AZ ELMÉLET ÉS A GYAKORLAT TALÁLKOZÁSA A TÉRINFORMATIKÁBAN IX.

THEORY MEETS PRACTICE IN GIS





Szerkesztette:
Molnár Vanda Éva
Technikai szerkesztők:
Dr. Négyesi Gábor
Dr. Túri Zoltán Krisztián
Szentesi Andrea
Schlosser Aletta Dóra
Szabó Loránd

ISBN 978-963-318-723-4

A kötet a 2018. május 24–25. 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 DTB Földtudományi Szakbizottsága, a GeoGIS Alapítvány,
a HUNAGI és az eKÖZIG ZRT.

Debrecen Egyetemi Kiadó
Debrecen University Press

Készült
Kapitális Nyomdaipari Kft.
Felelős vezető: ifj. Kapusi József
Debrecen
2018

Tartalomjegyzék

A konferencia résztvevőinek név- és címjegyzéke 7
Program 13

Előadások
Abriha Dávid – Szabó Szilárd: Hiperspektrális távérzékelés alkalmazása tetőfedő anyagok azonosításában 21
Árvai Mátyás – Mészáros János – Deák Márton – Koós Sándor – Takács Katalin – Szatmári József – Tobak Zalán – Papp Levente – Pásztor László: Természetközeli felszínek hiperspektrális vizsgálata UAV platformról 27
Bekő László – Burai Péter – Láposi Réka – Kiss Alida – Lénárt Csaba – Tomor Tamás: Légi multispektrális felvételek alkalmazása tápanyagutánpótlási rendszerek vizsgálatára mezőgazdasági területeken 29
Berke József – Enyedi Attila – Vastag Viktória – Óbermayer Tamás – Kozma-Bognár Veronika: Képalkotó algoritmusok vizsgálata idősoros NDVI légifelvételeken 37
Bertalan László: MindiGIS Point Cloub a parteróziós elemzések szolgálatában. Mederprofil-szerkesztés gyorsan és egyszerűen 45
Bozó Ádám – Lakatos László – Zsófi Zsolt – Hegyi Balázs – Nagy Richárd: Az agrár-térinformatika szerepe a fenntartható szőlőtermesztésben 47
Czimbalmos Róbert: Helyspecifikus mulcsművelés, a klímaváltozásra adott válasz, táblaszinten 55
Czimber Kornél: Távérzékeléssel és mobil térinformatikával segített erdészeti adatgyűjtés 63
Czirok Lili – Bozsó István – Bányai László: Szeizmotektonikai Információs Rendszer létrehozása a Kárpát-ív területére 69
Ashraf ALDabbas – Zoltán Gál – Mohamed Amine Korteby: 3D GIS - A Major Step Analysis to Evaluate Convenient Healthy Residential District Based on Environmental Sensory Data Sets 77
Deák Attila – Apáti Norbert: A magyarországi lakossági energiafelhasználás térbeli összefüggéseinek vizsgálata 85
Márton Deák – Szabolcs Kari – Csenge Judit Vizi – Gergő Weszelovits – Beatrix Szabó – Márk Zagorácz – András Sik – Gianluca Casagrande: Using small drones in architectural surveys – in case of buildings and cities 93
Decsi Bence – Ács Tamás – Kozma Zsolt: Magyarország törzshálózati talajvíz monitoring hálózatának adatellátottsági elemzése 99
Gábor Farkas: Towards visualizing coverage data on the Web 107
Gerzsenyi Dávid – Albert Gáspár: Nagy felbontású magasságmodellek alkalmazása felszínmozgás-veszélyességi térkép készítéséhez 115

Gyenizse Péter – Bognár Zita – Halmai Ákos – Morva Tamás – Simon Bertalan: Digitális domborzatmodellek használata tájrekonstrukciós célra szigetvári és mohácsi területeken 121
Muhannad Hammad – Boudewijn van Leeuwen – László Mucsi: Ground-surface deformation investigation in Paks NPP area in Hungary using D-InSAR and PSI techniques 129
Hegedűs László Dávid: Debrecen helyi közforgalmú közlekedésének 25 éve (1992–2017) 137
Imre-Horváth Sándor: A Buda-környéki erdők állapotának vizsgálata tériformatikai módszerekkel 145
Jankó József Attila – Szabó György: Metrikus tér homotóp transzformációja a térinformatikai vizualizációban 149
Kolesár András: Minőségi téradat-szolgáltatások fejlesztése 157
Kovács Ferenc – Gulácsi András: Spektrális indexek a klímaváltozás földrajzi hatásainak értékelésében 163
Kovács Zoltán – Bekő László – Burai Péter: Voxel alapú fapozíció-meghatározás pontfelhőből 171
Mohamed Amine Korteby – Zoltán Gál – Ashraf Dabbas: Impact of the Geographic Map Based Movement on the Communication Quality of Sensor Networks 179
Kovalcsik Tamás – Vida György – Dudás Gábor: Kompaktsági mutatók használata a társadalomföldrajzi kutatásokban 187
Mádai Viktor – Balogh Csaba: Paraméter érzékenység vizsgálata 1D-s medenceanalízis során 195
Majer Fruzsina − Koch Dániel − Tamás Enikő Anna: A Vén-Duna mellékág 2D hidrodinamikai modell építésének tapasztalatai 203
Máté Klaudia: A tájmetria megbízhatósága a skálaprobléma tükrében 211
Mészáros János – Bíró Csaba – Pánya István – Eke István – P. Barna Judit: A talaj szerepe a tájrégészetben – kis reliefű területek roncsolásmentes vizsgálata UAV eszköz segítségével 219
Miklós Bence – Nagy Gyula – Karl Máté János: Az egyetemi hallgatók térformáló szerepe Szegeden – különös tekintettel az ingatlanpiacra és a szabadidő eltöltésre 227
Miklós Viktor – Tóth Csaba Albert: Térerő lefedettség vizsgálata térinformatikai módszerekkel egy nógrádi mintaterületen 229
Molnár András – Gaál Márta – Kiss Andrea: Térinformatikai fejlesztések és feladatok az Agrárgazdasági Kutató Intézetben 235
Molnár Vanda Éva – Szabó Szilárd – Simon Edina: Fajmeghatározás távérzékelt adatokkal egy debreceni park példáján 241
Morva Tamás – Gyenizse Péter: A tájhasználat változásának vizsgálata geoinformatikai módszerrel a mohácsi sík területén Kölked példáján 243
Nagy-Kis Ildikó: Égből kapott RTK korrekciók nyomában 253

Bálint Nagy: Development of a combined 1D/2D hydrological model of a creek 257
Négyesi Gábor – Bertalan László – Buró Botond – Andrási Bence: Félig kötött homokformák morfometriai elemzésének lehetőségei a Nyírségben 259
Neuberger Hajnalka – Juhász Attila: Automatikus objektumrekonstrukció DTM felhasználásával 261
Novák Tibor – Túri Zoltán: A városterjedés hatásainak becslése korábbi mezőgazdasági területek talajaira távérzékelt adatok alapján 269
Pásztor László – Belényesi Márta – Laborczi Annamária – Kristóf Dániel – Szatmári Gábor – Pataki Róbert: Természetes és természetközeli élőhelyek termőhelyi viszonyainak modellezése adatbányászati módszerekkel 277
Pásztor László – Laborczi Annamária – Szatmári Gábor – Takács Katalin – Koós Sándor: A talajtulajdonság térképeken túl; talajfunkciók és szolgáltatások digitális térképezésének lehetőségei 279
Pénzes János – Papp István: Települési fejlődési pályák Magyarország határ menti térségeiben 285
Pődör Andrea – Szijártó Zsuzsanna: Bűnözéstől való félelem mérése Székesfehérváron 295
Sallay Ágnes – Máté Klaudia – Ecsedi Helga – Hégli Imre: Digitális tájérték-kataszter megalapozása Újbudán 303
Schlosser Aletta Dóra – Enyedi Péter – Szabó Gergely: LoD2 épületmodellek előállítása LiDAR adatok és ortofotók felhasználásával debreceni mintaterületen 311
Simon Bertalan: A Mohácsi-teraszos-sík földrajzi neveinek emlékezeti helyi vizsgálata geoinformatikai módszerekkel 317
Somogyi Zoltán – Koltay András – Molnár Tamás – Móricz Norbert: Forest health monitoring system in Hungary based on MODIS products 325
Szabó Loránd – Szabó Szilárd: Csatornaszelekció hiperspektrális felvételen az osztályozási pontosság javítása érdekében 331
Szabó Zsuzsanna – Szabó Szilárd: A rakamazi ártér vízborítottság rövid távú változásának nyomon követése Sentinel-2 felvételek alapján 333
Szikszai Csaba: Magyarország II. világháborús bombázottsági adatbázisának tervezése 341
Szilágyi Róbert – Várallyai László – Pető Károly: Térinformatika oktatása a Debreceni Egyetem Gazdaságtudományi Karán 347
Szopos Noémi Mária – Czellecz Boglárka: Villámárvízi észrevételek az Olt felső szakaszán egy hidrológiai modellezési nézőpontból 349
Szutor Péter: Pontfelhők szűrése és a legközelebbi szomszéd probléma 355

Uszkai Dávid – Bente Tamás Ferencz – Fazekas Attila – Szeghalmy Szilvia: Helymeghatározással kiegészített sávdetektáló rendszer fejlesztése 363
Boudewijn van Leeuwen – Zalán Tobak: Satellite data based river ice monitoring 371
Varga Orsolya – Milics Gábor – Katona Zsolt: Menedzsment zónák kijelölése szegmentáció segítségével 377
Varga Orsolya – Szabó Szilárd: Conceptual flaws and solutions in land change model evaluation 383
Varga Zsolt – Czédli Herta: Különböző magassági alapszintek használata a kataszteri munkák során 385
Weszelovits Gergő – Deák Márton – Sik András: LOD-ok és az épületmodellezés – UAV-s felmérések a Lechner Tudásközpontban 391
Ashna Abdulrahman Kareem Zada: Using Surfer 9 and Terrain Modelling to Measure the Relative Accuracy of Interpolators and Contour Mapping 399
Marianna Zichar: Challenges in urban traffic navigation 403
Ivan Zokvic – Dragan Milosevic – Boglárka Balázs – Szilárd Szabó: From At Sensor Temperature to Land Surface Temperature: a case study of Novi Sad, Serbia 409
Devecseri Anikó – Juhász Géza Péter – Sik András: Területi és települési tervezést támogató rendszer (4TR) – avagy geodesign a közigazgatásban 411

Poszterek 417
Csákvári Edina – Gyulai Ferenc – Enyedi Attila – Berke József: NDVI kamera alkalmazhatósága gabonafajták kontrollált körülmények közötti vizsgálatánál 417
Encs Balázs – Márta László – Sztelek Renáta – Hornyák Mercédesz – Szabó Loránd: Óceáni szemétszigetek detektálása és az ezzel kapcsolatos problémák megoldási lehetőségei 418
Nagy Bálint: Árvízi töltések modellezése Python programkóddal keresztmetszetek alapján 419
Fanni Vörös – Benjamin Van Wyk de Vries – Balázs Székely: A geomorphometric study of scoria cones parameters, based on different resolution DTMs 421

Mellékletek 423
Szponzorok és kiállítók 434

Program

2018. május 24.

8:00-tól Regisztráció (Debreceni Egyetem Főépület)

10:15 – 10:30 Megnyitó – Aula (Főépület II. emelet)

Plenáris előadások

Hajzer Károly *(Belügyminisztérium, informatikai helyettes államtitkár)*:

Az EKÖZIG-igazgatás napjainkban

Takács András Attila *(közigazgatási főtanácsadó, HUNAGI főtitkár-helyettes)*:

Államigazgatási feladatok térbeli támogatása

Fekete Gábor *(Budapest Főváros Kormányhivatala, Földmérési, Távérzékelési és Földhivatali Főosztály, főosztályvezető)*:

Digitális lépésváltás

Barkóczi Zsolt *(HUNAGI, elnök)* – **Szabó György** *(HUNAGI, főtitkár)*:

Az 5. ipari forradalom hatása a térinformatikára

12:00 – 12:45 Szakkiállítás Megnyitója, Kiállítók Bemutatkozása (Díszudvar – Főépület földszint)

12:45 – 13:30 Ebédszünet (Főépület III. emeleti kerengő)

SZEKCIÓÜLÉSEK

1. szekció: English session

Főép. földszint I. terem

Moderátor: Dr. Boglárka Balázs

13:45–14:05 **Mohamed Amine Korteby – Zoltán Gál – Ashraf Dabbas:** Impact of the Geographic Map Based Movement on the Communication Quality of Sensor Networks

14:05–14:25 **Ashraf Dabbas – Zoltán Gál – Mohamed Amine Korteby:** 3D GIS – A Major Step Analysis to Evaluate Convenient Healthy Residential District Based on Environmental Sensory Data Sets

14:25–14:45 **Nagy Bálint:** Development of a combined 1D/2D hydrological model of a creek

14:45–15:05 **Farkas Gábor:** Towards visualizing coverage data on the Web

15:05–15:25 **Ashna Abdulrahman Kareem Zada:** Using Remote sensing in crop production

15:25–15:45 **Ashna Abdulrahman Kareem Zada:** Using Surfer 9 and Terrain Modelling to Measure the Relative Accuracy of Interpolators and Contour Mapping

2. szekció: Városi térinformatika
Főép. földszint II. terem
Moderátor: Pajna Sándor

13:45–14:05 **Hegedűs László Dávid:** Debrecen helyi közforgalmú közlekedésének 25 éve (1992–2017)

14:05–14:25 **Uszkai Dávid – Bente Tamás Ferencz – Fazekas Attila – Szeghalmy Szilvia:** Helymeghatározással kiegészített sávdetektáló rendszer fejlesztése

14:25–14:45 **Miklós Viktor– Tóth Csaba Albert:** Térerő lefedettség vizsgálata térinformatikai módszerekkel egy nógrádi mintaterületen

14:45–15:05 **Abriha Dávid – Szabó Szilárd:** Hiperspektrális távérzékelés alkalmazása tetőfedő anyagok azonosításában

15:05–15:25 **Miklós Bence – Nagy Gyula – Karl Máté János:** Az egyetemi hallgatók térformáló szerepe Szegeden – különös tekintettel az ingatlanpiacra és a szabadidő eltöltésre

15:25–15:45 **Pődör Andrea – Szijártó Zsuzsanna:** Bűnözéstől való félelem mérése Székesfehérváron

3. szekció: Pontfelhő
Főép. földszint III. terem
Moderátor: Dr. Túri Zoltán

13:45–14:05 **Szutor Péter:** Pontfelhők szűrése és a legközelebbi szomszéd probléma

14:05–14:25 **Csörgits Péter:** Metróalagút szkennelés és pontfelhő feldolgozás

14:25–14:45 **Kozics Anikó – Burai Péter:** A vegetáció hatásának vizsgálata a lézerszkennelt adatok pontosságára

14:45–15:05 **Kovács Zoltán – Bekő László – Burai Péter:** Voxel alapú fapozíció-meghatározás pontfelhőből

15:05–15:25 **Zeke Zsolt:** Leica Geosystems a GIS világban

15:25–15:45 **Stenzel Sándor:** Vegyes 3-dimenziós technológiák alkalmazása hegyen-völgyön

4. szekció: Korszerű technológiák és módszerek I.
Főép. földszint 5. multifunkciós terem
Moderátor: Dr. Gyenizse Péter

13:45–14:05 **Neuberger Hajnalka – Juhász Attila:** Automatikus objektumrekonstrukció DTM felhasználásával

14:05–14:25 **Mádai Viktor – Balogh Csaba:** Paraméter érzékenység vizsgálata 1D-s medenceanalízis során

14:25–14:45 **Gerzsenyi Dávid – Albert Gáspár:** Nagy felbontású magasságmodellek alkalmazása felszínmozgás-veszélyességi térkép készítéséhez

14:45–15:05 **Majer Fruzsina – Koch Dániel – Tamás Enikő Anna:** A Vén-Duna mellékág 2D hidrodinamikai modell építésének tapasztalatai

15:05–15:25 **Decsi Bence – Ács Tamás – Kozma Zsolt:** Magyarország törzshálózati talajvíz monitoring hálózatának adatellátottsági elemzése

15:25–15:45 **Gyenizse Péter – Bognár Zita – Halmai Ákos – Morva Tamás – Simon Bertalan:** Digitális domborzatmodellek használata tájrekonstrukciós célra szigetvári és mohácsi területeken

16:10 – 16:30 BÜFÉ (Díszudvar – Főépület földszint)

16:30 – 17:10 I. Poszterszekció
(Díszudvar – főépület földszint)
Moderátor: Dr. Szabó Gergely

1. Fanni Vörös – Benjamin Van Wyk de Vries – Balázs Székely: A geomorphometric study of scoria cones parameters, based on different resolution DTMs

2. Czirok Lili – Bozsó István – Bányai László: Szeizmotektonikai Információs Rendszer létrehozása a Kárpát-ív területére

3. Csákvári Edina – Gyulai Ferenc – Enyedi Attila – Berke József: NDVI kamera alkalmazhatósága gabonafajták kontrollált körülmények közötti vizsgálatánál

4. Encs Balázs – Márta László – Sztelek Renáta – Hornyák Mercédesz –Szabó Loránd: Óceáni szemétszigetek detektálása és az ezzel kapcsolatos problémák megoldási lehetőségei

5. Török Zsolt Győző – Török Ágoston – Tölgyesi Borbála – Kiss Veronika Flóra: Szemmozgás-követéses vizsgálatok adatainak vizualizációs lehetőségei

5. szekció: Geoinformatika és talajtan
Főép. földszint I. terem
Moderátor: Dr. Pásztor László

17:10–17:30 **Pásztor László – Laborczi Annamária – Szatmári Gábor – Takács Katalin – Koós Sándor:** A talajtulajdonság térképeken túl; talajfunkciók és szolgáltatások digitális térképezésének lehetőségei

17:30–17:50 **Pásztor László – Belényesi Márta – Laborczi Annamária – Kristóf Dániel – Szatmári Gábor – Pataki Róbert:** Természetes és természetközeli élőhelyek termőhelyi viszonyainak modellezése adatbányászati módszerekkel

17:50–18:10 **Bekő László – Burai Péter – Láposi Réka – Kiss Alida – Lénárt Csaba – Tomor Tamás:** Légi multispektrális felvételek alkalmazása tápanyagutánpótlási rendszerek vizsgálatára mezőgazdasági területeken

18:10–18:30 **Varga Orsolya – Milics Gábor – Katona Zsolt:** Menedzsment zónák kijelölése szegmentáció segítségével

18:30–18:50 **Czimbalmos Róbert:** Helyspecifikus mulcsművelés, a klímaváltozásra adott válasz, táblaszinten

6. szekció: Tér & adat
Főép. földszint II. terem
Moderátor: Dr. Kozma Gábor

17:10–17:30 **Kolesár András:** Minőségi téradat-szolgáltatások fejlesztése

17:30–17:50 **Szikszai Csaba:** Magyarország II. világháborús bombázottsági adatbázisának tervezése

17:50–18:10 **Simon Bertalan:** A Mohácsi-teraszos-sík földrajzi neveinek emlékezeti helyi vizsgálata geoinformatikai módszerekkel

18:10–18:30 **Pénzes János – Papp István:** Települési fejlődési pályák a Magyarország határ menti térségeiben

18:30–18:50 **Nagy-Kis Ildikó:** Égből kapott RTK korrekciók nyomában

7. szekció: Távérzékelés
Főép. földszint III. terem
Moderátor: Dr. Burai Péter

17:10–17:30 **Mészáros János – Biró Csaba – Pánya István – Eke István – P. Barna Judit:** A talaj szerepe a tájrégészetben – kis reliefű területek roncsolásmentes vizsgálata UAV eszköz segítségével

17:30–17:50 **Török Ágnes:** A pilóta nélküli légijárművek működtetésének jogi feltételei

17:50–18:10 **Kovács Ferenc – Gulácsi András:** Spektrális indexek a klímaváltozás földrajzi hatásainak értékelésében

18:10–18:30 **Árvai Mátyás – Mészáros János – Deák Márton – Koós Sándor – Takács Katalin – Szatmári József – Tobak Zalán – Papp Levente – Pásztor László:** Természetközeli felszínek hiperspektrális vizsgálata UAV platformról

18:30–18:50 **Berke József – Enyedi Attila – Vastag Viktória – Óbermayer Tamás – Kozma-Bognár Veronika:** Képalkotó algoritmusok vizsgálata idősoros NDVI légifelvételeken

18:50–18:55 **Molnár Vanda Éva – Szabó Szilárd – Simon Edina:** Fajmeghatározás távérzékelt adatokkal egy debreceni park példáján

18:55–19:00 **Szabó Loránd – Szabó Szilárd:** Csatornaszelekció hiperspektrális felvételen az osztályozási pontosság javítása érdekében

8. szekció: Korszerű technológiák és módszerek II.
Főép. földszint 5. multifunkciós terem
Moderátor: Dr. Pázmányi Sándor

17:10–17:30 **Kovalcsik Tamás – Vida György – Dudás Gábor:** Kompaktsági mutatók használata a társadalomföldrajzi kutatásokban

17:30–17:50 **Balogh Szabolcs – Sütő László:** A vonalas objektumok tájválasztó szerepe az emberi behatás tekintetében

17:50–18:10 **Máté Klaudia:** A tájmetria megbízhatósága a skálaprobléma tükrében

18:10–18:30 **Kristóf Dániel:** Új fejlesztések a BFKH FTFF Térinformatikai Osztályán

18:30–18:50 **Gyenizse Péter:** Gondolatok a Blender szoftver oktatásban és szemléltetésben betöltött szerepéről

19:30 – 21:30 Állófogadás (III. emeleti kerengő)

2018. május 25.

