásának a felmérése, másrészt a jelenlegi állapotok alapján a mezővédő erdősávok tipizálása és minősítése.

A kutatásaink során az I., II., II. és a két világháború közötti katonai felvételezés, az EOTR szelvényezés 1:10000-es méretarányú topográfiai térképeire, a CORINE 2006-os és 2012-es adatbázisára, a 2005-ben készült, jó felbontású ortofotókra és a terepi felméréseinkre támaszkodtunk. Az erdősültség meghatározásához felhasználtuk a Nyírerdő Zrt. 2010-es állapotot tartalmazó digitális erdőtérképét is. A térképek és ortofotók vetületbe illesztését és az erdők, erdősávok digitalizálását ArcMap 10.2-es szoftver felhasználásával végeztük.

A kutatás eredményei alapján megállapíthatjuk, hogy az XIX. századtól a második világháború időszakáig a Nyírségben csökkent az erdők kiterjedése, a XX. század második felétől kezdődően viszont folyamatos növekedés következett be, noha ez a Nyírség különböző részein összességében eltérő nagyságú erdőborítottságot eredményezett.

Az erdők fajmegoszlását tekintve elmondható, hogy a nyírségi erdők felét az akácok alkotják, emellett még a nemes nyárasoknak van nagyobb szerepe, a többi fafaj aránya elenyésző.

A mezővédő erdősávok hosszának változása a XIX. századtól kezdődően folyamatos növekedést mutat. Ezeket a mezővédő erdősávokat leginkább a vonalas létesítmények, elsősorban az utak mentén telepítettek erdősávokat, emiatt azok elrendeződésébe is erősen megfigyelhető a sugaras jelleg. A mezővédő erdősávok esetén nagyon gyakran megfigyelhető, hogy az ezek által közrefogott területeket beerdősítik, így ugyan az erdősáv megszűnik, de helyét egy magasabb rendű felszínborítás veszi át.

A kutatás az PD 115803. számú OTKA pályázat támogatásával készült.



Sentinel 1 radarfelvételek előfeldolgozása és felhasználási lehetőségei

Novák Zsolt¹ – Boudewijn van Leeuwen² – Szatmári József³ – Tobak Zalán⁴
– Kovács Ferenc⁵

¹ PhD-hallgató, Szegedi Tudományegyetem, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék,
novakzs@gmail.com

² Egyetemi adjunktus, Szegedi Tudományegyetem, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék,
leeuwen@geo.u-szeged.hu

³ egyetemi docens, Szegedi Tudományegyetem, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék,
szatmari@geo.u-szeged.hu

⁴ egyetemi adjunktus, Szegedi Tudományegyetem, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék,
tobak@geo.u-szeged.hu

⁵ egyetemi adjunktus, Szegedi Tudományegyetem, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék,
kovacsfi@geo.u-szeged.hu

Az ESA Sentinel 1 műholdjainak SAR (Synthetic Aperture Radar) felvételei a Copernicus program keretében 2014 óta állnak rendelkezésre, ingyenesen letölthetők és szabadon felhasználhatók. A két műhold (Sentinel 1A és 1B) által szolgáltatott radarfelvételek mikrohullámú tartományban készülnek és mivel aktív szenzorokról van szó, a saját maguk által kibocsátott elektromágneses sugárzás visszaverődésének mérésével nyújtanak információkat. Mivel aktív eszközről van szó, napszaktól függetlenül képes működni. Továbbá fontos előnye az optikai felvételezéssel szemben, hogy a felhőzet és a pára nincs hatással a felvételekre, illetve az eső hatása is jelentéktelen. Tehát tulajdonképpen nincs „rossz adat”, az elkészült felvételek mindig használhatóak, amennyiben technikai probléma nem áll fenn. A Sentinel 1 műholdak oldalra néző radarok, mivel a repülési útvonal mentén, a mozgási irányra merőlegesen tapogatták le a felszínt. A Sentinel 1 műholdakkal Magyarországon 2–3 napos visszatérési idővel lehet számolni. Összesen 8 pálya érinti hazánkat, 4 felszálló és 4 leszálló. A beérkezett jelek intenzitása és fázisa több tényezőtől függ. Befolyásolja a megvilágított terület anyaga, érdessége és dielektromos állandója, amit a felület nedvessége és növényzeti borítottsága határoz meg.

A Sentinel 1 felvételek Level 1 szinten feldolgozva Single Look Complex (SLC) és Ground Range Detected (GRD) adatként tölthetők le. Interferometriás felhasználásra az előbbi alkalmas. A GRD csak intenzitás adatokat tartalmaz, fázisra vonatkozó információkat már nem, viszont csökkentett zaj tartalommal bír, a csökkentett térbeli felbontás árán (20*22 m), ugyanakkor lényegesen kevesebb tárhelyet igényel, ami a nagy mennyiségű adat miatt fontos szempont. Felszínborítás változásának vizsgálatára már ez a termék is alkalmas, továbbá a felszíni elöntések és jég- vagy hóborítás is térképezhető pl. küszöbérték alapján történő osztályozással.