8:00 – 9:00 Büfé (Díszudvar – Főépület földszint)

9. szekció: Agrárinformatika

Főép. földszint I. terem

Moderátor: Kákonyi Gábor

9:00–9:20 **Bozó Ádám – Lakatos László – Zsófi Zsolt – Hegyi Balázs – Nagy Richárd:** Az agrár-térinformatika szerepe a fenntartható szőlőtermesztésben

9:20–9:40 **Molnár András – Gaál Márta – Kiss Andrea:** Térinformatikai fejlesztések és feladatok az Agrárgazdasági Kutató Intézetben

9:40–10:00 **Szilágyi Róbert – Várallyai László – Pető Károly:** Térinformatika oktatása a Debreceni Egyetem Gazdaságtudományi Karán

10:00–10:20 **Czimber Kornél:** Távérzékeléssel és mobil térinformatikával segített erdészeti adatgyűjtés

10:20–10:40 **Imre-Horváth Sándor:** A Buda-környéki erdők állapotának vizsgálata térinformatikai módszerekkel

10. szekció: Kartográfia és vizualizáció

Főép. földszint II. terem

Moderátor: Dr. Siki Zoltán

9:00–9:20 **Török Zsolt Győző – Török Ágoston – Tölgyesi Borbála – Kiss Veronika Flóra:** Kísérleti kartográfiai kutatás virtuális valóság környezetben szemmozgás-követéssel

9:20–9:40 **Morva Tamás – Gyenizse Péter:** A tájhasználat változásának vizsgálata geoinformatikai módszerrel a mohácsi sík területén Kölked példáján

9:40–10:00 **Varga Zsolt – Czédli Herta:** Különböző magassági alapszintek használata a kataszteri munkák során.

10:00–10:20 **Kákonyi Gábor:** A képfeldolgozás a felhőbe költözött?

10:20–10:40 **Vízhányó József:** Esri's Open Vision

10:40–11:00 **Jankó József Attila – Szabó György:** Metrikus tér homotóp transzformációja a térinformatikai vizualizációban

11. szekció: English session II.
Főép. földszint III. terem
Moderátor: Dr. Marianna Zichar

9:00–9:20 **Marianna Zichar:** Challenges in urban traffic navigation

9:20–9:40 **Ivan Zokvic – Dragan Milsosevic – Balázs Bogláka – Szabó Szilárd:** Form At Sensor temparature to Land Surface Temperature: a case study of Novi Sad, Serbia

9:40–10:00 **Terdik György:** Directional statistics, simulation and visualization

10:00–10:20 **Somogyi Zoltán – Koltay András – Molnár Tamás – Móricz Norbert:** Forest health monitoring system in Hungary based on MODIS products

10:20–10:40 **Boudewijn van Leeuwen – Zalán Tobak:** Satellite data based river ice monitoring

12. szekció: Smart city
Főép. földszint 5. multifunkciós terem
Moderátor: Dr. Sik András

9:00–9:20 **Deák Márton:** Az Állami Középület Kataszter – épületfelmérés és smart building

9:20–9:40 **Prajczer Tamás:** Navigációs építőkockák, lehetőségek és megvalósítások

9:40–10:00 **Schlosser Aletta Dóra – Enyedi Péter – Szabó Gergely:** LoD2 épületmodellek előállítása LiDAR adatok és ortofotók felhasználásával debreceni mintaterületen

10:00–10:20 **Csemez Gábor:** Központi Címregiszter hatása a DSM-10 térképre

10:20–10:40 **Szabó György – Wirth Ervin:** Blokklánc 3.0 - Az ingatlangazdaság smart tranzakciói

11:30 – 12:10 II. Poszterszekció
(Díszudvar – Főépület földszint)
Moderátor: Dr. Tóth Csaba

1. Szopos Noémi-Mária – Czellecz Boglárka: Villámárvízi észrevételek az Olt felső szakaszán egy hidrológiai modellezési nézőpontból

2. Geodézia Kelet Zrt.: Korszerű adatgyűjtő eszközök

3. Sallay Ágnes – Máté Klaudia – Ecsedi Helga – Hégli Imre: Digitális tájérték-kataszter megalapozása Újbudán

4. Mészáros János – Árvai Mátyás – Csorba Gábor – Németh Attila – Darányi Nikoletta – Farkas János – Gedeon Csongor: Földikutya populáció egyedszámának becslési lehetőségei UAV távérzékelt adatok alapján

5. Nagy Bálint: Árvízi töltések modellezése Python programkóddal keresztmetszetek alapján

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)

Hiperspektrális távérzékelés alkalmazása tetőfedő anyagok azonosításában

Abriha Dávid[1] – Szabó Szilárd[2]

[1] egyetemi hallgató, Debreceni Egyetem Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, abrihadavid@gmail.com
[2] tanszékvezető egyetemi tanár, Debreceni Egyetem Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, szaboszilard.geo@gmail.com

Abstract: Hyperspectral imaging can be an effective tool in the monitoring of complex urban areas due to its high spatial and spectral resolution. We conducted our analyses on an airborne hyperspectral dataset. In order to reduce the dimensionality of the data, Principal Component Analysis was applied. We performed three classification methods: Spectral Angle Mapper (SAM), Support Vector Machine (SVM) and Maximum Likelihood (ML). Overall accuracies were ranged between 50 and 80%. The ML classifier performed the best. The accuracy was the highest for the red tile, although, not all roof types were identifiable.

Bevezetés

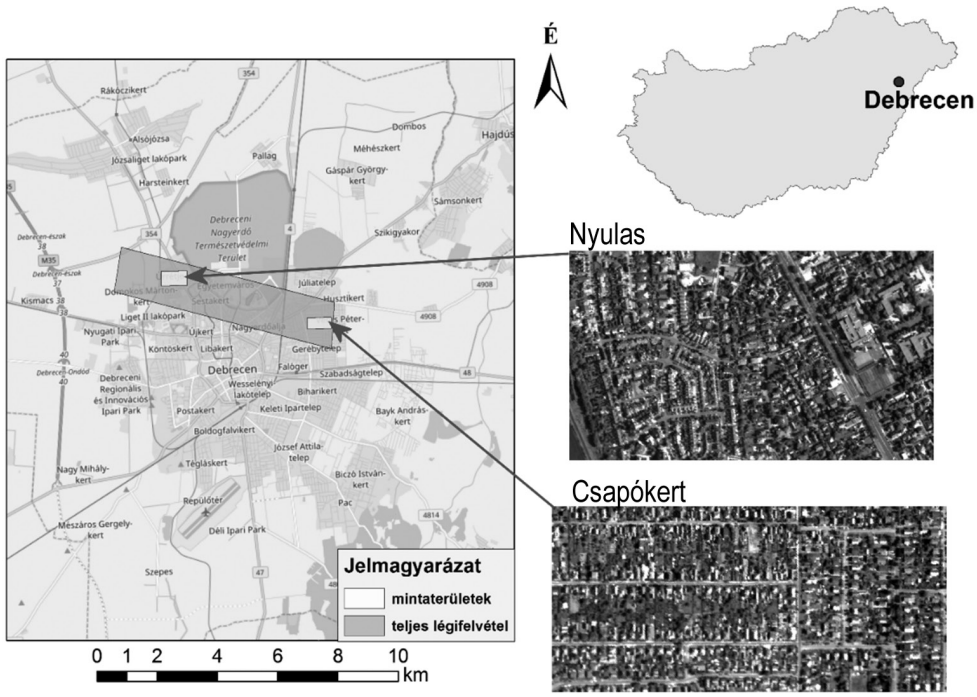
A települési környezet gyors fejlődése szükségszerűvé tette ezen térségek átfogó elemzését, melyhez egyre népszerűbb eszközöket biztosít a távérzékelés (Bertalan et al. 2016). A komplex városi területek vizsgálata azonban sokszor komplex feladat: gondot okoz, hogy sokféle anyaggal (fa, beton, cserép stb.) találkozunk akár közvetlenül egymás mellett is, éppen ezért a kisebb térbeli felbontású (Landsat – 30 m) felvételek nagyban beszűkítik a vizsgálati lehetőségek körét (Chisense C. 2012; Gémes et al. 2016).

A hiperspektrális légifelvételek hatékonyan használhatók a komplex városi térségekben, köszönhetően a nagy térbeli és spektrális felbontásuknak (Szabó et al. 2014; Burai et al. 2015a; Burai et al. 2015b; Mucsi et al. 2017).

Munkánk során két debreceni mintaterületen három különböző képosztályozási algoritmus segítségével végeztük el a tetőfedő anyagok osztályozását.

Anyag és módszer

A Debreceni Egyetem Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszékén (továbbiakban Tanszék) rendelkezésünkre állt Debrecenről egy 7 km²-es területet lefedő, 2013-ban készült légi hiperspektrális felvétel (368 csatorna, 450–2450 nm hullámhossztartomány). Vizsgálatainkhoz két kisebb mintaterületet választottunk ki a teljes felvételből (*1. ábra*). Az első egy újabb építésű városrész (Nyulas-Úrrétje), amely Debrecen északnyugati részén található. Ezen a területen nagyobb részt



1. ábra A mintaterületek elhelyezkedése

cseréptetőkkel találkoztunk. A másik mintaterület Debrecen keleti részén található (Csapókert), mely a Nyulassal ellentétben idősebb építésű házakban is bővelkedik, amit jól mutat az azbeszttartalmú tetőfedő anyagok gyakori jelenléte.

A hiperspektrális felvételen túl, ugyancsak a Tanszéken rendelkezésünkre állt egy-egy LiDAR adatokból kinyert digitális felszín- és terepmodell, amiket később a területre készített maszk előállításánál használtunk fel.

A teljes, 7 km²-es terület több kitüntetett pontjáról gyűjtöttünk adatokat terepi bejárással, melynek során vizuálisan azonosítottuk az egyes tetőfedő anyagokat, és így összesen több mint 700 tetőről szereztünk információkat. Tekintettel arra, hogy számos esetben nehézségeket okozott a barna, szürke, illetve fekete cserepek vizuális elkülönítése (nagyfokú szubjektivitás a színárnyalatok megkülönböztetése esetén), ezek egy osztályként, úgynevezett „sötét színű cserép”-ként kerültek rögzítésre. Az így szerzett adatbázis jelentette a későbbi osztályozáshoz szükséges tanító- és ellenőrzőterületek alapját.

Mivel a vizsgálatok során nekünk csak a tetőkre volt szükségünk, maszkot készítettünk, mely a területekre számolt NDVI (Normalized Differenced Vegetation Index), és egy nDFM (normalizált digitális felszínmodell) alapján állt össze.

Az NDVI elkészítéséhez a közeli infravörös tartomány 801 nanométeres, míg a látható spektrum vörös tartományából 676 nanométeres csatornákat használtuk (Szabó et al. 2016).

Az nDFM létrehozása esetén a már korábban említett digitális felszínmodell adta értékekből kivontuk a digitális terepmodellét, így az eredetileg abszolút magassági adatokat tartalmazó felvételekből előállt egy relatív magassági értékekkel rendelkező réteg (Ma R. 2005).

Az NDVI esetén a 0,1-es értéktől alacsonyabb tartományt válogattuk le, ugyanis ezek már nem a vegetációt fogják reprezentálni, míg az nDFM tekintetében a 3 méternél magasabb objektumok kerültek kiválasztásra. A két réteg összeszorzásából jött létre a csak háztetőket ábrázoló maszk.

A több száz keskeny sávból álló hiperspektrális felvétel hátrányokat is hordoz: a spektrális felbontás növekedésével a feldolgozandó adatmennyiség is nő, amely jelentősen megnöveli a vizsgálatok idő- és erőforrás-igényességét. Ezentúl az egyes csatornák között nagy korreláció is előfordulhat, így célszerű csökkenteni az adatdimenziók számát. Jelen tanulmányban mi a főkomponens-analízist alkalmaztuk mint adatredukciós eljárást, mely törekszik minél nagyobb megtartott variancia mellett csökkenteni a dimenziók számát (Rodarmel C. – Shan J. 2002).

Mindkét területre ugyanazon három ellenőrzött osztályba sorolási algoritmust alkalmaztuk: Spectral Angle Mapper (SAM), Support Vector Machine (SVM) és Maximum Likelihood (ML). Utóbbi kettő esetében minden pixel osztályozásra került, ugyanis nem lett megadva valószínűségi küszöbérték. A SAM esetében is így próbálkoztunk először, majd azonos radián-küszöbértékeket rendeltünk az egyes osztályokhoz, azonban mindkét variáció súlyos túlosztályozásokat eredményezett. Ezt követően úgy törekedtünk a minél jobb eredmény elérésére, hogy az osztályoknak eltérő küszöbértékeket adtunk meg.

A nyulasi mintaterületen 7 osztályra végeztük el a vizsgálatokat: azbeszt, vörös cserép, sötét színű cserép, valamint ezen típusok árnyékos megfelelői. A területen néhány helyen, de nagyobb kiterjedésben előfordult szigeteléses síktető is, ez adta a 7. osztályt. A csapókerti területen nem volt síktető, ezért ott csak 6 osztállyal dolgoztunk.

A két mintaterületen végzett osztályozásokat pontosságvizsgálatnak vetettük alá, ahol kiszámításra került: a felhasználói pontosság (FP; User's Accuracy), az előállítói pontosság (EP; Producer's Accuracy), az általános pontosság, illetve a Kappa index (Congalton R. 1991).

Eredmények

A főkomponens-analízis esetében mindkét területen az első három főkomponens magyarázza a teljes variancia kb. 96%-át, ezért az osztályozásokat e három mesterséges változó segítségével végeztük el. Az egyes képosztályozó algoritmusok pontosságának eredményét az *1.,* illetve *2. táblázatok* mutatják be (nyulasi, illetve csapókerti mintaterületek).

1. táblázat A nyulasi területen végzett osztályozások eredményei

Osztály	SAM (%)		SVM (%)		ML (%)	
	EP	FP	EP	FP	EP	FP
Azbeszt	51,92	38,03	46,91	100	90,12	100,00
Azbeszt árnyékban	2,00	5,56	50,94	40,91	69,81	30,33
Vörös cserép	60,83	95,79	82,12	92,84	78,77	94,63
Vörös cserép árnyékban	30,85	65,17	76,60	56,54	50,35	53,38
Sötét cserép	23,16	26,51	45,85	94,52	71,43	66,77
Sötét cserép árnyékban	84,78	55,71	77,08	76,03	84,72	77,71
Szigeteléses síktető	73,64	70,90	100	79,33	80,28	78,62
Általános pontosság	52,21		71,84		75,41	
Kappa index	0,43		0,65		0,69	

2. táblázat A csapókerti területen végzett osztályozások eredményei

Osztály	SAM (%)		SVM (%)		ML (%)	
	EP	FP	EP	FP	EP	FP
Azbeszt	93,39	87,60	93,83	97,71	96,04	98,20
Azbeszt árnyékban	27,50	58,93	60,00	83,72	58,33	76,92
Vörös cserép	87,96	98,77	97,45	86,41	97,81	89,93
Vörös cserép árnyékban	59,83	59,83	63,25	83,15	74,36	89,69
Sötét cserép	45,56	48,24	67,78	41,78	70,00	43,15
Sötét cserép árnyékban	65,71	70,41	66,67	82,35	52,38	69,62
Általános pontosság	71,38		81,14		81,56	
Kappa index	0,65		0,76		0,77	

Mindkét területen a SAM esetében értük el a leggyengébb általános pontossági értékeket (52,21%, 71,38%). A módszer viszonylag gyenge teljesítményét okozhatta a már korábban említett probléma: mivel minden osztálynak külön kellett küszöbértéket beállítani, ezért a klasszifikáció során voltak olyan pixelek, melyek nem kerültek osztályozásra. Az algoritmus viszonylag jó eredményeket kizárólag a csapókerti mintaterületen azbeszt, illetve vörös cserép osztályok tekintetében adott.

Jobb eredményekkel szolgált az SVM módszer (71,84%, 81,14%). Itt mivel nem volt megadva küszöbérték, minden pixel osztályozásra került. A nem árnyékos vörös cserepek osztályozását illetően mindkét területen meglehetősen jó eredményeket kaptunk, azonban – hasonlóan az előző módszerhez – itt is megfigyelhetők összességében az árnyékos osztályok esetén elért jóval gyengébb pontossági értékek.

A legjobb eredményeket mindkét területen az ML módszerrel kaptuk (75,41%, 81,56%), ebben az esetben is osztályozásra került minden pixel. Kiemelendő, hogy míg a Csapókert tekintetében mindhárom osztályozó jól teljesített a napsütötte azbeszt kapcsán, addig a nyulasi mintaterületen egyedül az ML adott elfogadható eredményt.

A nyulasi rossz eredmények oka abban keresendő, hogy a kijelölt mintaterületen csupán néhány házon volt azbeszttető, így a tanítóterület pixelszáma is meglehetősen csekély volt. Fontosnak láttuk bevonni ezt az anyagot is a vizsgálatunkba, ugyanis az azbeszt egészségkárosító hatása miatt ezeknek a tetőknek az azonosítása fontos részét képezi a komplex városi térségek hiperspektrális alapokon nyugvó vizsgálatának, mellyel számos tanulmány foglalkozik (Marino et al. 2001; Książek J. 2014; Szabó et al. 2014).

Konklúzió

Mindhárom ellenőrzött osztályba sorolási algoritmus esetén a csapókerti mintaterületen értünk el jobb eredményeket. Ennek oka abban keresendő, hogy a nyulasi területhez képest itt egyenletesebben oszlottak el a különböző tetőfedő anyagok, így az egyes tanulóterületekhez is tudtunk közel azonos pixelszámot rendelni. Mindkét terület esetén az ML adta a legnagyobb általános pontosságot. A felhasznált osztályozó módszerek jóval gyengébben teljesítettek az árnyékban lévő osztályok esetén.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást a TNN 123457 és az EFOP-3.6.1-16-2016-00022 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg. A kutatás a Tudományos Diákköri műhelyek működése a Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Karán (NTP-HHTDK-17-0050) pályázat támogatásával valósult meg.

Felhasznált irodalom

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.

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

Burai P. – Tomor T. – Bekő L. – Deák B. (2015b): Airborne hyperspectral remote sensing for identification grassland vegetation. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 40, pp. 427–431.

Chisense, C. (2012): Classification of roof materials using hyperspectral data. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XXXIX-B7, 2012 XXII ISPRS Congress, 25 August – 01 September 2012. Melbourne, Australia, pp. 103–107.

Congalton, R. (1991): A Review of Assessing the Accuracy of Classifications of Remotely Sensed Data. Remote Sensing of Environment, 37, pp. 35–46.

Gémes O. – Tobak Z. – van Leeuwen, B. (2016): Satellite Based Analysis of Surface Urban Heat Island Intensity. Journal of Environmental Geography, 9, pp. 23–30.

Książek, J. (2014): Methods for Detection of Asbestos-Cement Roofing Sheets. Geomatics and Environmental Engineering, 8, pp. 59–76.

Ma, R. (2005): DEM Generation and Building Detection from Lidar Data. Photogrammetirc Engineering & Remote Sensing, 7, pp. 847–854.

Marino, C. M. – Panigada, C. – Busetto, L. (2001): Airborne hyperspectral remote sensing applications in urban areas: asbestos concrete sheeting identification and mapping. IEEE/ISPRS Joint Workshop on Remote Sensing and Data Fusion over Urban Areas, pp. 212–216.

Mucsi L. – Liska Cs.M. – Heints L. – Tobak Z. – Csendes B. – Nagy L. (2017): The evaluation and application of an urban land cover map with image data fusion and laboratory measurements. Hungarian Geographical Bulletin, 66, pp. 145–156.

Rodarmel, C. – Shan, J. (2002): Principal Component Analysis for Hyperspectral Image Classification. Surveying and Land Information Systems, 62(2), pp. 115–122.

Szabó Sz. – Burai P. – Kovács Z. – Szabó Gy. – Kerényi A. – Fazekas I. – Paládi M. – Buday T. – Szabó G. (2014): Testing algorithms for the identification of asbestos roofing based on hyperspectral data. Environmental Engineering and Management Journal, 143, pp. 2875–2880.

Szabó Sz. – Gácsi Z. – Balázs B. (2016): Specific features of NDVI, NDWI and MNDWI as reflected in land cover categories. Acta Geographica Debrecina Landscape and Environment 10(3–4), pp. 194–202.

Természetközeli felszínek hiperspektrális vizsgálata UAV platformról

Árvai Mátyás[1] – Mészáros János[2] – Deák Márton[3] – Koós Sándor[4] – Takács Katalin[5] – Szatmári József[6] – Tobak Zalán[7] – Papp Levente[8] – Pásztor László[9]

[1] tudományos segédmunkatárs, MTA ATK TAKI, arvai.matyas@rissac.hu
[2] tudományos munkatárs, MTA ATK TAKI, meszaros.janos@agrar.mta.hu
[3] alprojekt-vezető, Lechner Tudásközpont, marton.deak@lechnerkozpont.hu
[4] tudományos munkatárs, MTA ATK TAKI, koos@rissac.hu
[5] tudományos munkatárs, MTA ATK TAKI, takacs.katalin@agrar.mta.hu
[6] egyetemi docens, SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, szatmari@geo.u-szeged.hu
[7] egyetemi adjunktus, SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, tobak@geo.u-szeged.hu
[8] egyetemi hallgató, SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, papplevente9610@gmail.com
[9] tudományos főmunkatárs, osztályvezető, MTA ATK TAKI, pasztor@rissac.hu

A kisméretű drónos – ún. UAV (unmanned aerial vehicle) – távérzékeléses vizsgálat dinamikus fejlődése számos kutatási területen tetten érhető. Az egyre szélesedő szenzorkínálat és felbontásnövekedés a részletesebb adatgyűjtést eredményezi, amely segítségével növekednek a vizsgálható felszíntulajdonságok is. A hiperspektrális technológia műholdas megjelenése új irányt adott a passzív távérzékeléses kutatásoknak, azonban limitáló tényezője maradt mindvégig a több tízméteres felbontás. A szenzorok méretének csökkentése által lehetőség nyílt a különböző kamerák UAV-s platformra való áthelyezésére, így radikálisan növelve a felbontást, megtartva a spektrális információkat. A hiperspektrális technológia és a drónok közti szinergia egészen új és pontosabb elemzések eddig lereteszelt kapuját nyitotta sarokvasig.

A vegetációra irányuló kutatások egyik fontos irányvonala a fajszintű lehatárolás távérzékelt adatok segítségével. Így lehetőség nyílik például az idegenhonos növények pontos lehatárolására természetvédelmi szempontból, védett területeken. Az egyik leggyorsabban terjedő invazív növényfaj hazánk alföldi területein a közönséges selyemkóró (*Asclepias syriaca*). A pusztai akácosok és gyepek jellegzetes idegenhonos növénye, méretével, nagyméretű leveleivel és kora nyári lilás virágával markánsan elkülönülhet a természetes gyepektől.

A kiválasztott kb. 2 hektáros mintaterületünk Soltszentimre szomszédságában található, a Kiskunsági Nemzeti Park területén, ahol az őshonos növények védelme még hangsúlyosabb. A kutatásban használt CarbonCore Cortex multikopter és az általa szállított Cubert UHD-185 hiperspektrális kamera kettős szenzorán keresztül vizsgálhatóvá váltak a felszín tulajdonságai 450–950 nm közötti spektrális tartományban (Aasen et al. 2015). A hiperspektrális adattal rendelkező kép mellé

egy pankromatikus kimeneti állomány is párosul. A hiperspektrális technológiával vizsgált vegetáció spektrális részletességében rejlő predikciós erőt egészíti ki a fotogrammetria módszerrel készített 3 dimenziós, centiméter pontosságú leképezés, amely módszerek együttes használata adja a legpontosabb növényzeti lehatárolást. Így az eltérő vegetációtípusok pontos lehatárolására van lehetőség akár centiméteres felbontásban, több tulajdonság együtteséből.

A mintaterület nyári drónos felmérését GPS vezérelt tervezett útvonallal 80 méteres magasságból végeztük a sorok közti 60%-os átfedéssel a biztos mozaikolhatóság érdekében. A készített képek száma a képvándorlás és a redundancia kiszűrése után is közel félezerre volt tehető. A megfelelő minőségű és mennyiségű képből mozaikolt állomány vetületbe transzformált nagy sűrűségű pontfelhője több mint 84 millió pontot tartalmaz, valamint az ebből generált digitális felszínmodell és az ortofotó 1,8 cm/pixel felbontású.

Az elkészült pontfelhőből magassági szűrés alapján eltávolítottuk a fásszárú vegetációt, így megkapva csak a gyepszintet. Ilyen alacsony füves területen sok esetben a viszonylag nagyobb méretű selyemkóró már pusztán a magasságával is elkülönül a környező lágyszárúaktól. A lehetőségek kombinációival élve a hiperspektrális indexek közül az MCARI index (Daughtry et al. 2000) értékeivel és a pontfelhőből leszűrt magasság alapján sikerült lehatárolni a selyemkóró egyedeket.

Felhasznált irodalom

Aasen, H. – Burkart, A. – Bolten, A. – Bareth, G. (2015): Generating 3D hyperspectral information with lightweight UAV snapshot cameras for vegetation monitoring: From camera calibration to quality assurance. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 108, pp. 245–259.

Daughtry, C. S. T. – Walthall, C. L. – Kim, M. S. – Brown de Colstoun, E. – McMurtrey, J. E. (2000): Estimating Corn Leaf Chlorophyll Concentration from Leaf and Canopy Reflectance. Remote Sensing Environment, 74, pp. 229–239.

Légi multispektrális felvételek alkalmazása tápanyagutánpótlási rendszerek vizsgálatára mezőgazdasági területeken

Bekő László[1] – Burai Péter[2] – Láposi Réka[3] – Kiss Alida[4] – Lénárt Csaba[5] – Tomor Tamás[6]

[1] tudományos segédmunkatárs, Eszterházy Károly Egyetem, Távérzékelési és Vidékfejlesztési Kutatóintézet, beko.laszlo@uni-eszterhazy.hu
[2] főiskolai docens, Eszterházy Károly Egyetem, Távérzékelési és Vidékfejlesztési Kutatóintézet, burai.peter@uni-eszterhazy.hu
[3] egyetemi docens, intézetigazgató, mb. dékánhelyettes, Eszterházy Károly Egyetem, Agrártudományi és Környezetgazdálkodási Intézet, laposi.reka@uni-eszterhazy.hu
[4] tudományos segédmunkatárs, Eszterházy Károly Egyetem, Távérzékelési és Vidékfejlesztési Kutatóintézet, kiss.alida@uni-eszterhazy.hu
[5] főiskolai tanár, Eszterházy Károly Egyetem, Távérzékelési és Vidékfejlesztési Kutatóintézet, lenart.csaba@uni-eszterhazy.hu
[6] főiskolai docens, intézetigazgató, Eszterházy Károly Egyetem, Távérzékelési és Vidékfejlesztési Kutatóintézet, tomor.tamas@uni-eszterhazy.hu

Absztrakt: A pilóta nélküli légi járművekbe szerelt, látható és közeli infravörös tartományban adatrögzítésre képes kamerarendszerek által szolgáltatott nagy térbeli és időbeli felbontású felvételek egyre nagyobb szerepet játszanak a precíziós mezőgazdasági kutatásokban. Jelen kutatásunkban a kompolti mezőgazdasági kutatóintézet területén 2017-ben elkezdett tápanyagutánpótlási rendszerek vizsgálatába kapcsolódtunk be. A munka során terepi élettani és légi multispektrális felvételezésekkel vizsgáltuk a különböző talajbaktérium-készítményekkel kezelt kukoricát nagyparcellás kísérletben. Termőhelyi feltételek között elmondható, hogy a talajbaktérium-készítményekkel kezelt parcellák a légifelvételekből számított biofizikai indexek alapján több fotoszintetikusan aktív növényi felületet tartalmaztak és alacsonyabb parcellán belüli heterogenitást mutattak, melyet a betakarított termésmennyiség is igazolt (a betakarított termésmennyiség az 1. kezelésnél 13,7%-kal, míg a 2. kezelésnél 15,9%-kal volt magasabb a kontrollhoz képest).

Bevezetés

A precíziós mezőgazdaság olyan gazdálkodási stratégia, amely az információs technológia segítségével a különböző forrásból származó adatokat integrálja és felhasználja a termesztéshez kapcsolódó döntésekhez. Magába foglalja mindazon növénytermesztési és adatgyűjtési (légi, terepi) módszereket, amelyek segítik a gazdálkodókat a helyi növénytermesztési sajátosság és területspecifikus paraméterek megismerésében (Neményi M. – Milics G. 2007). Az elmúlt években a pilóta nélküli légi járművekre (UAV) szerelt szenzorok alkalmazásával gyűjtött nagy pontosságú adatok a precíziós mezőgazdaságban tevékenykedő kutató- és a kereskedelmi szektor érdeklődését egyaránt magukra vonták (Sankaran et al. 2015; Khot et al. 2016). Az UAV platformra szerelt kamerarendszerek a műholdas távérzékeléssel összehasonlítva képesek nagy térbeli felbontással (akár cm-es) és időbeli gyakorisággal

ellátni a képalkotási és térbeli információs igényeket alacsonyabb költségek mellett (Restás Á. 2015; Zhou et al. 2016). A távérzékelési eljárásokkal előállított termékek mint a biofizikai paramétertérképek nagy információtartalommal rendelkeznek különösen a térbeli felbontásuknak köszönhetően. A kalibrált légifelvételekből előállított vegetációs indexeket (pl. NDVI, GNDVI, SAVI, NDRE) már több kutatásban is alkalmazták a precíziós mezőgazdasági gyakorlathoz kapcsolódóan a növények tápanyag-ellátottságának, termőképességének a becslésére és a növényi stresszhatások feltérképezésére egyaránt (Lelong et al. 2008; Zarco-Tejada et al. 2009; Primicerio et al. 2012).

Jelen munkánkban a kompolti Fleischmann Rudolf Kuktatóintézet területén 2017-ben az EFOP 3.6.1 projekt támogatásával indult tápanyagutánpótlási kutatáshoz kapcsolódóan talajbaktérium-készítménnyel kezelt nagyparcellás kukoricát vizsgáltunk terepi élettani mérések és multispektrális távérzékelési módszerrel gyűjtött adatok felhasználásával. A légi adatgyűjtés előnye, hogy közvetlenül nem érintkezik a vizsgált növénnyel, rövid idő alatt nagy területről képes gyors és megbízható adatot szolgáltatni a növények fotoszintetikus folyamatiról azok károsítása nélkül, valamint a táblán belüli heterogenitás is láthatóvá válik.

Anyag és módszer

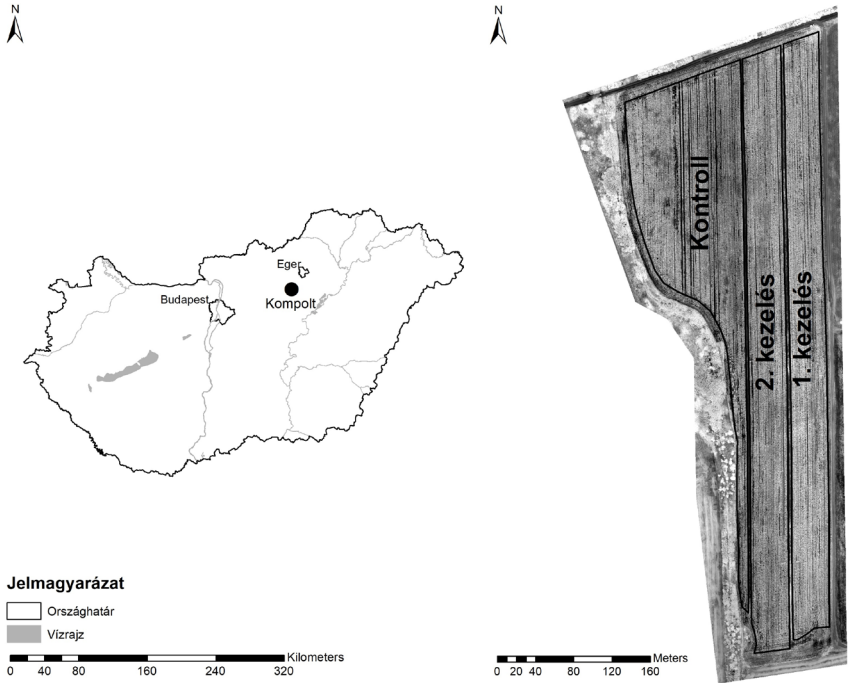
A kutatás mintaterülete Gyöngyös és Eger között, a Mátra déli oldalán elhelyezkedő kompolti Fleischmann Rudolf Kutatóintézet (47°44'18.45" É, 20°14'03.95" K) területén beállított nagyparcellás kukoricakísérlet volt.

A kísérleti területen alaptrágya-, fejtrágya- és talajbaktérium-készítményekkel történt kezelés. Az alap- és fejtrágyát mindhárom parcella megkapta. A két kezelt parcellára (3-3 ha) tarló/szárbontó, illetve a talajoltó (1. kezelés) és talajregeneráló (2. kezelés) baktérium-készítményeket két ütemben, tarlóhántás előtt, valamint vetéskor a vetőmag felületére juttatták ki. A 3. parcella (3,43 ha) kontroll maradt, amit üzemi technológia szerint talajbaktérium-kezelés nélkül (csak alap- és fejtrágya) műveltek (*1. ábra*).

A légi adatgyűjtéshez merev szárnyú UAV eszközre szerelt multispektrális kamerát alkalmaztunk, a felvételek 2017. július 7-én készültek 10:36–10:46 (UTC+2) között. A repülést előre megtervezett repülési útvonalon végeztük 130 m terep feletti (AGL) repülési magasságon, 60%-os sávok közötti és 80%-os felvételek közötti átfedést alkalmazva. A felvételek 4 csatornás multispektrális kamerarendszerrel készültek, melyhez tartozik egy irradiancia szenzor a multispektrális kamerával megegyező spektrális tartományban és egy RGB érzékelő is. A multispektrális kamerarendszer csatornakiosztása: zöld: 530–570 nm; vörös: 640–680 nm; vörös él: 730–740 nm; közeli infravörös: 770–810 nm. A spektrális csatornák kalibrációjához ismert reflektanciájú Spectralon® panelt alkalmaztunk. A felvételek fotogrammetriai feldolgozását Pix4D Desktop szoftverrel végeztük, melyhez a kamerarendszer GPS/INS adatait használtuk fel, valamint külső tájékozási pontokat rögzítettünk

geodéziai GNSS eszközzel. A multispektrális képek fotogrammetriai feldolgozása és a felvételek mozaikolása után a terepi felbontás (GSD) 16 cm, az abszolút pontosság pedig 14 cm (RMSE = 0,142 m) volt.

A légi multispektrális felvételezés mellett 2017. június végén azokat a vegetációs indexeket határoztuk meg terepi spektroszkópiás reflektancia mérésekkel, melyekből többek között a levelek klorofill-, karotinoid- és víztartalma becsülhető. A kontroll és az I. kezelés esetén parcellánként 45 mérést végeztünk, a 2. kezelésnél 55 mérést. A módszert a növények reflexiós tulajdonságainak elkülönítésére használják (Spinetti et al. 2009). Az ASD FieldSpec3 hordozható spektroradiométer spektrális tartománya: 350–2500 nm. Detektorai: VNIR (350–1000 nm); SWIR1 (1000–1830 nm); SWIR2 (1830–2500 nm). Spektrális felbontása: 3 nm 700 nm-nél, 10 nm 1400 nm-nél, 10 nm 2100 nm-nél. A látószög 25° (előtétoptikákkal: 1°, 5°, 8°, 10°) (ASD, 2007). A terepi mérés előtti kalibrálást Spectralon® reflektancia panellel végeztük, a további mért spektrumok automatikusan ehhez a referenciaértékhez viszonyítva kerültek rögzítésre. A mérés során 10 folyamatos mérés átlaga lett eltárolva, minden mérési ponton 3 spektrumot rögzítettünk, melyekből a két szélső spektrumot az utófeldolgozás során a mérési és egyéb hibahatások miatt eltávolítottuk. A kukorica esetében a spektrum rögzítését levélcsipesz (leafclip) eszközzel végezzük. Energiaforrás a levélcsipesz beépített fényforrása volt. Az eltárolt nyers DN értékeket tartalmazó spektrumokat ViewSpecPro szoftverrel alakítottuk át reflektancia értékekké. Az optikai vegetációs indexek számítását Excel-ben végeztük el.



1. ábra A mintaterület elhelyezkedése (bal) és a vizsgált parcellák a multispektrális felvétel közeli infravörös csatornáján megjelenítve (jobb)

1. táblázat A vizsgált biofizikai indexek és számítási képletük

Index	Képlet, hullámhossz	Referencia
NDVI (Normalizált Differenciált Vegetációs Index)	$(R_{800}–R_{680})/(R_{800}–R_{680})$	Rouse et al. 1974
RDVI (Újra Normalizált Differenciált Vegetációs Index)	$(R_{800}–R_{670})/((R_{800}+R_{670})^{0,5})$	Roujean J.L. – Breon F.M. 1995
GNDVI (Zöld Normalizált Differenciált Vegetációs Index)	$(R_{800}–R_{570})/(R_{800}+R_{570})$	Gitelson A.A. – Merzlyak M.N. 1998
NDRE (Normalizált Differenciált Vörös-él Index)	$(R_{800}–R_{740})/(R_{800}+R_{740})$	Rouse et al. 1974
SAVI (Talajjal Korrigált Vegetációs Index)	$[(R_{800}–R_{680})/(R800+R680+L)]*(1+L)$; [L=0,5]	Huete A.R. 1988
OSAVI (Optimalizált Talajjal Korrigált Vegetációs index)	$((1 + 0.16) \times (R_{780} – R_{670}))/((R_{780} + R_{670} + 0.16))$	Rondeaux et al. 1996

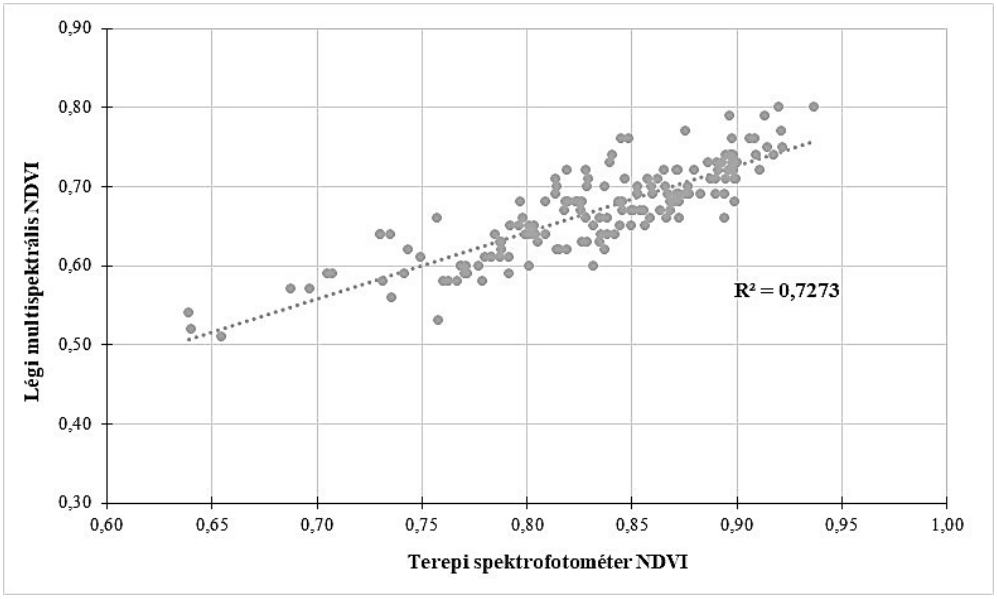
Forrás: Saját szerkesztés (2017)

A strukturális indexek közül azokat választottuk ki, melyeket a multispektrális felvétel csatornáiból is elő lehet állítani (*1. táblázat*). A légifelvétel csatornáit tartalmazó raszteres felvételből a felsorolt biofizikai indexeket ENVI/IDL 5.0 szoftverrel számítottuk. Az adatelemzés során a légi adatgyűjtésből származó vegetációs indexek értékeit összehasonlítottuk a terepi spektroszkópia során meghatározott indexek értékeivel lineáris regresszió alkalmazásával. A kezelések közötti eltéréseket egyutas variancia-analízissel (ANOVA) elemeztük SPSS 12.0 szoftverrel.

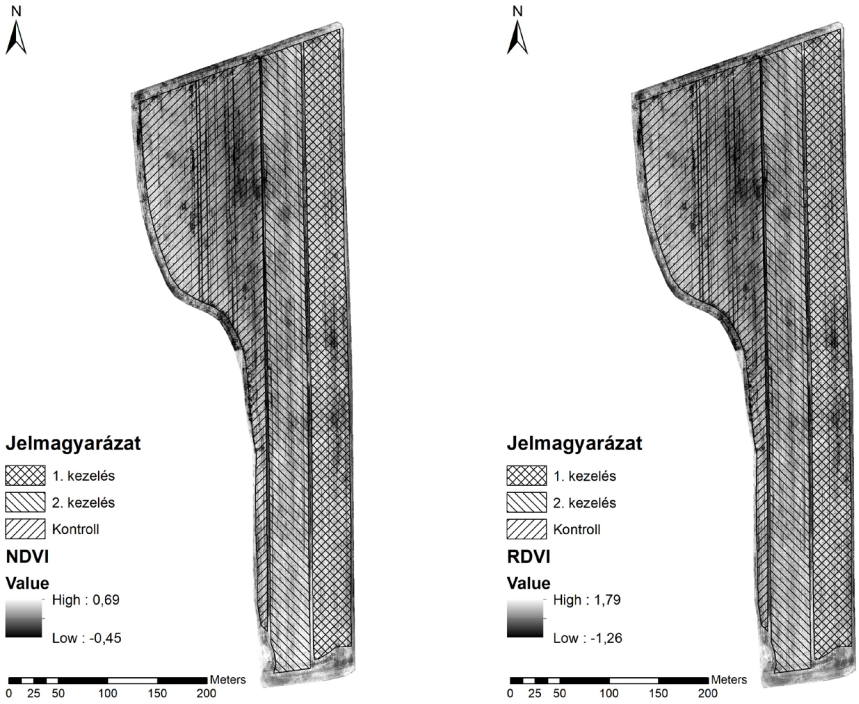
Eredmények

A *2. ábrán* látható, hogy a kukoricában terepi reflektancia adatokból számított és az ugyanabban a pontban a légi multispektrális adatokból előállított NDVI index értékei között a lineáris regresszió alapján van kapcsolat (r^2=0,73; n=160), a lineáris korrelációs együttható értéke 0,85, ami a két technológiával készített adatok közti szoros kapcsolatra utal. Tehát a légi adatgyűjtés során előállított felvételek nagy megbízhatósággal alkalmazhatóak a parcellák közötti és a parcellákon belüli élettani különbségek térképezésére.