Munkánkban a Sentinel 1 GRD adatok előfeldolgozásának folyamatát mutatjuk be. Az ESA által fejlesztett SNAP nyílt forráskódú szoftvert használtuk,

ami ingyenesen elérhető. Az állományokat az ESA Copernicus Open Access Hub-ról töltöttük le. Interferometric Wide Swath mode-ban készült felvételeket használtunk, ugyanis ebben a felvételezési módban érhető el a legjobb felbontás. A felvételek VV és VH polarizációval készültek. Az előfeldolgozás folyamatának lépései: a pontosított pálya adatok alkalmazása, termális zaj eltávolítása, radiometriai kalibráció, zajszűrés, geometriai korrekció felszínmodell felhasználásával. Ezt követően a beesési szöget kell korrigálni, majd a pixelértékek decibelbe konvertálása következik. Végül GeoTIFF-be exportálhatjuk, hogy ezt követően térinformatikai szoftverben dolgozhassuk fel az adatokat (osztályozás, küszöbérték meghatározás stb.). A 2016.03.11-i Sentinel 1A felvételt használtuk fel belvíz-térképezés céljára. Mintaterületnek Csongrád-megyében a Dong-ér -Halasi belvízrendszer 2-es számú belvízi öblözetét választottuk ki. A vizsgálatból kizártuk a településeket. A belvíztérképet ArcGIS-ben hoztuk létre küszöbérték meghatározással. Először meghatároztuk a referencia területek (állandó vizek) statisztikai értékeit. Ezeket az értékeket felhasználva végeztük el az alsó és felső küszöbértékek meghatározását a belvizes pixelek lehatárolásához. Ezek az értékek VV és VH polarizáció esetén eltérőek voltak. A vizsgált területen számításaink alapján a belvízzel előntött terület 1721 hektár volt. Ebben nincsenek benne az állandó nyílt vízfelületek, mivel ezeket kivágtuk az eredmény térképből.



MELLÉKLETEK

CAD / Inform

CAD+Inform Kft. tevékenységének bemutatása

A CAD+Inform Kft. 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.

Acégtöbb hazai nagyközműszolgáltató hagyományosszakági 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.

Acégtévékenységén 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.

4031 Debrecen, István út 6.

Tel: 52-522-730, Fax: 52-452-685

cad.inform@cadi.hu

www.cadinform.hu

Ipari és mezőgazdasági
Felmérések, valamint
rendezvény és marketing
videók készítése.



ciuis drone

www.ciuisdrone.hu



ArcGIS®

Minden döntéshez térinformatikát



Az ArcGIS® platformmal összekötött térképek, alkalmazások és adatok segítségével, Ön okosabb és gyorsabb döntéseket hozhat. Segítségével a szervezet minden tagja képes használni, készíteni és megosztani térképeket bármilyen eszközről, bárhol és bármikor.

www.gdi.hu

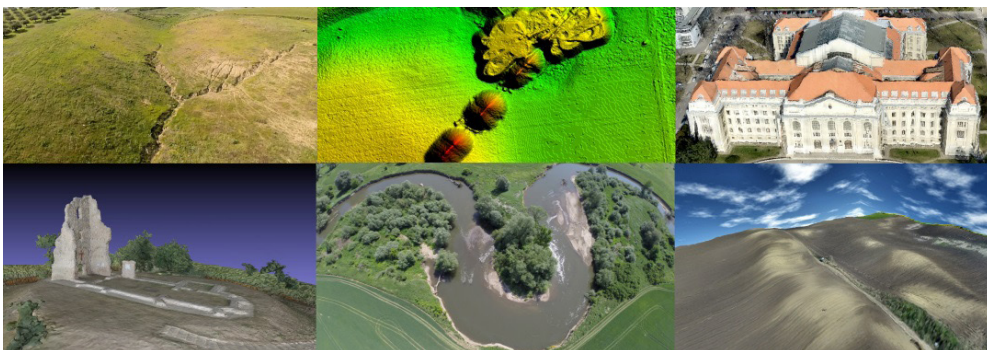


Kapcsolat
GDI Magyarország
1134 Budapest Váci út 33.
9. emelet
+36 1 428 8040
+36 1 428 8042
sales@gdi.hu
www.gdi.hu



UAS rendszerek használata a Debreceni Egyetem Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszékén

Tanszékünk 2013 óta foglalkozik kiskamerás légifényképezéssel. A kezdeti időszakban főként a módszer által előállított termékek, azaz a digitális felszínmodellek és az ortofotók pontosságának vizsgálatát végeztük. Ennek keretében elemzéseket folytattunk oly módon, hogy eltérő paraméterekkel elvégzett fényképezések alapján generált modellek és ortofotók pontosságát vetettük össze saját, nagy pontosságú terepi méréseinkkel. A változtatott paraméterek a repülési magasság, a referenciapontok száma, és a felszín egyes tulajdonságai (pl. lejtés, felszínborítás) voltak. Mára a pontosságvizsgálat körét jelentősen kibővítettük, és legújabb méréseinket egy 15 hektáros területen végezzük, ahol 200 ponton vizsgáljuk a hiba mértékét, X, Y és Z irányokban.