A két kezelt és a kontroll parcellák területére a multispektrális felvételből számított vegetációs indexek zonális leíró statisztikai mutatóit a *2. táblázat* tartalmazza. A statisztikák értékeiből látható, hogy a felvételezett hullámhossztartomány vörös és közeli infravörös tartományaiból előállított strukturális indexek parcellákra



2. ábra A terepen mért spektrumokból és a légi multispektrális felvételből számított NDVI index értékei közötti összefüggés



3. ábra Multispektrális felvételekből számított NDVI és RDVI indextérkép a vizsgált parcellákon

2. táblázat A vizsgált parcellák leíró statisztikái

		1. kezelés	2. kezelés	Kontroll
NDVI	Min.	-0,27	-0,37	-0,43
	Max.	0,68	0,68	0,62
	Átlag	0,36	0,31	0,2
	Szórás	0,15	0,16	0,2
RDVI	Min.	-0,64	-0,89	-1,14
	Max.	1,72	1,66	1,52
	Átlag	0,82	0,68	0,45
	Szórás	0,35	0,35	0,45
GNDVI	Min.	-0,24	-0,27	-0,37
	Max.	0,49	0,5	0,42
	Átlag	0,18	0,13	0,04
	Szórás	0,11	0,11	0,13
NDRE	Min.	-0,25	-0,27	-0,27
	Max.	0,2	0,24	0,22
	Átlag	-0,003	-0,02	-0,04
	Szórás	0,04	0,04	0,05
SAVI	Min.	0,35	0,2	0,1
	Max.	1,77	1,77	1,68
	Átlag	1,29	1,21	1,05
	Szórás	0,22	0,23	0,3
OSAVI	Min.	-0,31	-0,42	0,49
	Max.	0,79	0,79	0,72
	Átlag	0,42	0,36	0,23
	Szórás	0,17	0,18	0,23

számított átlagai a talajbaktériumokkal kezelt részeken magasabbak voltak, mint a kontrollparcellán, ami a fotoszintetikusan aktív növényi részek magasabb arányát jelzi. Továbbá az indexek szórásértékei a kontrollparcellában voltak magasabbak, ami a növényállomány magasabb szintű heterogenitását jelzi.

A kukorica esetében alkalmazott vegetációs indexek az élettani mérésekhez hasonlóan azt mutatják, hogy a két kezelés javítja a növények stressztoleranciáját és a fotoszintetikusan aktív növényi részek mennyiségét. A légifelvételek alapján jól látható a parcellák heterogenitása. Az NDVI, RDVI index alapján is jól látszik, hogy a kontrollparcella a legheterogénebb, kiterjedtebb foltokkal rendelkezik, ahol a növények alacsonyabb klorofilltartalommal rendelkeznek, mint a két kezelt parcella (*3. ábra*).

A talajbaktérium-készítmények tehát feltételezhetően kiegyenlítettebb tápanyag- és vízellátást biztosítottak a növényeknek fokozva a parcellák homogenitását, ami a termésbiztonság miatt rendkívül fontos. Betakarítás után a két kezelt parcella (1. kezelés: 5,64 t/ha; 2. kezelés: 5,75 t/ha) valóban magasabb termőképességet ért el, mint a kontrollparcellán lévő kukorica (4,96 t/ha).

Következtetések

Munkánk során bebizonyosodott, hogy az általunk alkalmazott UAV-ra szerelt multispektrális kamerával rögzített adatok megbízhatóak, azok a valós reflektancia értékeket tartalmazzák. A felvételekből számított biofizikai indexek a felvételek felbontásából adódóan a parcellákon belüli heterogenitás pontos kimutatására is jól alkalmazhatóak. A vizsgált parcellákról betakarított termésmennyiség az első kezelésnél (tarlóbontó + talajoltó készítmény) 13,7%-kal magasabb volt, mint a kontrollterületen, míg a második kezelésnél (tarlóbontó + talajregeneráló készítmény) 15,9%-kal volt magasabb a kontrollhoz viszonyítva. Ez a különbség az élettani mérésekből származó nagy szórási értékek és a heterogenitás miatt nem volt kimutatható (virágzás előtti fenofázis), de a légi felvételek alapján jól látszik, hogy a kontrollparcellához képest a kezelt parcellák homogenitása nagyobb mértékű. Ez a tápanyagutánpótlás megtervezéséhez nyújthat fontos információt, valamint a helyspecifikus tápanyagutánpótlás rendszerébe bemeneti adatként alkalmazható.

Köszönetnyilvánítás

Munkánkat az EFOP 3-6-1-16-2016-00001 Kutatás kapacitások és szolgáltatások komplex fejlesztése az Eszterházy Károly Egyetemen c. projekt támogatja.

Felhasznált irodalom

ASD, 2007. FieldSpec 3 user manual. ASD Inc., USA.

Gitelson, A. A. – Merzlyak M. N. (1998): Remote sensing of chlorophyll contentration in higher plant leaves. Advances in Space Research, 22, pp. 689–692.

Huete, A. R. (1988): A soil-adjusted vegetation index (SAVI). Remote Sensing of the Environment, 25, pp. 295–309.

Khot, L.R. – Sankaran, S. – Carter, A.H. – Johnson, D.A. – Cummings, T.F. (2016): UAS imaging-based decision tools for arid winter wheat and irrigated potato production management. International Journal of Remote Sensing, 37, pp. 125–137.

Lelong, C. C. – Burger, P. – Jubelin, G. – Roux, B. – Labbé, S. – Baret, F. (2008): Assessment of unmanned aerial vehicles imagery for quantitative monitoring of wheat crop in small plots. Sensors, 8(5), pp. 3557–3585.

Neményi M. – Milics G. (2007): Precision agriculture technology and diversity. Cereal Research Communications. 35, pp. 829–832.

Primicerio, J. – Di Gennaro, S. F. – Fiorillo, E. – Genesio, L. – Lugato, E. – Matese, A. – Vaccari, F. P. (2012): A flexible unmanned aerial vehicle for precision agriculture. Precision Agriculture, 13(4), pp. 517–523.

Restás Á. (2015): Drone Applications for Supporting Disaster Management. World Journal Of Engineering And Technology, 3(3B) pp. 316–321.

Rondeaux, G. – Steven, M. – Baret, F. (1996): Optimization of soil-adjusted vegetation indices. Remote Sensing of Environment, 55, pp. 95–107.

Roujean, J. L. – Breon, F. M. (1995): Estimating PAR absorbed by vegetation from bidirectional reflectance measurements. Remote Sensing of Environment, 51, pp. 375–384.

Rouse, J. W. – Haas, R.H. – Schell, J. A. – Deering, D.W. – Harlan, J. C. (1974): Monitoring the vernal advancements and retrogradation of natural vegetation. Final rep. NASA/GSFC, Greenbelt, MD.

Sankaran, S. – Khot, L. R. – Espinoza, C. Z. – Jarolmasjed, S. – Sathuvalli, V. R. – Vandemark, G. J. – Miklas, P. N. – Carter, A. H. – Pumphrey, M. O. – Knowles, N. R. – Pavek M. J. (2015): Low-altitude, high-resolution aerial imaging systems for row and field crop phenotyping: a review. European Journal of Agronomy, 70, pp. 112–123.

Spinetti, C. – Mazzarini, F. – Casacchia, R. – Colini, L. – Neri, M. – Behncke, B. – Salvatori R. – Fabrizia, B. – Pareschi, M. (2009): Spectral properties of volcanic materials from hyperspectral field and satellite data compared with LiDAR data at Mt. Etna. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 11, pp. 142–155.

Zarco-Tejada, P. J. – Berni, J. A. J. – Suárez, L. – Sepulcré-Cantó, G. – Morales, F. – Miller J. R. (2009): Imaging chlorophyll fluorescence with an airborne narrow-band multispectral camera for vegetation stress detection. Remote Sensing of Environment, 113(6), pp. 1262–1275.

Zhou, J. – Pavek, M. J. – Shelton, S. C. – Holden, Z. J. – Sankaran, S. (2016): Aerial multispectral imaging for crop hail damage assessment in potato. Computers and Electronics in Agriculture, 127, pp. 406–412.

Képalkotó algoritmusok vizsgálata idősoros NDVI légifelvételeken

Berke József[1] – Enyedi Attila[2] – Vastag Viktória[3] – Óbermayer Tamás[3] – Kozma-Bognár Veronika[4]

[1] főiskolai tanár, Gábor Dénes Főiskola, berke@gdf.hu
[2] informatikai munkatárs, Gábor Dénes Főiskola
[3] hallgató, Gábor Dénes Főiskola
[4] alelnök, Neumann János Számítógép-tudományi Társaság, MMO Szakosztály

Abstract: With the spread of UAV aerial devices, more and more small image sensing systems have been introduced that can be used to detect visible and near-infrared image data with ease of handling and widespread aerial devices. In most cases, these cameras are also associated with a unique software system that is generally able to compute basic indices such as NDVI. 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 concerted 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 based on multitemporal aerial photographs.

Bevezetés

Az önrepülő légi eszközök elterjedésével egyre több olyan kis méretű képérzékelő rendszer került piacra, melyek az egyszerű kezelhetőség és az elterjedt légi eszközökre történő rögzítés mellett képesek a látható és a közeli infravörös tartományú képi adatok érzékelésére. A legtöbb esetben ezen kamerákhoz egy egyedi feldolgozó programrendszer is társul, melyek általában képesek alapvető indexek számítására a képek között végzett algebrai műveletekkel.

A normalizált vegetációs index (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) olyan [-1, ..., +1] közötti racionális szám, amely egy adott területen lévő vegetáció/nem vegetáció meglétét vagy hiányát mutatja. Vegetáció esetén továbbá jellemző annak állapotára és fotoszintetikus aktivitására is. 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).

$$NDVI = \frac{I_{NIR} - I_{RED}}{I_{NIR} + I_{RED}} \tag{1}$$

A NDVI-index erősen korrelál a területet borító növényzet fajlagos klorofilltartalmával. Az egyik legkorábbi matematikai összefüggés az NDVI-

indexre Kriegler és munkatársai által született (Kriegler 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. Mindez jelentősen rányomta a bélyegét az NDVI-indexre, hiszen elsősorban Landsat felvételek feldolgozása alapján terjedt el.

A digitális kamerák azonban átlagosan képpontonként 10–16 bit információt tárolnak csatornánként. Az NDVI-értékeket számító programok viszont 8 bites képeken végzik a számításokat. Mindez azt jelenti, hogy az érzékelőből történő kiolvasás után, de még a feldolgozás előtt, 16→8 bites adatkonverzió történik. Ez adatvesztéssel jár, és a legtöbb esetben nem ismert pontosan a konverzió algoritmusa. A konverziót elvégezheti a felvevőeszköz vagy bármilyen segédprogram is. Amennyiben nem, vagy hiányosan ismert a konverzió pontos menete, az eredmény nem megbízható. Példaként említjük, hogy az Adobe Photoshop programban van lehetőség 16 bites tiff-képet menteni nyers, raw-kamerafájlból, de ennek a képnek a feldolgozására nem áll rendelkezésre megfelelő NDVI-mérőszoftver, mivel a konverzió részletei nem nyilvánosak.

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 felvételeken lévő referenciaadatok használata, valamint szükség esetén a látható tartományú képek vizuális interpretációja is.

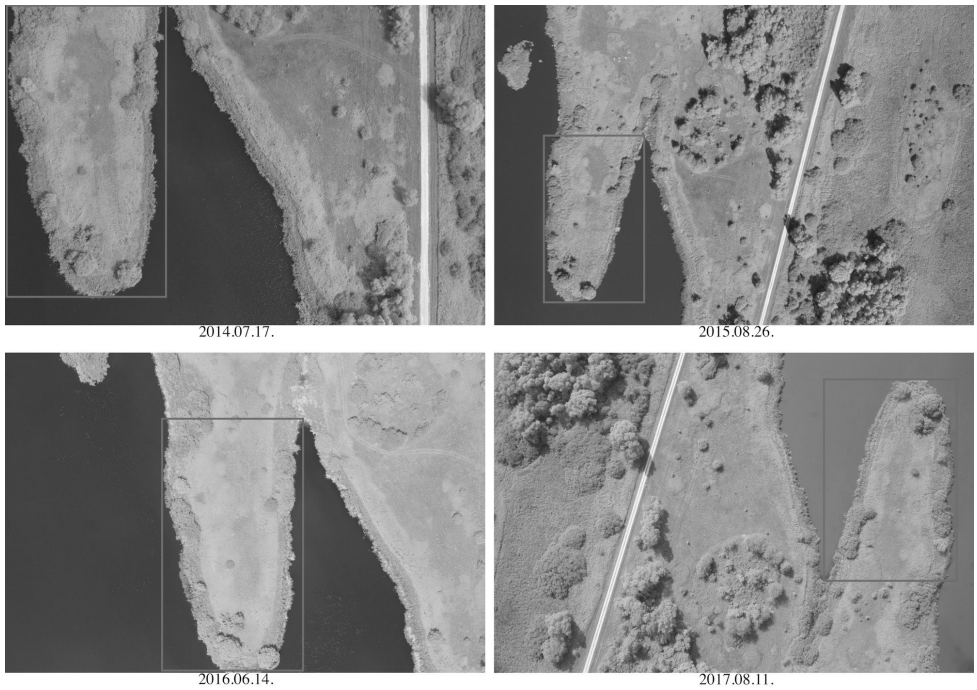
Kvantumbiológiai alapfogalmak

A legújabb kutatások (Al-Khalili J. – McFadden J. 2016) alátámasztották, hogy a növényi levelekben lévő klorofillban található kloroplasztisz pigmentmolekulája – a fotoszintézis folyamatának első lépésében – elnyel egy látható tartományú (400–700 nm) fotont, és létrejön az ún. exciton. Az így kialakuló rezgő exciton (pl. Mg atom héjáról kilökött elektronból és az általa hátrahagyott lyukból felépülő kvantumkoherens 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 napsugárzásból kinyert energia további hosszútávú felhasználását (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) fotonokkal ezt kevésbé tudja megtenni. 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. Ugyanakkor a vegetáció kóros elváltozása esetén ez a reflexiós arány jelentősen megváltozik. Mindezek kiválóan érzékelhetők a fotoszintetizáló vegetációról készült NDVI-felvételeken. A fentiek alapján egyértelmű, hogy az (1) összefüggés nem csak a fotoszintézisre, hanem egyéb – nem csak biológiai – folyamatokra is szolgálhat információval.

Alkalmazott légifelvételek

A mérésekhez használt légifelvételek 2014.07.17., 2015.08.26., 2016.06.14. és 2017.08.11. időpontokban készültek (*1. ábra*). A kutatások helyszíneként a Kis-Balaton természetvédelmi területen található Zimányi-sziget szolgált, ahol több alkalommal végeztünk pilóta nélküli drónnal és hagyományos módon történő felvételezéseket. A mérésekhez Canon típusú átalakított NDVI-kamerát használtunk. Az osztályozást befolyásoló algoritmusok vizsgálatára nem a teljes sziget területét lefedő felvételt választottuk ki, hanem a sziget egyik jellemző területének pontos vizsgálata mellett döntöttünk (*1. ábra* kerettel jelölve). Az NDVI-osztályozásra az interpolációs eljárással előállított kimenő felvételeken összesen a klasszikus 20 osztály került azonosításra.



1. ábra A vizsgálatok alapját képező multitemporális légi felvételek (kerettel jelölve a szűkebb vizsgálati területet)

Interpolációs eljárások vizsgálata

Az interpoláció egy, esetleg több ismeretlen adat értékét határozza meg a már ismert információk alapján. Az egyérzékelős színinterpolációs algoritmusokat (Bayer B. E. 1976; Parulski K. A. 1985; Cok D. R. 1986; Ozawa N. 1987; Weldy J. A. 1988; Laroche C. A. 1994; Adams J. E. 1995; Chen T. 1999) 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, majd ennek függvényében döntenek az interpolált értékekről. Ezek az algoritmusok kifinomultabb eredményt adnak. Az interpolációs eljárásokról részletes, mérésekre épülő összefoglaló elemzés a Berke et al. 2016 és az Enyedi et al. 2018 munkákban található.

A Zimányi-szigetről készített NDVI légi felvételek elemezése során kilenc különböző algoritmus végeredményre 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. Legközelebbi 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).

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. Az egyes képpontokból kiolvasott red, green és blue színcsatornák (RGB) adatai alapján el lehet végezni az NDVI-index számítását, vagyis a vizsgált területen található-e növényi vegetáció, valamint az ott jelen lévő 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.

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

A számítás során kapott érték egy racionális szám, amely minden esetben –1 és +1 közé esik és jellemző a vegetációra. Ez az érték további feldolgozásra kerül, amely során egy skálázott NDVI-értéket kapunk.

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

$$\text{Skálázott NDVI} = \frac{\text{NDVI}}{0{,}15}\text{; ha nagyobb, mint 1, akkor az érték 1.} \qquad (3)$$

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

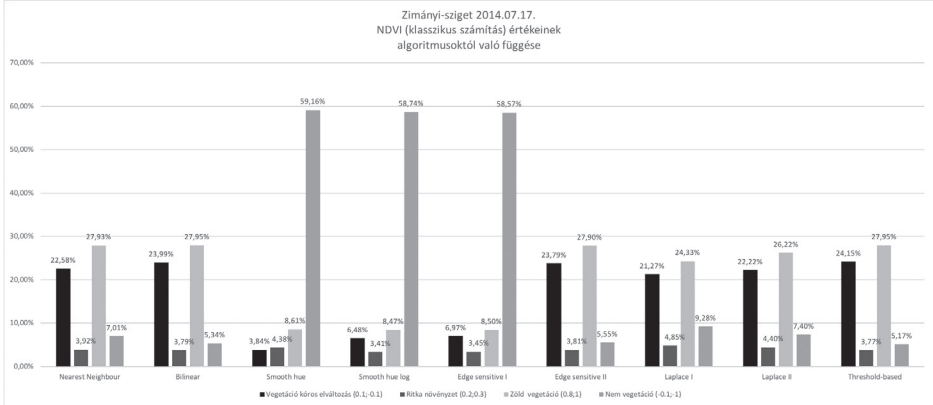
$$\text{Skálázott NDVI} = \frac{\text{NDVI}}{-1*(-0{,}3)}\text{; ha kisebb, mint } -1\text{, akkor az érték } -1. \qquad (4)$$

A program a számítások elvégzése után a – klasszikus 8 bites eljárásnak megfelelően – 20 osztályba sorolja a képpontértékeket. Az osztályok [-1, ..., +1] közé esnek egytizedes lépésközökkel. Az így kapott csoportosítás alapján meghatározható, hogy milyen arányban található egészséges vegetáció az adott légi felvételen.

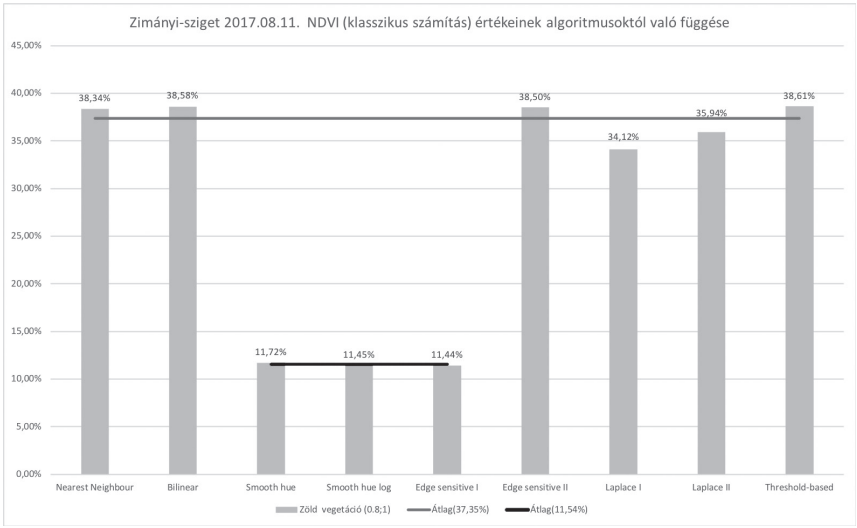
Eredmények

Az NDVI légi felvételek elemzésének eredményeként, a kilenc algoritmus alkalmazását követően elkészített osztályozás eredményeit foglalja össze – az eredeti méretű kép elemzése esetén – a *2. ábra*.