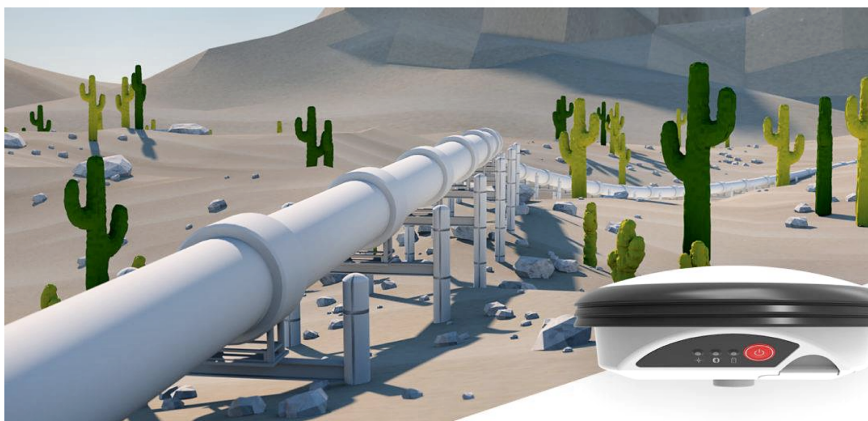


Ugyancsak az UAV-rendszerre épül azon kutatásunk, amely a megújuló erőforrások vizsgálatához kötődik. Az elmúlt években egy félautomata módszert dolgoztunk ki a beépített területek tetőfelületi napenergia-potenciáljának számítására, eredményeinket pedig több, nemzetközileg elismert folyóiratban publikáltuk.

Az UAS rendszerek számos témakör vizsgálatában nyújthatnak segítséget: ökológia (szikes élőhelyek infravörös térképezése, tavak víztartalmának kiszámítása, élőlények térképezése), régészet (zeleméri Árpád-kori templomrom felmérése), beépített területek monitoringja (épületek bontása, építése, valamint épületek vizsgálata és modellezése), mezőgazdaság (szicíliai területek talajeróziójának a detektálása, hazai mezőgazdasági területek talajadottságainak vizsgálata), ipari felhasználások (deponált anyagok köbtartalmának mérése) és hazai folyók medervándorlásának detektálása (Sajó). Ezek közül több olyan témakörben értünk el sikereket, mely széles közönséget is érint (pl. Sajó medervándorlása).

<http://geogis.detek.unideb.hu>

www.facebook.com/dettk.geogis



Új profi Leica Antenna márkafüggetlen megoldásokhoz – Leica Zeno GG04

Ismerd meg az új Leica Zeno GG04 jövő biztos antennát, amely akár saját eszközeiddel márkafüggetlenül is kompatibilis lehet, legyen az akár okos telefon, tablet vagy laptop. A Leica technológiával és a Te eszközeiddel most egy olyan rugalmas megoldást biztosítunk számodra, amely lehetővé teszi a minőségi adatgyűjtést plusz befektetés nélkül.



Hozd a saját eszközöd

A Zeno GG04 most lehetővé teszi a precíz helyszíni adatgyűjtést a már meglévő Android és Windows mobileszközeidről is.



Nagy pontosságú pozíció kedvenc applikációddal

A Zeno Connect applikáció lehetővé teszi bármilyen, harmadik féltől származó szoftver használatát a Zeno GG04 antennával. Használd kedvenc Android vagy Windows alapú applikációd és dolgozz centiméteres pontossággal. Így, ha nem vagy jártas a földmérésben akkor is a megszokott szoftveres környezetben végezheted felmérési és kiértékelési feladatokat.



RTK nélküli precíz helymeghatározás – PPP

A PPP technológia lehetővé teszi az RTK nélküli nagy pontosságú helymeghatározást. A műholdalapú korrekciókon alapuló szolgáltatás közvetlenül a GG04 eszközre továbbítja az adatokat. A PPP technológia rendelkezésedre áll a világon bárhol, bármikor – használd ki!



Leica Geosystems Magyarország
www.svajcipontosan.com
www.leica-geosystems.hu



- Űrfelvételek forgalmazása: DigitalGlobe, WorldView, GeoEye, RapidEye, Planet Labs, RADARSAT
- Képfeldolgozó szoftverek: ENVI szoftvercsalád, SARscape
- Fotogrammetria: Trimble INPHO, UASMaster termékek
- Képszegmentálás: Trimble eCognition szoftverek
- Digitális térképek: HERE Platform és térképek
- Adatkonverzió: Safe Software, FME eszközök



Authorized ENVI Distributor



www.geoiq.hu

+36 26 346 019

+36 30 931 0626

2098 Pilisszentkereszt, Kakashegy utca 56.

Szolid árak, transzparencia, s az iparág vezető szoftverei.

SZPONZOROK ÉS KIÁLLÍTÓK



BUDAPEST FŐVÁROS
KORMÁNYHIVATALA



CAD $\neq$ Inform



esri®



GEODÉZIA

GEODÉZIAI ÉS TÉRKÉPÉSZETI ZRT.
SINCE 1951



envirosense



GeoIQ



Leica
Geosystems