A *2. ábrán* látható, hogy az egyes algoritmusok hatása egy-egy kategórián belül két nagy csoportra bontható (mindez igaz a teljes idősoros képekre). Az egyik csoportot a Smooth Hue, Smooth Hue Log és Edge Sensitive I. algoritmusok képezik, míg a másikat a fennmaradó további hat (Nearest Neighbour, Bilinear, Laplace I., Laplace II., Edge Sensitive II., Threshold-based) algoritmus. Ezen két alapvető csoportosítást a Berke J. et al. 2016; Berke et al. 2017 által közölt tanulmányok és a jelenlegi eredmények is alátámasztják. Megállapítható, hogy csoportonként jelentős eltérés mutatkozik – mind a négy év tekintetében – a program által számított, a bevezetésben ismertetett értékek alapján összevont négy alapvető NDVI-kategória (Zöld vegetáció, Vegetáció kóros elváltozás, Ritka növényzet és Nem vegetáció) tekintetében.



2. ábra NDVI-kategóriák értékei a vizsgált képalkotó algoritmusok függvényében

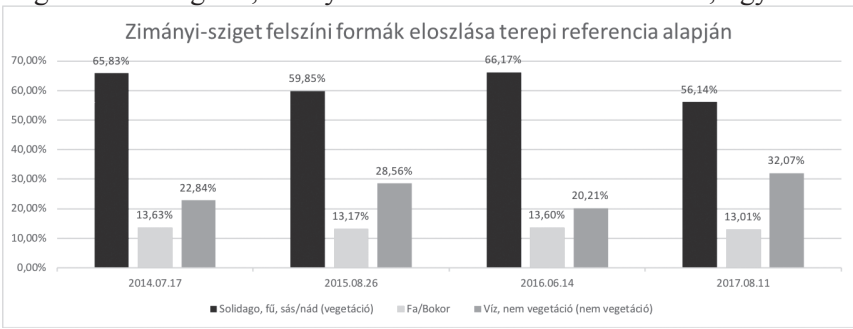


3.ábra A Zimányi-szigeten található „Zöld vegetáció" NDVI-kategória algoritmusoktól való függése

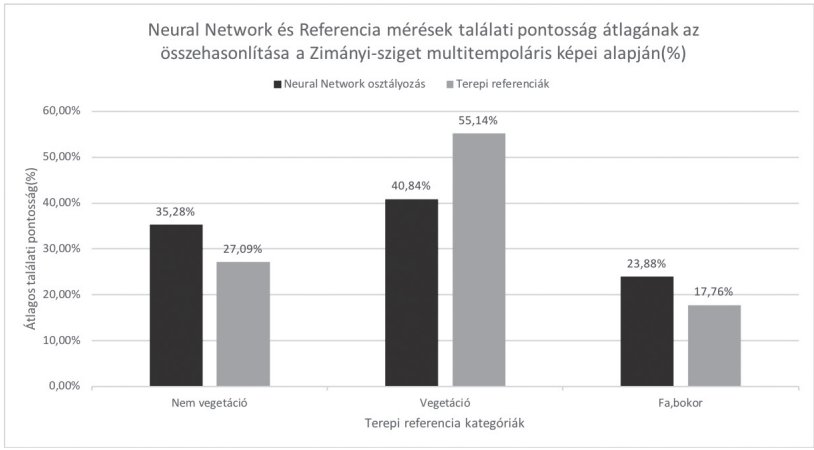
A továbbiakban az eltéréseket a három, illetve a hat algoritmus által alkotott csoportokon belül nézzük, ezen csoportok közül is leginkább a hat algoritmus által alkotott csoportot vizsgáljuk a Zöld vegetáció szempontjából (*3. ábra*). Mindezt az is indokolja, hogy a jelenlegi gyakorlatban alkalmazott Bayer-alapú képalkotó érzékelők által használt algoritmusok – a CMOS-érzékelők erősítési zajait tekintve – leginkább Threshold alapúak.

A *3. ábrán* az általunk elkülönített két képalkotó algoritmuscsoport átlagtól való eltérése 0,09% (3-as csoport) és 3,73% (6-os csoport), ami nem tekinthető jelentősnek. A csoportok közötti átlagok eltérése (25,81%) azonban igen.

A korábbi (Berke et al. 2016; Berke et al. 2017) vizsgálatainkat követve a terepi referenciák felvétele során három kategória (vegetáció, fa/bokor és nem vegetáció) került megállapításra – *4. ábra.* Megállapítható, hogy az *1. ábrán* kerettel jelzett területen a „Fa/Bokor" kategória szinte azonos területű mindegyik évben. A „nem vegetáció" kategória, amely elsősorban a vizet tartalmazza, ugyan változik a



4. ábra A Zimányi-szigeten felvett terepi referenciák három kategória szerinti eloszlása évenként



5. ábra A Zimányi-szigeten felvett terepi referenciák összehasonlítása Neural Network alapú osztályozással a három kategória alapján (a szürke oszlopok értékei a pontos adatok)

képkivágás szerint, viszont manuális elkülönítése teljesen egyértelmű, így teljesen pontos adatnak tekinthető.

Végezetül az *5. ábrán* bemutatjuk egy Neural Network alapú osztályozással, valamint a terepen mért referenciák alapján elkülönített három kategória átlagos százalékos eloszlását a teljes idősor felvételei alapján. Egyértelműen megállapítható, hogy a Neural Network átlagos találati pontossága jelentősen eltér a valós adatoktól, amely elsősorban a képalkotó algoritmusok hatása.

Összefoglaló

A kutatásaink alapján egyértelműen megállapítható, hogy a jelenleg gyakorlatban leginkább alkalmazott 9 képalkotó algoritmus használata jelentősen befolyásolja a Neural Network alapú osztályozott kép eredményét az NDVI-felvételek esetében is. Az NDVI-index számítására létrehozott saját fejlesztésű osztályozó szoftver eredménye számottevő eltéréseket mutatott az egyes algoritmusok futtatását követően. Eredményeink figyelembevétele mellett mindenképpen javasoljuk – a légi felvételek osztályozását megelőzően – az adott képalkotó 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 2416, pp.144–151.

Al-Khalili, J. – McFadden, J. (2016): Az élet kódja (Life on the Edge – The Coming of Age of Quantum Biology, Bantam Press). Libri Kiadó, ISBN: 978-963-310-615-0, Budapest.

Bayer, B. E. (1976): Color imaging array. U.S. Patent 3,971,065.

Berke D. – Ocskai Zs. – Major K. – Enyedi A. – Berke J. (2016): Digitális képalkotó algoritmusok összehasonlító elemzése képszerkezet és entrópia alapján. Eighth Hungarian Conference on Computer Graphics and Geometry, Budapest, 2016. március 30–31., pp.192–199.

Berke J. – Báldgohi T. – Major K. – Kozma-Bognár V. (2017): Képalkotó algoritmusok NDVI indexre gyakorolt hatása. VIII. Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás, Debrecen, ISBN 978-963-318-638-1.

Berke J. – Enyedi A. – Berke D. – Ocskai Zs. – Major K. (2016): Nagyfelbontású légifelvételek képalkotó eljárásainak összehasonlító elemzése. VII. Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás, Debrecen; 26/05/2016, pp. 83–90.

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.

Enyedi A. – Ocskai Zs. – Berke D. – Báldoghi T. – Óbermajer T. – Major K. – Berke J. (2018): Bayer-alapú érzékelők képalkotó algoritmusainak adatfeldolgozásra gyakorolt hatása. Eighth Hungarian Conference on Computer Graphics and Geometry, Budapest, 2018. március 21–22.

Kozma-Bognár V. – Magyary V. – Berke J. (2016): Ultranagy felbontású légi felvételek 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, 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, 1, pp. 309–317.

Weldy, J. A. (1988): Optimized design for a single-sensor color electronic camera system. Proceedings of SPIE, 1071 pp. 300–307.

MindiGIS Point Cloub a parteróziós elemzések szolgálatában. Mederprofil-szerkesztés gyorsan és egyszerűen

Bertalan László

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

Az alluviális folyók mentén jelentkező parteróziós folyamatok jellegét, mértékét, kiterjedését számos természeti tényező együttesen határozza meg. A legjelentősebb hatást a konkrét folyómeder és partfal jellemzői fejtik ki közvetlenül. A parterózióra érzékeny területek lehatárolása veszélyeztetettségi indexek számításával lehetséges (Simpson et al. 2014). A Modified Bank Erosion Hazard Index (MBEHI) által a partfal tulajdonságait számszerűsíteni kell, melyek közül a leglényegesebbek: a partfal magassága, a part menti vegetáció gyökérzetének mélysége és sűrűsége, a partbiztosítás mélysége és jellege, a partfal dőlésszöge, a partfal rétegzettsége és szemcseösszetétele (Newton S.E. – Drenten D.M. 2015).

A Sajó folyó hazai szakaszán az elmúlt években térinformatikai módszerekkel feltártuk a kanyarulatfejlődés sajátosságait 1952-től kezdődően (Bertalan L. – Szabó G. 2015; Bertalan et al. 2016; Bertalan et al. 2017). Az előzetes vizsgálatok részletes áttekintést adnak a folyómeder térbeli-időbeli változásairól, segítségükkel kimutathatók a legintenzívebben fejlődő szakaszok is, ahol a parterózió kiemelkedő mértékű volt az utóbbi években. Önmagában ez az információegyüttes még nem elegendő ahhoz, hogy kijelölhetőek legyenek a veszélyeztetett szakaszok. A parterózió-veszélyeztetettségi indexek meghatározásához szedimentológiai fúrásmintákat vettünk a mederprofilokból a szemcseösszetétel leírásához, a többi paraméter számszerűsítése viszont nem egyszerű feladat. A Sajó folyó mentén található intenzíven fejlődő szakaszok összehasonlítása érdekében egy részletes elemzésbe kezdtünk, melynek alapját fotogrammetriai úton előállított pontfelhők képezték. A felmérést Nikon D5300 digitális tükörreflexes fényképezőgéppel végeztük, a tájékozást a partfal szegélyein elhelyezett jeltárcsák RTK GPS segítségével történt felmérésével hajtottuk végre, melyek a Structure-from-Motion algoritmus illesztőpontjaiként funkcionáltak az Agisoft Photoscan szoftverben.

A fotorealisztikus pontfelhők alapján meghatározhatók és digitalizálhatók a vegetáció és a rétegzettség jellemzői, a partfal kvantitatív értékelése viszont nehézkes folyamat. A MindiGIS Point Cloub jóvoltából azonban elkészült egy interfész, a TervTér modul. A TervTér nagyméretű pontfelhőadatok online kezelését teszi lehetővé. Egy böngészőben futó kezelőfelületen lehet egy térképes nézeten a felmért területeket megjeleníteni és azon tetszőleges metszeteket felvenni. A metszetekből generált pontfelhőszeleteken lehetőség nyílik különböző mérések végrehajtására és vektoros rajzok létrehozására is.

Előadásomban a fotogrammetriai felmérés módszertanát és a TervTér online feldolgozó felület működését mutatom be.

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. (2016): A Sajó mederfejlődési dinamikájának vizsgálata térinformatika-alapú morfometriai 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. (2017): Hidrológiai tényezők lehetséges hatásai a Sajó magyarországi szakaszának mederfejlődésére. In: Balázs B. (szerk.) Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában: Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás VII. Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen. pp. 57–64.

Newton, S.E. – Drenten, D.M. (2015): Modifying the Bank Erosion Hazard Index (BEHI) Protocol for Rapid Assessment of Streambank Erosion in Northeastern Ohio. Journal of Visualized Experiments, 96, 52330.

Simpson, A. – Turner, I. – Brantley, E. – Helms, B. (2014): Bank erosion hazard index as an indicator of near-bank aquatic habitat and community structure in a southeastern Piedmont stream. Ecological Indicators 43, pp. 19–28.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-17-3 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült. A kutatást az EFOP-3.6.1-16-2016-00022 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Az agrár-térinformatika szerepe a fenntartható szőlőtermesztésben

Bozó Ádám[1] – Lakatos László[2] – Zsófi Zsolt[3] – Hegyi Balázs[1] – Nagy Richárd[1]

[1] Eszterházy Károly Egyetem, Innorégió Tudásközpont, Eger
[2] Eszterházy Károly Egyetem, Környezettudományi és Tájökológiai Tanszék, Hungary
[3] Eszterházy Károly Egyetem, Szőlészeti és Borászati Tanszék, Eger, nagy.richard@uni-eszterhazy.hu

Absztrakt: A precíziós gazdálkodás általi szemlélet egyre nagyobb elvárásokat támaszt az agrár-térinformatika iránt. Megköveteli az adott terület ökológiai igényeihez igazodó helyspecifikus művelésmódot, amelyhez elengedhetetlen az objektív, agroökológiai szemléletű minősítő rendszerek kidolgozása és alkalmazása. Kutatásunk során a magyar szőlőtermőhelyi kataszter térinformatikai alapú revízióját végeztük el, majd a térinformatikai modell eredményét élettani mérésekkel kiegészítve végeztük eredményeink validálását.

Bevezetés

A növények földrajzi térben való megjelenését és termeszthetőségét agroökológiai tényezők limitálják. A precíziós mezőgazdaságban egyre nagyobb igény mutatkozik a földterületek minél részletesebb megismerésére. Az agroökloógiai minősítés léptéke a térképi felbontástól függ, ugyanakkor minden esetben többé-kevésbé homogén talajtani, domborzati és klimatikus területet jelöl. A mezőgazdasági célú termőhely-értékeléseknek két fő típusát különböztethetjük meg. Vizsgálható a földterület termőképessége, valamint a termőhely egy adott növény termesztésére való (ökológiai) alkalmassága (Lóczy D. 2002).

A szőlőtermőhelyi kutatásoknak nagy lendületet adott a terroir szemlélet elterjedése. Mára számos kutatás bizonyította, hogy egy adott termőhely földrajzi adottságai jelentős hatást gyakorolnak a szőlő minőségi és mennyiségi paramétereire (Van Leeuwen C. – Seguin G. 2006; Coipel et al. 2006; Bálo et al. 2007). A terroir a legszűkebben vett értelmezés szerint a Natural Terroir Units-okra korlátozódik, amelyet Laville P. (1993) úgy definiál mint "*a volume of the earth's biosphere that is characterized by a stable group of values relating to the topography, climate, substrate and soil*". A geológiai tulajdonságok meghatározzák a termőhely morfológiai viszonyait, ezáltal befolyásolják a klimatikus adottságokat is (Wooldridge 2000), valamint hatással vannak a víz- és főelemekkel, valamint nyomelemekkel való ellátottságra (Swinchatt J. 2006; Coipel et al. 2006). Hunter J.J. – Bonnardot V. (2011) szerint a klíma gyakorolja a fő szerepet a szőlő élettani folyamataira meghatározva a szőlő kémiai összetételét, a bogyó színét, az érés időpontját. A domborzat befolyásolja a klimatikus viszonyokat. Továbbá a lejtőn lefolyó vízmennyiség a felső területeken vízhiányt, ezáltal a nyári időszakban

szárazságstresszt válthat ki (Courjault-Radé et al. 2007), míg a hegylábi területeken pozitív vízmérleggel kell számolni (Nagy et al. 2012). A talajnak meghatározó szerepe van a bor karakterében és minőségében (van Leeuwen et al. 2004). A talajtípus szoros összefüggésben áll a szőlő vízháztartásával, ezáltal a vízhiány az ún. 'terroir-hatás' egyik fő komponense (van Leeuwen C. – Seguin G. 2006).

A termőhely vizsgálata során a legtöbb kutatás komplex módon vizsgálja a földtani adottságok, a talaj, a domborzat és a klíma szerepét (Conradie et al. 2002; van Leeuwen et al. 2004).

A termőhely-értékelési eljárások során szintén elengedhetetlen a természeti tényezők együttes vizsgálata. Tukey R.B. – Clore W.J. (1972) Washington államban dolgozott ki egy komplex minősítési eljárást, amelyet később a GIS technológiák terjedésével más borvidékeken és országokban újabb minősítési eljárások követtek (Sayed H.A. 1992; Watkins R.L. – Vernon F.M. 1997; Boyer J. – Wolf T. 2000; Jones et al. 2004; Fiola J.A. 2005; Gosh R. 2005; Happ J. 2014), míg számos esetben a szőlőművelés alá vonható területek felkutatása volt a minősítési eljárások célja (Davis et al. 1984; Margary et al. 1998; Tesic et al. 2002).

A Magyarországon alkalmazott szőlőültetvény-minősítő rendszert a Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet dolgozta ki (Botos et al. 1985). A módszer agrometeorológiai, talajtani, domborzati és ökonómiai tényezők alapján kategorizálja a szőlőültetvényeket. Hátránya, hogy számos szubjektív minősítő elemet tartalmaz. A VINGIS rendszer (Magyarország Térinformatikai Szőlőültetvény Regisztere) kiépítését követően a rendelet előírja a kataszter térinformatikai nyilvántartását is (Martinovich 2003).

Anyag és módszer

Az Egri borvidék dűlőinek minőségi osztályokba sorolása a 97/2009. (VII. 30.) FVM rendelet szempontrendszere alapján történik. A rendszer több hiányosságot és számos szubjektív, a gazdák önbevallásán alapuló elemet tartalmaz. Emellett az agroökológai szempontokon kívül ökonómai tényezőket is figyelembe vesz. Célunk a jelen rendszer alapján a termőhelyek természetes erőforrásainak értékelése objektív, GIS alapú agroökológiai termőhelyi modell által. Ennek érdekében a szubjektív elemeket számítógépes modellezés által objektívvé tettük, valamint elhagytuk az ökonómai szempontokat.

A domborzati adatokat – lejtőszög, kitettség, terepfelszín – a FÖMI 1:10.000-es felbontású topográfiai térképei alapján állítottuk elő. A talajtani adatok tekintetében a minősítő rendszer az M=1:100.000 méretarányú Agrotopográfiai térképen alapszik. Ezzel szemben kutatásunk során a nagyobb pontosság érdekében a talajok humusztartalmát, kémhatását, a termőréteg vastagságát, a fizikai talajféleséget, valamint a vízgazdálkodási tulajdonságokat az M=1:25.000 méretarányú Digitális Kreybig Talajinformációs Rendszer (DKTIR) alapján generáltuk le, míg a talajtípus

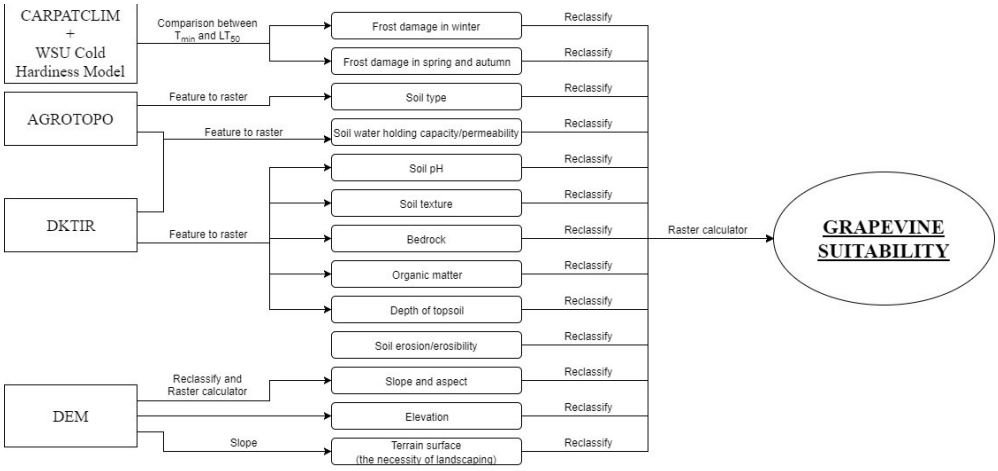
jellemzéséhez az M=1:100.000-es méretarányú AGROTOPO talajadatbázist alkalmaztuk. A talajképző kőzet jellemzéséhez az M=1:100.000-es Magyarország földtani térképét vettük alapul.

A magyar rendszerben az agrometeorológiai szempontú minősítés szubjektív módon, a gazdák önbevallásán alapszik. Kutatásunkban az agrometeorológiai jellemzők adatait a CARPATCLIM internetes adatbázisból nyertük ki. A 2000–2010 közötti időszakra a napi minimum-, átlag- és maximumhőmérsékleti értékeket adatbázisban rögzítettük. Minden esetben a szeptember 7-től a következő év május 15. napjáig terjedő időszakot vizsgáltuk, mivel ezen időintervallumon kívül a meteorológiai adatsorok alapján már nem kell faggyal számolni. A WSU Grapevine Cold Hardiness Model alkalmazásával kiszámítottuk az LT50 értékeket, amely mellett az adott ponton a vizsgált szőlőfajta tőkéinek 50%-a fagykárosodást szenved (Lakatos et al. 2017). A modell az egyes CARPATCLIM pontok napi minimum-, átlag- és maximumhőmérsékleti értékeit, valamint a vizsgált szőlőfajták hidegtűrőképességét leíró értékeket használja fel a számítás során (Ferguson et al. 2006). Fagykáreseményt akkor jegyeztünk, ha a Tmin<=LT50. Az egyes pontok értékei alapján spline interpolációs függvény alkalmazásával hoztuk létre a borvidék fagykáreseménygyakorisági térképét.

A talajerózió értékelését a RUSLE modell segítségével végeztük el. A RUSLE az éves átlagos talajveszteséget ($t \times ha^{-1} \times év^{-1}$) adja meg az A=RKLSCP képlet alapján. Az egyes tényezők térinformatikai modellezéséhez a Digitális Kreybig Talajinformációs Rendszer adatait (K factor), a terület 10:000-es topográfiai térképét (LS factor), a CARPATCLIM adatbázist (R factor), valamint a Corine Land Cover 2012 (C factor) adatbázist használtuk fel (Wischmeier – Smith 1978). Az éves átlagos talajveszteség értékeit 3 kategóriába soroltuk (0–40 $t \times ha^{-1} \times év^{-1}$: gyengén erodált; 40–100 $t \times ha^{-1} \times év^{-1}$: közepesen erodált; >100 $t \times ha^{-1} \times év^{-1}$: erősen erodált).

A térinformatikai modellezést az ArcGIS termékcsalád ArcMap 10.4-es szoftverével végeztük. A számításokat raszteres alaptérképek felhasználásával végeztük a szoftver „Raster calculator” tool-jának segítségével. A jobb felbontás érdekében nem parcellaszintű, hanem pixel alapú értékelést végeztünk. Ehhez mind az alaptérképek, mind az eredménytérképek esetében a 10x10 m-es pixelméretet alkalmaztuk, amely kellően nagy felbontású, hogy a mikrodomborzati adottságok pontos értékelését is lehetővé tegye, ugyanakkor nem generál az alapadatbázisok gyengébb minőségű felbontásából származó kiugró, hamis értékeket.

Az alaptérképek létrehozása, valamint térinformatikai adatbázisba történő rendezése után az egyes paraméterekhez hozzárendeltük a minősítőmódszerben leírt egyedi pontértékeket. Ezt a „Reclassify” tool használatával végeztük el. A mintaterület borszőlő alkalmassági térképét térinformatikai modellezés segítségével, az alaptérképek pixelértékeinek összeadásával állítottuk elő. A pixelenkénti borszőlő alkalmassági értéket az alaptérképek értékeinek összeadásával, a „Raster calculator” tool segítségével kaptuk meg (*1. ábra*).



1. ábra A GIS alapú borszőlő alkalmassági minősítés menete (Forrás: saját szerk.)

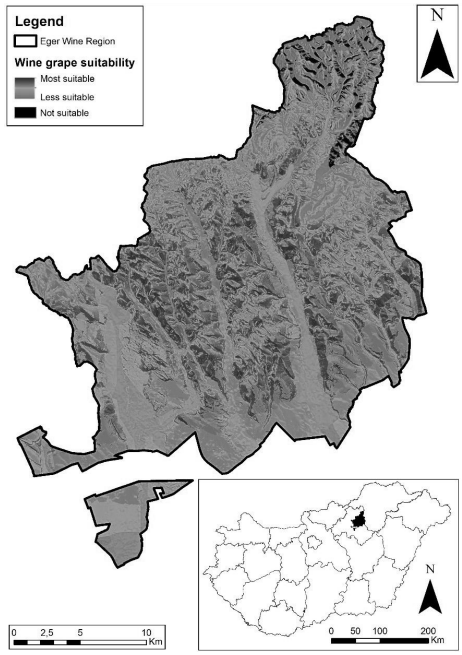
Eredmények

A minősítő rendszer paraméterei alapján előállítottuk az egyes térképi rétegeket, majd elvégeztük azok kategorizálását. Az agrometeorológiai térképi réteg előállításához a WSU Cold Hardiness Model-t alkalmaztuk. Az Egri borvidék teljes területére meghatároztuk a 2000–2010 közötti évek szeptember 7. – május 15. közötti időszakára a Kékfrankos szőlőfajta LT50 fagytűrési görbéit. Ebben az időszakban a mintaterületen éves átlagban 1 alkalommal történt tényleges fagykárosodás. A Kékfrankos fajtát elsősorban a vegetációs időszak kezdetén fellépő tavaszi fagyok károsították.

A térinformatikai modellezés eredményeként előállítottuk a borvidék agroökológiai alkalmassági térképét (*2. ábra*). A minősítés során egy pixel által felvehető maximális pontérték 357 pont, amelyből a borvidék legjobb területei 354 pontot értek el, míg a 178,5 pont alatti területek szőlőtermesztésre nem alkalmasak. A legalkalmasabb területek a közel sík, vagy enyhe déli lejtésű dombhátak, míg a legrosszabb besorolást a borvidék ÉK-i részén elhelyezkedő meredek, erózióveszélyes hegyoldalak kapták, azon belül is a legalkalmatlanabb területek közé az északi kitettségű lejtők kerültek.

A ténylegesen szőlőtermesztés alatt álló területek minőségi osztályainak százalékos és területi megoszlását vizsgáltuk. A borvidék területének 35,40%-a (19,98 km²) található az 1. minőségi osztályú területen, 64,21% (36,24 km²) pedig a 2. minőségi osztályba esik. A 3. kategóriájú besorolásba a szőlőterületek csupán 0,39%-a (0,22 km²) került, míg a modell által szőlőtermesztésre alkalmatlannak minősített területeken egyáltalán nincsenek ültetvények.

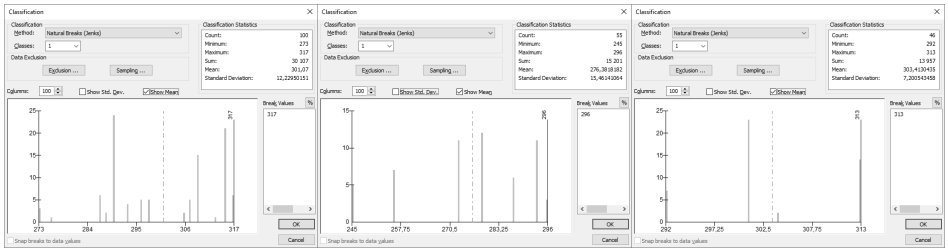
A térinformatikai modellezéssel előállított pixelszintű minőségi értékek validálásához három mintaterületen (Nagy-Eged alsó, Nagy-Eged felső, Kőlyuktető) Kékfrankos ültetvényekben szőlőélettani méréseket végeztünk. A mintaparcellák



2. ábra Az Egri borvidék agroökológiai szempontú borszőlő alkalmassági térképe

területére eső pixelek átlagos értékei alapján a legmagasabb értéket a Kőlyuktető termőhely vette fel (303 pont), amihez nagyon hasonló értékkel rendelkezik a Nagy-Eged alsó termőhely (301 pont). A legalacsonyabb értéket a Nagy-Eged felső kapta (276 pont), amely a jelentős talajerózió okozta erodált talajfelszínnek tudható be (*3. ábra, 4. ábra, 5. ábra*).

Eredményeinket a kiválasztott mintaparcellákon elvégzett szőlőélettani mérések segítségével validáltuk, melynek során a növényélettani mérések alátámasztották a GIS alapú objektív agroökológiai borszőlő termőhelyi minősítés eredményeit. A levélrétegszám, lombozatszélesség tekintetében a Nagy-Eged alsó termőhely jobb, míg a lombfolytonossági hiány esetében rosszabb eredményeket mutatott, ami a jobb víz- és tápanyag-ellátottságnak és a kevésbé erodált talajfelszínnek köszönhető. Ugyanakkor a boranalitikai vizsgálatok rámutattak arra, hogy a vörösborok minőségét



3. ábra A Nagy-Eged alsó termőhely pixelértékeinek statisztikai mutatói

4. ábra A Nagy-Eged felső termőhely pixelértékeinek statisztikai mutatói

5.ábra A Kőlyuktető termőhely pixelértékeinek statisztikai mutatói

nagymértékben befolyásoló antocianin mint fenolos komponens mennyisége az agroökológiai szempontból kevésbé alkalmas termőhely esetében mutat magasabb értéket, amely az enyhe-közepes növényi stressz hatásának tudható be.

Konklúzió

Kutatásunk során elvégeztük a magyar borszőlő termőhelyi kataszter revízióját. Ennek keretében a szubjektív minősítő elemeket objektív módon értékeltük, valamint térinformatikai modell alkalmazásával a parcellaszint helyett pixel alapú minősítést valósítottunk meg. Eredményeinket kiválasztott mintaparcellákon elvégzett szőlőélettani mérések segítségével validáltuk, melynek során a növényélettani mérések alátámasztották a GIS alapú objektív agroökológiai borszőlő termőhelyi minősítés eredményeit. Eredményünk rámutat a minőségi borkészítés által generált tájhasználati konfliktusra is, melynek feloldása további kutatásokat igényel.

Köszönetnyilvánítás

„ *Az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-17-4 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának Támogatásával készült*”

Felhasznált irodalom

Anna Dobos – Richárd Nagy – Ádám Molek (2014): Land use changes in a historic wine region and their connections with optimal land-use: a case study of Nagy-Eged Hill, Northern Hungary. Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, 9(2), pp. 219–230.

Bálo B. – Gál L. – Szilágyi Z. – Zsófi Zs. – Simon Z. (2007): Terroir aspects in wine quality of ‘Kékfrankos’ variety trained on umbrella training system. Proceedings of the XV. International GESCO Symposium, Porec, Croatia, 20–23th Jun., 1: pp. 82–93.

Botos E. P. – Csepregi P. – Polónyi B. (1985): A szőlő- és bortermelés katasztere és gyakorlati bevezetésük. Szőlészet és Borászat, 7(1), pp 7–10.

Boyer J. – Wolf T. (2000): GIS and GPS aid the exploration of viticultural potential in Virginia. Vineyard and Winery Management, pp. 48–54.

Carey V.A. (2001): Spatial characterization of natural terroir units for viticulture in the Bottelaryberg-Simonsberg-Helderberg winegrowing area, MSc szakdolgozat, Stellenbosch University, South Africa

Coipel J. – Rodriguez Lovelle B. – Sipp C. – Van Leeuwen C. (2006): “Terroir” effect, as a result of environmental stress, depends on more on soil depth than on soil type (Vitis vinefera L. cv. Grenache noir, Cotes du Rhone, France 2000). International Journal of Vine and Wine Sciences, 40(4), pp. 177–185.

Conradie W.J. – Carey V.A. – Bonnardot V. – Saayman D. – van Schoor L.H. (2002): Effect of different environmental factors on the performance of Sauvignon blanc

grapevines in the Stellenbosch/Durbanville districts of South Africa. I. Geology, Soil, Climate, Phenology and Grape Composition. South African Journal of Enology and Viticulture, 23(2), pp. 78–91.

Courjault-Radé P. – Munoz M. – Hirissou N. – Maire E. (2007): Geology, key factor for high quality wine production: an example from the Gaillac appellation region (Tarn, Sw France). XXXth OIV World Congress, Budapest, 10–16 June 2007.

Davis R. – Chilton R. – Ottenbreit L. – Scheeler M. – Vielvoye J. – Williams R. – Wittneben U. (1984): Atlas of suitable grape growing locations in the Okanagan and Similkameen valleys of British Columbia. Soil Science and Agricultural Engineering, Agriculture Canada, Research Station, 141 p.

Digital Kreybig Soil Information System (DKSIS; Pásztor L. – Szabó J. – Bakacsi Z. S. – Matus J. – Laborczi A. 2012). Compilation of 1:50,000 scale digital soil maps for Hungary based on the Digital Kreybig Soil Information System. Journal of Maps, 8(3), pp. 215–219.

Ferguson J. C. – Mills L. J. – Kellerr M. (2006): Cold-Hardiness Evaluation of Grapevine Buds and Cane Tissues. American Journal of Enology and Viticulture, 57(2), pp. 194–200.

Fiola J.A. (2005): Site Suitability Evaluation for Starting Vineyards in Washington County. PhD dissertation, Washington, Maryland.

Gosh R. (2005): Using GIS for Grape Suitability Analysis, Arcuser, 2005, 1. sz. pp. 32–33.

Happ J. (2014): Vineyard Site Suitability in Minnesota USA. Papers in Resource Analysis, 16, pp. 1–11.

Hunter J.J. – Bonnardot V. (2011) Suitability of Some Climatic Parameters for Grapevine Cultivation in South Africa, with Focus on Key Physiological Processes. South African Journal of Enology and Viticulture, 32(1), pp. 137–154.

Jones G.V. – Nelson P. – Snead N. (2004): Modeling Viticultural Landscapes: A GIS Analysis of the Terroir Potential in the Umpqua Valley of Oregon. in: GeoScience Canada, 31(4), pp. 167–178.

L. Lakatos – S. Molják – R. Nagy (2017) Analyzes of Autumnal, Winter and Spring Frost Damage at the Wine Regions of Hungary. Air and Water Components of the Environment, March 17–19. ISSN:2067-743X, 2017, Cluj-Napoca, Romania, pp. 69–76.

Laville P. (1993): Unités de terroir naturel et terroir. Une distinction nécessaire pour redonner plus de cohérence au système d'appellation d'origine. Bull. O.I.V. 745/746, 227–251.

Lóczy D. (2002): Tájértékelés, földértékelés. Dialóg Campus Kiadó, Budapest–Pécs, pp. 75–151.

Margary R.D. – Seem R. C. – DeGloria S.D. (1998): Prediction of vineyard site suitability: Grape Research News, v. 9, no. 1, p. 1, 2.

Martinovich L. (2003): A VINGIS szőlőültetvény nyilvántartási rendszer. Borászati Füzetek, 13(6), pp. 32–33.

Nagy R. – Zsófi Zs. – Papp I. – Földvári M. – Kerényi A. – Szabó Sz. (2012): Evaluation of the relationship between soil erosion and the mineral composition of the soil: A case study from a cool climate wine region of Hungary. Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, 7(1), pp. 223–230.

Sayed H.A. (1992): Vineyard site suitability in Ontario: Ontario Grape and Wine Adjustment Program, OMAFRA and Agriculture Canada Publication N.10.92, Ministry of Agriculture and Food, Canada.

Swinchatt J. (2006): Soil or geology? And what's the differnce? Some observations from the New world. VIth international Terroir Congress, 2006, pp. 128–132.

Tesic D. – Woolley D.J. – Hewett E.W. – Martin D.J. (2002): Environmental effect on cv Cabernet Sauvignon (Vitis Vinifera L.) grown in Hawkes Bay, New Zealand, 2. Development of a site index. Australian Journal of Grape and Wine Research, 8, pp. 27–35.

Tukey R.B. – Clore W.J. (1972): Grapes - their characteristics and suitability for production in Washington: EB. 635, Cooperative Extension Service College of Agriculture, Washington State University, Pullman, Washington, 12 p.

van Leeuwen C. – Friant P. – Choné X. – Tregoat O. – Koundouras S. – Dubourdieu D. (2004): Influance of climate, soil, and Cultivar on terroir. American Journal of Enology and Viticulture, 55(3), pp. 207–217.

van Leeuwen C. – Seguin G. (2006): The Concept of Terroir in Viticulture. Journal of Wine Research, 17(1), pp. 1–10.

Watkins R. L. – Vernon F. M. (1997): Vineyard site suitability in Eastern California, in: GeoJournal, 43(3), pp. 229–239.

Wischmeier W.H. – Smith D.D. (1978): Predicting Rainfall Erosion Losses: a Guide to Conservation Planning Agriculture Handbook. 282 USDA-ARS, USA.

Wooldridge J. (2000): Geology: A central aspect of terroir. Wynboer, pp. 87–90.

Helyspecifikus mulcsművelés, a klímaváltozásra adott válasz, táblaszinten

Czimbalmos Róbert

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

Abstract: In order to alleviate the adverse effects of climate change that has intensified over the past three decades, the Hungarian farmers' fields can be protected by mulch cultivation. The effectiveness of its protection can be greatly enhanced by the combination of precision farming combined with the new soil management technologies. The negative ecological effects can be severely suppressed and buffered by mulch cultivation system. The complex, long term soil cultivation experiment clearly demonstrate the ecological advantage of the unplugging mulching system: by the conscious regulation of the microbiological activity of the soil, the cultivation state of the soil can be maintained close to the ideal. The economic advantage/benefits of the system are: increased the efficiency of the sector, and significantly reduced the operating costs, the operating hours and the environmental impact, without yield loss. Our surveys demonstrate that the components required for mulch cultivation – tillage power tools and machines – are already found in most of the of the farms in JNSZ county.

Bevezetés

A klímaváltozás okozta erdő- és termőtalaj-pusztulás a múlt század nyolcvanas éveinek állapotához képest elkeserítő Európa-szerte, így Magyarországon is. Egy ideig úgy nézett ki, hogy a klímaváltozásnak akár pozitív hatásai is lehetnek az erdők, szántók növényzetére. A fáknak a növekedéshez a levegőben lévő szén-dioxidra, vízre és a talajból származó sókra van szüksége. Az 1970–80-as évektől kezdődően azt figyelték meg, hogy a klímaváltozás hatására felgyorsult a fák növekedése a melegedés, valamint a levegő növekvő szén-dioxid koncentrációjának növekedése miatt. Azonban ez a folyamat már megfordult az egyre növekvő melegedés és szárazság miatt, ugyanis a fotoszintézishez szükséges víz egyre korlátoltabban hozzáférhető (Fabók B. 2017). A következő évtizedben Magyarország cser és lucfenyő állományai el fognak tűnni, a kocsányos tölgy állományok megtizedelődnek. Az ország termőterületeinek, talajainak alapvető tulajdonsága a termékenység, vagyis az a képesség, hogy kellő időben és szükséges mennyiségben képes ellátni a növényeket vízzel és tápanyaggal (Stefanovics et al. 1999). A negatív klimatikus hatásokat tovább erősíti az üvegházhatású gázok (szén-dioxid és metán) humán eredetű emissziójának növekedése is. A klímamodellek szórása nagy, de egységesen +3,2 és +5,9 fok közötti globális középhőmérséklet-emelkedést jósolnak 2100-ra (Caldeira K.– Brown P. 2017)! Mit okoz a klímaváltozás a talajainkkal? Talajeróziót indít el a hirtelen lezúduló csapadék, a szél és szélviharok deflációt okoznak, csökkentve a talaj értékes szervesanyag készleteit (Mátai 2016). A helytelen gazdálkodással a gazda ezeket a külső klímahatásokat felerősítheti lerontva

talajainak termékenységét, így a legértékesebb termelési tényezőjét – a termőföldet – teszi tönkre megélhetését veszélyeztetve. Ezért fontos a talajnedvesség-megőrző (Berényi et al. 2018) és aszálykárt csökkentő művelési módszerek alkalmazása a mezőgazdaságban (Czimbalmos R. 2017). A módszerek ismertek: környezetkímélő talajművelés, növénynemesítés, precíziós gazdálkodás (továbiakban PG), időjárás manipulálása (Üveges Zs. 2018). Jász-Nagykun-Szolnok megyében napjainkban a gazdálkodók 15-25%-a már rendelkezik a mulcsművelés, a PG műveléséhez szükséges eszközparkkal, de ezeket nem egységes rendszerbe állítva használják (Czimbalmos – Kovács 2017); a művelési módszerek elszigetelt alkalmazása csak félsiker, jó példa erre a PG. A technikai megoldások tömkelege már jó két évtizede kidolgozott, ennek ellenére robbanásszerű elterjedéséről még most sem beszélhetünk. Ennek több oka van: előnyei mellett (CTIC 2017) megvannak a PG bevezetésének buktatói is (Agrárszektor 2017). A legfőbb akadály és a szűk keresztmetszet már nem a bekerülési értéke a rendszernek, hanem a megfelelő szaktudás és a támogatások hiánya (Takácsné K. 2015). A humán tényező felkészültsége elsődleges Dimény (1975) szerint is, mivel térinformatikai ismereteket igénylő szakterületről van szó. Ha hiányzik a szakismeret, a rendszer nem fog működni (Avar L. 2017). Az agrárszakképzés rendszerét is ebbe az irányba kellene alakítani, reformálni (Popp 2018). A helyspecifikus gazdálkodás ökonómiai értékelései mutatják, hogy a rendszerben még sok tartalék található (Lencsés E. 2013). Az átalakuló – 2020 utáni – KAP támogatások folyósítását a PG és a vízgazdálkodás fejlesztéséhez fogják kötni (NAK 2017), a nemzeti kormányzat által is erősen támogatott irányvonal a készülő Digitális Agrárstratégián keresztül az öntözésfejlesztés és a PG támogatása (FM 2018). Az irányváltás dicséretes, de megkésett. Szakmai szempontból mind az uniós, mind a nemzeti stratégiai anyagból hiányzik egy, a klímaváltozás negatív hatásait ellensúlyozó művelési eljárások bevezetésének koncepciója. A PG-sal kombinált mulcsműveléses rendszer alkalmazásával egy öntözés nélküli, eredményes és fenntartható termelés folytatható kedvezőtlen ökológiai adottságok mellett, ugyanakkor a haszonnövények vetőmagvaiban rejlő genetikai potenciál is jobban kihasználható.

Anyag és módszer

A Karcagi Kutatóintézet 21 éves műveléses tartamkísérletének helyszíne a H-1 (15,8 ha) és a H-2 (3,8 ha) jelű táblák csernozjom réti talajon[1]. A H-1 tábla parcelláin forgatás nélküli mulcsművelés, míg a H-2 tábla kontrollparcelláin hagyományos művelés került beállításra – ugyanazon vetésforgóval – a következő célkitűzésekkel:

- a konvencionális talajművelési rendszer elhagyása forgatás nélküli mulcsművelés bevezetésével,

[1] A tartamkísérlet saját Google Maps térképfedvényeinek linkje: https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1fmLQI32nqs4fKtkYR8c7HEeJPec&hl=hu&gl=hu&ie=UTF8&oe=UTF8&msa=0&ll=47.294163%2C20.891039&spn=0.010493%2C0.01929&t=h&z=16&iwloc=000490c36bbf2708c3ef8

- a rendszeresen művelt réteg mélységének csökkentése,
- periodikus mélylazítás alkalmazása a talaj fizikai hibáinak, a termékenységet korlátozó tényezők megszüntetésére,
- a termelési költségek, az emissziós értékek csökkentése,
- a PG elemeinek beépítése a mulcsműveléses rendszerbe.

A tavalyi cikkben a tartamkísérlet erő-, munkagépi, műszeres adatgyűjtő és térinformatikai hátterének bemutatása már megtörtént (Czimbalmos R. 2017). Jelen írásomban – az előző cikk folytatásaként – a művelési költségek, ezen belül az üzemanyag-felhasználást, valamint a PG elemeinek integrálási lehetőségeit vizsgálom. Az általunk adaptált és a helyi viszonyokhoz átalakított művelési rendszer előnye, hogy integrálta a PG jó néhány elemét, így jelentős költségcsökkenés érhető el inputoldalon a hozamok enyhe emelkedése mellett. A kísérlet parcelláinak művelése, vetése és betakarítása során a gépi üzemeltetés két paramétere, a munkagépek vontatásához szükséges vonóerő-szükséglet és az üzemanyag-fogyasztás kerül rögzítésre. A gépüzemeltetés mérésadatai adatbázisba kerülnek, így minden művelet utólagosan naplózható, elemezhető: az aktív műveléssel töltött idő (nettó vonóerő adatok!), a ki- és levonulások ideje. A saját szerkesztésű „Google Maps" térképfedvény tartalmazza a kísérleti tér parcelláinak poligonjait, az ezekhez rendelt leíró adatokat. Ezek a tábla- és parcellapoligonok a változó művelési körülmények (tábla alakja, mérete, haszonnövények változása, belvízfoltok poligonjai) hatására minden gazdálkodási évben folyamatosan aktualizálásra kerülnek.

Eredmények

Az új művelési rendszer PG hátterét az RTK és rádióvezérelt nyomkövető rendszerrel felszerelt erőgép jelenti, amely így az alap művelőeszközöket (diskripper, mulcstiller, nehéztárcsa, mélylazító), a mérleges műtrágyaszórót, direktvetőgépeket és lazítókat nagy pontossággal képes kiszolgálni. A hangsúly a művelési egységen/táblán belüli, heterogén módon végzett művelési beavatkozásokon van művelési zónák kialakításával. Az automata kormányzás, a hibátlan sorcsatlakozás a

1.táblázat Az 5 fejes ágyeke és a diskripper használata során mért gázolajfogyasztás és az összes vonóerőigény alakulása a két művelési módnál (2017.11.06.)

H2 tábla (Kühne 5 fejes ágyeke)	TPD (kN)	Üa. fogy. (liter)	Müv.ter. (ha)	Üa. fogy. (l/ha)
1. mérés (kukoricatarló_e)	111 418,4		0,10	
2. mérés (kukoricatarló_e)	120 584,6		0,10	
3. mérés (kukoricatarló_e)	123 148,8		0,10	
4. mérés (napraforgó_e)	102 610,5		0,10	
Átlag	**118 383,9**	**31,6**		**44,6**
1. mérés (kukoricatarló_h)	121 912,5		0,10	
2. mérés (kukoricatarló_h)	110 235,2		0,10	
3. mérés (kukoricatarló_h)	127 074,1		0,10	
Átlag	**119 740,6**	**4,51**	**0,71**	

(Munkaszélesség: 2 méter)

H1 tábla (DiskRipper)	TPD (kN)	Üa. fogy. (liter)	Müv.ter. (ha)	Üa. fogy. (l/ha)
1. mérés (kukoricatarló_e)	41 918,6		0,20	
2. mérés (kukoricatarló_e)	63 752,5		0,20	
3. mérés (kukoricatarló_e)	67 918,1		0,20	
4. mérés (napraforgó_e)	58 449,5		0,20	
Átlag	**57 863,1**	**30,4**		**18,8**
1. mérés (kukoricatarló_h)	63 604,9		0,20	
2. mérés (kukoricatarló_h)	65 057,4		0,20	
3. mérés (kukoricatarló_h)	64 144,8		0,20	
4. mérés (napraforgó_h)	60 559,6		0,20	
Átlag	**64 269,0**	**3,8**	**1,61**	

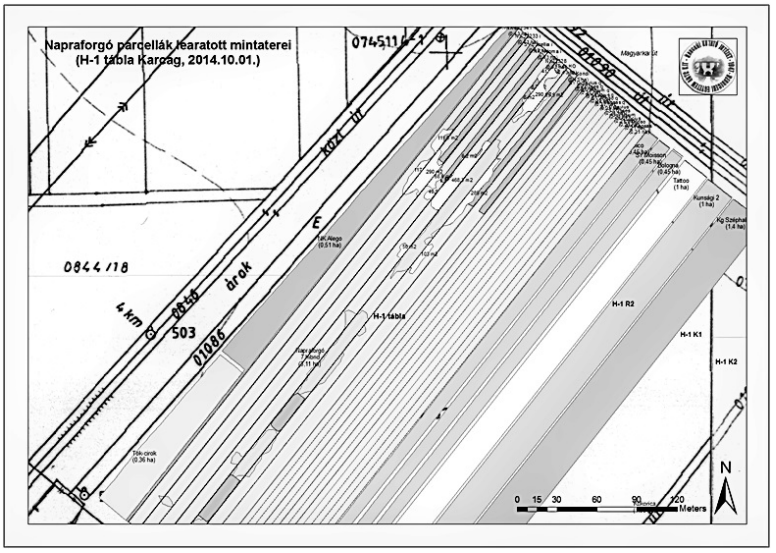
(Munkaszélesség: 4,2 méter)

Forrás: saját adatbázis

gépkezelő teljesítményét növeli, javul az erőgép fajlagos területteljesítménye, az alacsonyabb műveletszám és a kisebb vonóerőigény miatt jelentősen csökken a tüzelőanyag-fogyasztás és a környezetterhelés. A művelések után kinyert és feldolgozott adatbázisok kiértékelése alapján (*1. táblázat*) megállapítható – a két különböző művelés művelőeszközeinél, azonos (480 méter) parcellahosszain rögzített fogyasztás- és vonóerőmérések (TPD=Traction Power Demand) után – a mulcsművelés egyértelmű előnye.

- A diskripper területteljesítménye az 5 fejes ágyeke területteljesítményének duplája (munkaszélesség ekénél 2 méter, diskrippernél 4,2 méter).
- Az azonos hosszon megismételt mérések összvonóerő értékeinek átlagai ekénél 118 ezer kN felettiek, diskrippernél 65 ezer kN körül alakultak.
- Az erőgép (JD 8285r) hektárra vetített gázolaj fogyasztása ekénél 44,6 liter, míg a diskripperes alapművelés fogyasztása 18,8 liter mindöszesen!

A vonóerő és a fogyasztás adatai mellett fontos szempont a megművelt talaj állapota. A helyszíni adatrögzítések, a jelzőnövények betakarítása után mért penetrációs és talajnedvesség-értékek igazolták, hogy a jelzőnövény gyökérzónájában a talaj kevésbé tömörödött, a talajnedvesség-értékek – a felszínen maradó növényi maradványok, a mulcs pufferelő hatásának köszönhetően – hasonlóak, a két évtized átlagában jobbak, mint a hagyományos művelés parcelláin (Czimbalmos R. 2017). Kijelenthető, hogy a forgatás nélküli parcellák talajainak átlagos állapota jobb, megszűnt a hagyományos művelésnél meglévő tárcsa- és eketalpréteg, a munkagépek kisebb talajellenállásba ütköznek, munkájuk jobb minőségű, a mérések közben rögzített vonóerőgörbék kiegyenlítettek, a rögzített TPD értékek jóval alacsonyabbak. Az utólagos elemzéseknél adott táblán belül – mivel a talajállapot változó – a talajművelések során rögzített kiugró, megemelkedő üzemanyag-

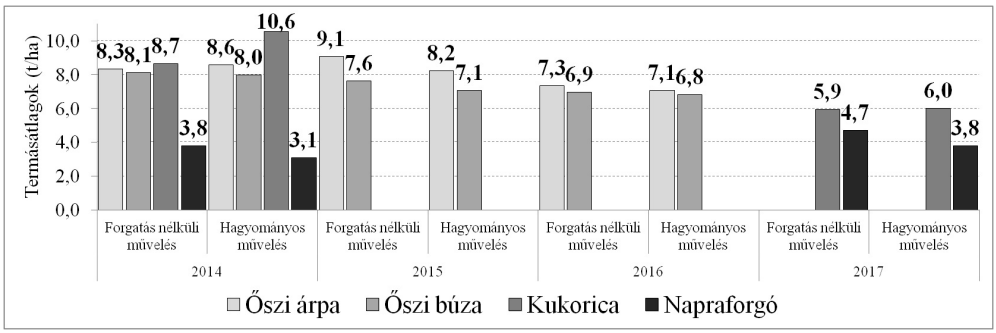


1. ábra A napraforgó parcelláknál rögzített víznyomott talajfoltok (2014)

fogyasztás és vonóerőértékek, valamint a parcella térképfedvények alapján lehatárolhatók a belvíznyomott foltok. Ezek hozamcsökkentő hatása a hozamtérképen mért alacsonyabb hozamértékek poligonjainak fedvényén is megjelenik, ez általában egybeesik a kritikus víznyomott talajfolt poligonokkal. Fentiek alapján megvalósítható a kezelési zónák lehatárolása. A kísérleti térben a káros talajtömörödés felszámolásához – a rendszer részét képező periodikus mélylazítás során – csak a lehatárolt talajfoltoknál alkalmazunk mélylazítást (60–70 cm); a tábla többi részén középmély lazítást végzünk (40–45 cm), így jelentős üzemanyag megtakarítás érhető el. Mérési adataink szerint a kísérlet középkötött talaján egy passzívkéses középmély lazító egy üzemóra alatt 45–50 cm munkamélység mellett 1,5 ha szántót lazít, 35–40 l üzemanyag-fogyasztás mellett. Az aktívkéses önjáró „Kaelble" lánctalpas lazító 70–80 cm-es mélylazítása során üzemóránként 70–90 l-es fogyasztással és jóval alacsonyabb (0,2 ha/óra) területteljesítménnyel dolgozik. Ezért indokolt a belvíz sújtotta erősen tömörödött foltok (kezelési zónák) pontos lehatárolása (*1. ábra*).

A két eltérő művelési módnál alkalmazott agrotechnika termelési költségeinek vizsgálatakor már árnyaltabb képet kapunk. A 2017. évi agrotechnika beavatkozásainak forintosítása során a Műszaki Intézet adott évre vonatkozó gépüzemeltetési kiadványának adatbázisában szereplő értékekkel dolgoztunk III./kötött talajkategóriára számítva. A mulcsművelés összköltsége, az egy hektárra vetített művelés költségei – a kukorica és a napraforgó jelzőnövények esetében – alacsonyabbak, mint a hagyományos művelésnél. A 2016. évben végzett talaj-előkészítés műveleteit hozzáadva az agrotechnikai műveletek költségsoraihoz, egyértelmű a mulcsművelés előnye a hagyományossal szemben (őszi mélyszántás+többmenetes szántáselmunkálás a hagyományos művelésű parcellákon). A tartamkísérlet fogyasztási és művelési adatbázisa alapján kijelenthető, hogy a csökkentett menetszámban végzett forgatás nélküli mulcsművelés során a segédüzemi költségeken belül 35–45%-os üzemanyag-megtakarítás érhető el a hagyományos, többmenetes művelés üzemanyag-felhasználásával szemben.

A jelzőnövények hozam-költség elemzése mutatja meg, hogy a termelési költségszerkezetben a segédüzemi szolgáltatások költségaránya a teljes költség felét is elérheti, második az anyagköltség 35–45%-kal. A segédüzemi költségeknél 40%, míg az anyagköltségeken belül (vetőmag- és a növényvédőszer-költségeknél a PG



2. ábra A kétféle művelés terméseredményei 2014–2017 között

alkalmazásával) még további 5–10%-os csökkenés érhető el, a műtrágyaköltség összességében nem változik! Ezért ez a mulcsművelés során elérhető 20–25%-os termelésiköltség-megtakarítás kiemelkedőnek tekinthető annak ismeretében, hogy a jelzőnövényeknél több éven keresztül hozamnövekedést rögzítettünk (*2. ábra*).

A forgatás nélküli, csökkentett menetszámú mulcsműveléses rendszer egy, a talaj kiszáradását mérséklő, eróziót és deflációt megállító, a talaj biológiai beéredését segítő, heterogén módon beavatkozó új talajművelési technológia kialakítását biztosítja. Alkalmazásával egy szervesanyagban gazdag, eke- és tárcsatalp rétegtől mentes, periodikusan mélylazított művelt réteg alakítható ki. Összefoglalva a rendszer a következő előnyöket nyújtja:

- csapadék elfolyásának csökkenése, nedvességmegőrzés, gyomok elnyomása tarlóhántás és mulcsréteg kialakításával,
- csökkenő talajerózió, defláció, talajtömörödés mérséklése, ökológiai szélsőségeket tompító, termésbiztonságot növeli,
- kapacitások jobb kihasználása, szűk keresztmetszetek csökkenése,
- alacsonyabb vonóerőigény, jelentősen csökkenő üzemanyag-fogyasztás és környezetterhelés,
- RTK vezérelt erőgépek használatával nagy pontosság, átfedésmentes területek művelésnél, vetésnél, betakarításnál,
- művelési egység (parcella, tábla) heterogén kezeléséből adódóan kisebb gépi munka és inputanyagköltség,
- csökkentett menetszámok ellenére optimális csírázás; homogén, aszályra kevésbé érzékeny haszonnövény-állomány,
- magasabb hozamok a gabonaféléknél és a kapásoknál (*2. ábra*).

Következtetések, javaslatok

Napjainban a klimatikus szélsőségek gyakoriságának növekedése tény; ennek árnyékában a nem öntözhető területeknél, illetve az öntözés többletköltségeire érzékeny haszonnövényeknél a helyspecifikus gazdálkodással kombinált forgatás nélküli mulcsművelés marad az egyetlen alternatíva. Tapasztalataink szerint a rendszer **ökológiai előnye**, hogy a talaj mikrobiológiai tevékenységének tudatos szabályozásával előnyösen befolyásolhatók a humuszgyarapító és -bontó folyamatok, a tarlómaradványok feltáródása, így fenntartható a talaj ideálishoz közeli kultúrállapota és művelhetősége. **Ökonómiai előny** az ágazati hatékonyság növekedése, a termelési és a műveleti költségek, a környezetterhelés jelentős csökkenése. A rendszer bevezetése a magas beruházási érték miatt csak a 250–300 ha vagy nagyobb szántóterülettel rendelkező gazdaságok számára javasolható. Fontos kritérium, hogy a szakmai lelkesedés mellett legyen meg a megfelelő szakmai és térinformatikai ismeret. Az elkövetkezendő évtizedben a magyar mezőgazdaság versenyképessége megőrzésének kulcsa is lehet egyben ez a művelési rendszer. Ennek országos szintű költségét mintegy 300 milliárd forintra becslik (Agrárszektor

2017). Az unió KAP rendszerében a 2020 utáni időszakban a területalapú kifizetések aránya változni fog: a víztakarékos és a precíziós gazdálkodás támogatása kerül fókuszba, ezért ezen súlyponti változásokra már most tudatosan készülnie kell a magyar gazdásztársadalomnak.

Felhasznált irodalom

Avar L. (2017): Digitális gazdálkodás. Magyar Mezőgazdaság, 72(8), pp. 26–28.

Berényi J. – Tánczné Óvári Cs. (2018): Csökkenthető az aszálykár? AgroNapló, 22(2), pp. 17–18.

Czimbalmos R. (2017): Helyspecifikus gazdálkodás alkalmazásának tapasztalatai a forgatás nélküli művelésben Karcagon. Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában. Debrecen Egyetemi Kiadó, Debrecen, pp.73-80.

Czimbalmos R. – Kovács Gy. (2017): Experiences of introduction of reduced tillage – an answer for the negative effect of climate change – and spreading in Jász-Nagykun-Szolnok county. II East-West Cohesion International Conference, Abstract Volume, p. 22.

Dimény I. (1975): A gépesítésfejlesztés ökonómiája a mezőgazdaságba. Akadémiai Kiadó, Budapest, p. 508.

Mátai B. (2016): Éghajlatváltozás, megelőzés és alkalmazkodás. Herman Ottó Intézet, Budapest, p. 9.

Stefanovits P. – Filep Gy. – Füleky Gy. (1999): Talajtan. Mezőgazda Kiadó, Bp.

Takácsné K. (2015): Agrárinnováció a gyakorlatban, avagy miért ilyen lassú a helyspecifikus növénytermelés terjedés? Gazdálkodás, 6, pp. 517–526.

Üveges Zs. (2018): Talajnedvesség-megőrző és aszálykárt mérséklő módszerek a mezőgazdaságban. Mezőgazdasági Technika, 59, pp.18–20.

Internetes források

Agrárszektor (2017): Hódít a csócstechnológia a magyar földeken, de vannak buktatók is. http://www.agrarszektor.hu/gepek/hodit_a_csucstechnologia_a_magyar_foldeken_de_vannak_buktatok_is.6885.html Letöltés ideje: 2017.02.13.

Caldeira, K. – Brown, P. (2017): Greater future global warming inferred from Earth's recent energy budget. https://www.nature.com/articles/nature24672 Letöltés ideje: 2018.03.13.

CTIC (2017): Top 10 Conservation Tillage Benefits, Conservation Technology Information Centre. http://www.ctic.purdue.edu/resourcedisplay/293/ Letöltés ideje: 2018.03.03.

Fabók B. (2017): Az éghajlatváltozás javában pusztítja a magyar erdőket, a fenyőtől és a bükkfától elbúcsúzhatunk. https://g7.24.hu/elet/20171107/a-klimavaltozas-javaban-pusztitja-a-magyar-erdoket-a-fenyoktol-es-a-bukkfatol-elbucsuzhatunk/ Letöltés ideje: 2018.03.12.

Földművelésügyi Minisztérium (2018): Elkészült a Digitális Agrárstratégia szakmai tervezete.

http://www.kormany.hu/hu/foldmuvelesugyi-miniszterium/hirek/elkeszult-a-digitalis-agrar-strategia-szakmai-tervezete Letöltés ideje: 2018.03.07.

Lencsés E. (2013): A precíziós (helyspecifikus) növénytermelés gazdasági értékelése. Phd-értekezés, SZIE GSZDI, Gödöllő, pp. 28–33. https://szie.hu//file/tti/archivum/Lencses_Eniko_ertekezes.pdf

Nemzeti Agrárkamara (2017): Precíziós gazdálkodás és hatékony vízhasználat a KAP fókuszában. https://www.nak.hu/agazati-hirek/videkfejlesztes/161-gazdasagfejlesztes/95148-precizios-gazdalkodas-es-hatekony-vizhasznalat-a-kap-fokuszaban Letöltés ideje: 2017.10.18.

Távérzékeléssel és mobil térinformatikával segített erdészeti adatgyűjtés

Czimber Kornél

TopoLynx Kft., ügyvezető igazgató, czimber.kornel@topolynx.hu

Absztrakt: Ebben a cikkben egy új, távérzékeléssel segített terepi faállományfelvételezési módszer és egy mobil térinformatikai szoftver kerül bemutatásra. A módszer műholdfelvételek és légi lézeres letapogatás alapján határol le homogén területeket, majd annak középpontjában jelöli ki a terepi felvételezés helyszínét. A faállomány-jellemzőket részben a távérzékelt, részben a terepi felvételi adatokból vezeti le. A terepen kerül rögzítésre a faegyed pozíciója, átmérője, fafaja, és a lézeres adatok szolgáltatják a fák magasságát, a fakorona méreteit. A módszer a homogén területek nagysága alapján ad az eddigi fatömegfelvételezési eljárásoknál pontosabb becslést a faállományra. A több platformon futó mobil geoinformatikai szoftver nagyban gyorsítja a terepi felvételezést, amelyet egy ember is el tud végezni egy GNSS vevő, két prizma és egy lézeres távmérő segítségével.

Bevezetés

Az ország 22%-át borító erdeink legértékesebb természeti erőforrásaink, gazdálkodási, védelmi és közjóléti szerepet is betöltenek. Ezért is fontos az erdővagyon és erdőállapot pontos felmérése, amely a folyamatosan korszerűsödő geomatikai eszközöknek köszönhetően időről-időre új felmérési módszerekre ad lehetőséget. Külföldön egyre több helyen használják a távérzékelt adatokat, különösen a légi lézeres letapogatás adatait erdőbecslésre (Barrett et al. 2009; Andersen et al. 2011), hazánkban is több kutatás folyik (Király et al. 2012). Az új alkalmazások sem tudják nélkülözni azonban a földi referenciaméréseket, légi és földi módszerek megfelelő kombinációját (Köhl et al. 2011). A földi lézerszkennelés is egyre hatékonyabb (Brolly et al. 2013), de fafajt még nem tud meghatározni. Szükség van a földi referenciamunkára. A távérzékelés nagyban tudja segíteni a terepi mintavételi területek kijelölését, amely elengedhetetlen a pontos becsléshez.

Az erdészeti térképezés, térbeli és időbeli tervezés fokozatosan fejlődött a 17. század óta. Hazánkban az erdészeti térinformatika párhuzamosan alakult ki a hazai térinformatikával. Az 1990-es évek elején Arc/Info, Microstation alapokon történtek kísérletek a Soproni Egyetemen és az Állami Erdészeti Szolgálatnál (Bácsatyai L. – Czimber K. 1996). 1998-ra elkészült az ágazatban széleskörűen használt DigiTerra Map (Bácsatyai L. 2001; Czimber K. – Nyull B. 2004) térinformatikai szoftver, melyet a digitális erdőtérképek előállítására, szakmai tervezésre, térbeli lekérdezésekre, elemzésekre is használtak. A sokoldalú szoftvert az erdőtervezés és több erdőgazdaság napjainkban is használja.

Számos erdőgazdaság használ geoinformatikai megjelenítő szoftvereket, mely

képcsempék és leíró adatok formájában mutatja a geoinformatikai adatokat. Ezek a sok esetben ingyenes megjelenítők nem tekinthetők teljes értékű térinformatikai megoldásnak, ahogy a Google/Bing/Open Street Maps sem, hiszen a geoinformatikai adatok megjelenítésén kívül nem nyújt olyan funkciókat, amelyek a geoadatok térbeli lekérdezését, egyedi tematikus térképek előállítását, fedvények közötti műveleteket, térképszerkesztéseket, topológikus ellenőrzéseket biztosítanák.

A számítógépes hardver is folyamatosan fejlődött. 2003-tól megjelentek a Windows alapú, GPS vevővel szerelt terepi térinformatikai eszközök (Czimber K. 2005). A mobil informatikai fejlődésnek köszönhetően ma már a zsebünkben hordunk olyan tudású számítástechnikai eszközöket, amelyeket pár éve az irodában az asztalon használtunk.

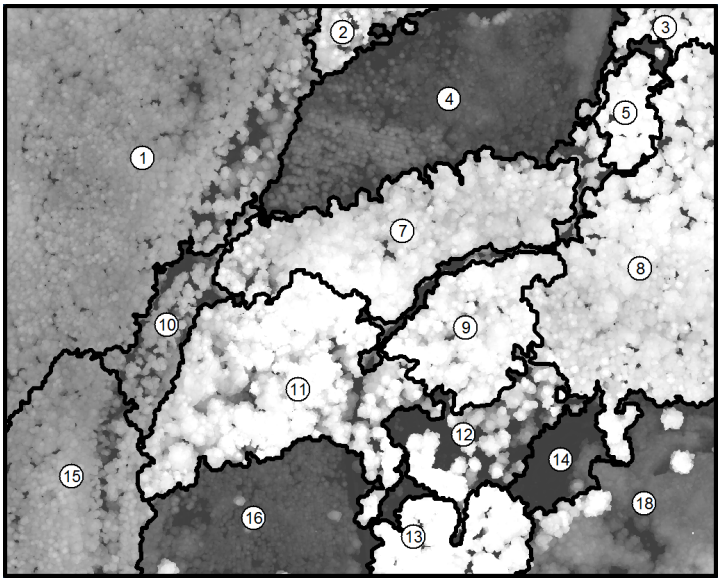
Ezért kezdtünk bele egy olyan fejlesztésbe, amely több platformon fut, valódi térinformatikát valósít meg irodában és terepen egyaránt online és offline módon. Nemcsak a geoadatok megjelenítésére, hanem bármilyen térbeli döntéstámogatásra, lekérdezésre, terepi adatgyűjtésre, térképezésre használhatjuk. Egy RTK képes GNSS eszközzel akár földmérési feladatokra is.

Anyag és módszer

A távérzékeléssel segített terepi felvételezési módszer bemutatásához egy soproni hegyvidéki területet (Sopron 205C és környezete) használtunk mintaterületként.

A terepi mintavételi helyek kijelöléséhez kidolgoztunk egy módszert, mely távérzékelt adatok alapján határozza meg a homogén faállományrészeket és azok középpontját választja mintavételi helynek. A következő távérzékelt adatforrásokat használtuk: 2013-as Landsat 8 műholdfelvétel 4., 5. és 8. sávját, valamint 2011-ben készült légi lézeres letapogatásból levezetett famagasságmodellt és annak magassági szórását. Az öt rétegen lentről-felfelé területnövesztő képszegmentálással hoztunk létre homogén szegmenseket (Baatz M. – Schäpe A. 2000), hogy a területük átlagosan 1 hektár legyen (*1. ábra*). A módszerrel biztosítható, hogy a homogén állományrészeket (azonos fafajösszetétel, közel azonos famagasság és magassági szórás) egy egységként kezeljük. A szegmensek középpontjában jelöli ki a módszer a mintavételi pontokat, amelyek a terepen GNSS vevő segítségével felkereshetők. A középponton kívül a terület nagysága fontos jellemző lesz a becslésben.

A mintavételi helyek terepi felvétele az újonnan fejlesztett keresztplatformos terepi szoftverünkkel történt. A topoXpress szoftver jelenleg Windows és Android operációs rendszereken fut. Később újabb platformok támogatása is várható. A szoftver minden platformon azonos funkcionalitással bír. A programot az új koncepciónak megfelelően teljesen újraírtuk, geoinformatikai része és felhasználói felülete C++ programnyelven íródott, csak egy minimális rész készült platformfüggő nyelven. Számos technológiai újítást vezettünk be az új szoftverben, például 64 bites architektúra, geoadatok tömörített tárolása, 32 bites renderelés, nem eszközhöz kötött



1. ábra Szegmentálás a mintavételi helyekkel



2. ábra Terepi adatgyűjtéshez fejlesztett geoinformatikai szoftver

átvihető licencelés, online és offline működés, folyamatos és automatikus mentés, felhőszolgáltatások. A program geoadatok megjelenítésére, navigációra ingyenesen használható.

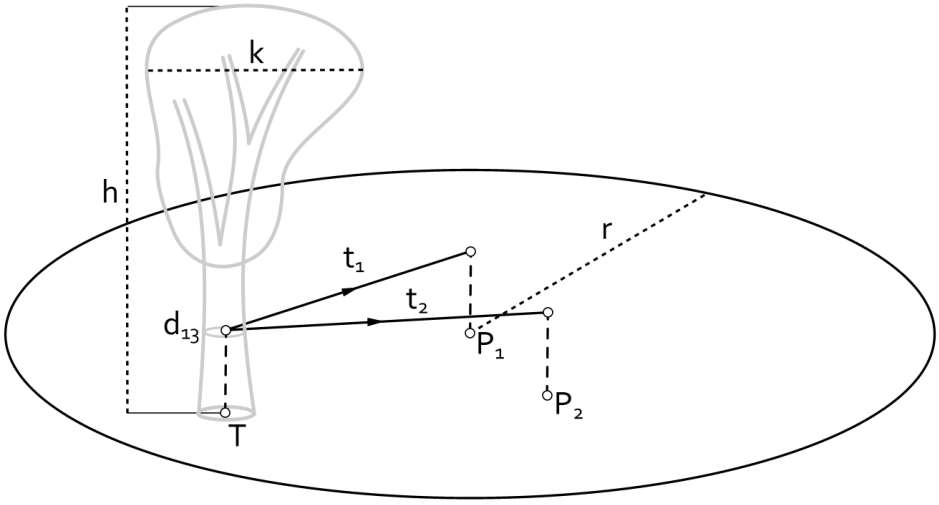
A topoXpress program többféle elterjedt geoadat fájlformátumot támogat, vektorost és raszterest egyaránt, ezen túl számos online adatforrást is (TMS, WMS). Korábbi szoftvereink erőssége volt a több ezer vetületi rendszer támogatása, beleértve a dátum és vetületi differenciákat használó vetületeket is (például VITEL). Többféle

mérési módszer közül választhatunk, használhatunk belső és külső GNSS vevőket. A szoftver részletes tematikus térképezővel, leíró adatbevitellel, alapértékekkel, ellenőrzésekkel rendelkezik, de ezen felül kitűzési, navigációs és koordinátageometriai funkciókkal (metszések, derékszögű és poláris felmérés, felosztás) is bír. A szoftver képes akár a teljes országos erdőállomány-adatokat egyben kezelni, a tömörített vektoros állomány 148 MB (*2. ábra*).

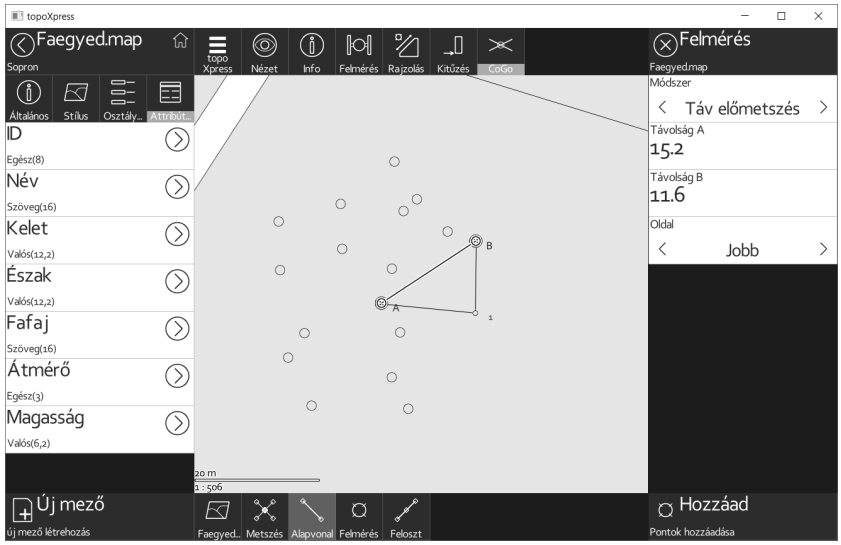
A szoftverrel az irodában készítettük elő a terepi felvételezést, a rétegeket, az adatmezőket, a választható kódokat, az alapértékeket, a számított mezőket. A terepi munka ezzel a tervezési és előkészítő lépéssel nagyban gyorsítható.

A terepi mérési módszer úgy dolgoztuk ki, hogy egy ember is el tudja végezni. A terepi részletméréshez lézeres távmérőt használunk (TruPulse 360). A mintavételi pont közepén két prizmát helyeztünk el (*3. ábra*, P1, P2), egyiket a mintaterület közepén, mindkettő pozícióját GNSS vevővel bemérjük (Leica 1200). A faegyedek mellett a két prizmára lézeres távmérővel mérünk és a két mérésből (t1, t2) távolságméréses hátrametszéssel határozza meg a program a részletpont (T) koordinátáit (*4. ábra*). A faegyedek koordinátáira azért van szükség, hogy a LIDAR adatokból a pontos famagasságot és koronaátmérőt rendeljük hozzá (h, k). Az első lézeres távolság alapján lehatárolható a mintaterület nagysága is (r). A faegyed esetén a fafajt és a mellmagassági átmérőt (d13) kell még a terepen rögzíteni.

A mintaterületek felmérése alapján fafajonként egyszerű arányosítással (szegmens területe/minta területe) meghatározhatók a szegmensek faállomány-jellemzői: törzsszám, átlagátmérő, körlap. Az átlagmagasság a LIDAR adatokból, a fatömeg pedig az átlagmagasság és a körlapból számítható a szegmens területére. A szegmensek fafajonkénti összesítésével az egész faállományra kapunk becslést. Összesítés után fafajok elegyaránya is számítható.



3. ábra A felmérési módszer magyarázata



4. ábra Felmérés megvalósítása a szoftver segítségével

Eredmények

Kidolgoztunk egy távérzékelési adatok képszegmentálásán alapuló módszert, mely segít a homogén állományrészek elkülönítésében és a mintavételi helyek objektív kijelölésében. A terepi mintavétel eredménye a mintaterület és a szegmensterület alapján skálázható.

Elkészült egy hatékony keresztplatformos térinformatikai szoftver, amely a terepi pont felkeresésében és a faegyedek felmérésében, jellemzőinek rögzítésében segít.

Kidolgozásra került egy geoinformatikai eljárás, amely lézeres távolságméréses hátrametszéssel határozza meg a faegyedek pozícióját, mivel tapasztalatunk szerint az elektronikus iránytűk pontatlanok.

Elkészült egy számítási módszer, mely a mintaterületek alapján a szegmensekre, a szegmensek összesítésével pedig a faállományra ad fatermési adatokat. A törzsenkénti felvétellel összehasonlítva a területi becslési eljárásoknál elvárt pontosságot biztosítja a módszer, a próbakörös mintavétellel összehasonlítva fele annyi mintavételi pontra van szükség. Az eljárás validálására, alapos összehasonlításra ezután kerül sor.

Konklúzió

A geomatikai eszközök és módszerek fejlődése lehetővé teszi újabb, pontosabb és gyorsabb fatömegbecslési eljárások kidolgozását. Erre egy példát mutattunk be, amely több szinten kombinálja a műholdas, légi és a földi méréseket.

A módszer alkalmas faállományok teljes felmérésére is. Célszerű a terepi felvételezést a GNSS mérések miatt lombtalan állapotban elvégezni.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetet mondunk a Soproni Egyetem Földmérési és Távérzékelési Tanszékének a referenciaadatokért és a mérőeszközökért.

Felhasznált irodalom

Andersen, H. E. – Strunk, J. – Temesgen, H. (2011): Using Airborne Light Detection and Ranging as a Sampling Tool for Estimating Forest Biomass Resources in the Upper Tanana Valley of Interior Alaska. West. J. Appl. For., 26(4), pp 157–164.

Baatz, M. – Schäpe, A. (2000): Multiresolution Segmentation: an optimization approach for high quality multi-scale image segmentation. In: Strobl, J. and Blaschke, T. (Eds.): Angewandte Geogr. Informationsverarbeitung XII, Wichmann, Heidelberg, pp. 12–23.

Bácsatyai L. – Czimber K. (1996): Erdészeti térinformatikai alkalmazások, In: Térinformatikai a regionális fejlesztésekben. Debrecen, Magyarország, 1996.01.25–26. Debreceni Agrártudományi Egyetem (DATE), pp. 61–66.

Bácsatyai L (2001): A Föld digitális térképe, CHIP Számítógép Magazin 2, pp. 102–104.

Barrett, T.M. – Andersen, H. E. – Winterberger, K. C. (2009): Integrating field and lidar data to monitor Alaska's boreal forests. Extending Forest Inventory in Space and Time, May 19–22, Quebec City, Canada.

Brolly G. – Király G. – Czimber K. (2013): Mapping Forest Regeneration from Terrestrial Laser Scans. ACTA SILVATICA ET LIGNARIA HUNGARICA, 9, pp. 135–146.

Czimber K. – Nyull B. (2004): DigiTerra térinformatikai szoftverfejlesztések, In: Márkus B. (szerk.) Térinformatika, NYME Geoinformatikai Főiskolai Kar, Székesfehérvár, pp. 1–11.

Czimber K. (2005): GIS in the Field, In: Simon László (szerk.), Proceedings of the International Scientific Conference: Innovation and Utility in the Visegrad Fours.: Vol. 1. Environmental management and environmental protection. Nyíregyháza, Magyarország, 2005.10.13–15, pp. 247–252.

Király G. – Brolly G. – Burai P. (2012): Tree Height and Species Estimation Methods for Airborne Laser Scanning in a Forest Reserve. In: Nicholas Coops, Mike Wulder (szerk.) Full Proceedings of SilviLaser 2012: 12th International Conference on LiDAR Applications for Assessing Forest Ecosystems. 492 p. Konferencia helye, ideje: Vancouver, Kanada, 2012.09.16–19. Vancouver, pp. 260–270.

Köhl, M. – Lister, A. – Scott, C. T. – Baldauf, T. – Plugge, D. (2011): Implications of sampling design and sample size for national carbon accounting systems. Carbon Balance and Management, 2011, 6(10).

Szeizmotektonikai Információs Rendszer létrehozása a Kárpát-ív területére

Czirok Lili[1] – Bozsó István[2] – Bányai László[2]

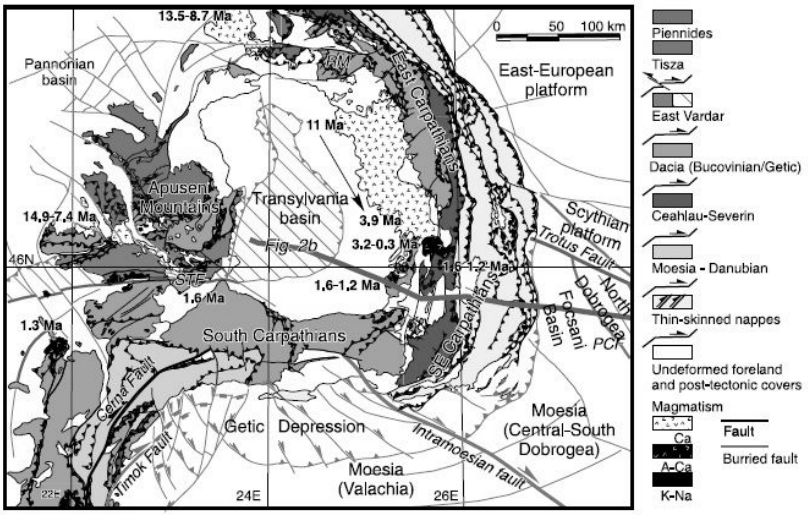
[1] Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola, Geoinformatika program, Sopron
[2] MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet, Sopron

Absztrakt: A földtudományi szakemberek számára az Eurázsiai-lemez egyik érdekes területe a Kárpátok délkeleti része. Itt található ugyanis Európa legnagyobb szeizmicitású területe, a Vrancea-zóna illetve a Kárpát-medence utolsó aktív vulkánja, a Csomád. Több publikáció is született már a térségben zajló felszíni mozgásokról (pl. GNSS mérések), illetve tektonikai folyamatokról.
Ezekhez kapcsolódóan hozunk létre egy Szeizmotektonikai Információs Rendszert, amelybe tematikus térképeket (pl. földtani térkép, digitális terepmodellek), szintetikus apertúrájú radarok interferometrikus módszerével mért mozgási sebességeket (ENVISAT) és szeizmológiai információkat építünk be Quantum GIS program segítségével.
Az adatbázis célja, hogy jobban megértsük a felszíni és mélybeli folyamatokból származó deformációkat, és kapcsolatot keressünk közöttük.

Bevezetés

A Kárpátok délkeleti része geodinamikailag ma is aktív terület. A térség nyugati részén a Kelemen-, a Görgényi-havasok és a Hargita területén egy vulkáni lánc terült el, amelynek létrejötte a késő jurában és a korai krétában szubdukálódó Neo-Thétisz óceáni maradványhoz kapcsolódott (Harangi et al. 2015). Ennek legfiatalabb és legdélebbre található tagja a Csomád vulkán, amely utoljára 32 000 évvel ezelőtt tört ki (Harangi et al. 2015). Ezt követően a kora kréta végén és a késő kréta között pedig a Ceahlău–Severin óceán bezáródása indult el a Kárpátok keleti oldalán, ahol Európa legnagyobb szeizmicitású területe, a Vrancea-térsége fekszik. A Vrancea-zónában kialakuló intra-plate (lemezen belüli) közepes fészekmélységű rengések ehhez a tektonikai folyamathoz kapcsolódnak. Az *1. ábra* a Romániai Kárpátok tektonikai felépítését mutatja be (Ismail-Zadeh et al. 2012).

A Kárpát-kanyarban már több geofizikai és geodéziai méréssorozat is történt az itt zajló folyamatokkal és mozgásokkal kapcsolatban. Műholdas geodéziai – GNSS mérési programok – kimutatták a kanyarulat keleti térségében már a középső miocénben elkezdődő és a mai napig folyamatban lévő süllyedést (van der Hoeven et al. 2005; Heidbach et al. 2007; Schmitt et al. 2007), amelynek mértéke körülbelül 1 mm/év (Ismail-Zadeh et al. 2012). A *2a.* és *2b. ábrán* a GPS mérési programok során kapott vertikális mozgási sebességek láthatók. A lassú recens felszíni deformációk becslése Szintetikus Apertúrájú Radar (SAR) műholdfelvételek



1. ábra A Romániai Kárpátokban található tektonikai egységek (Ismail-Zadeh et al. 2012)

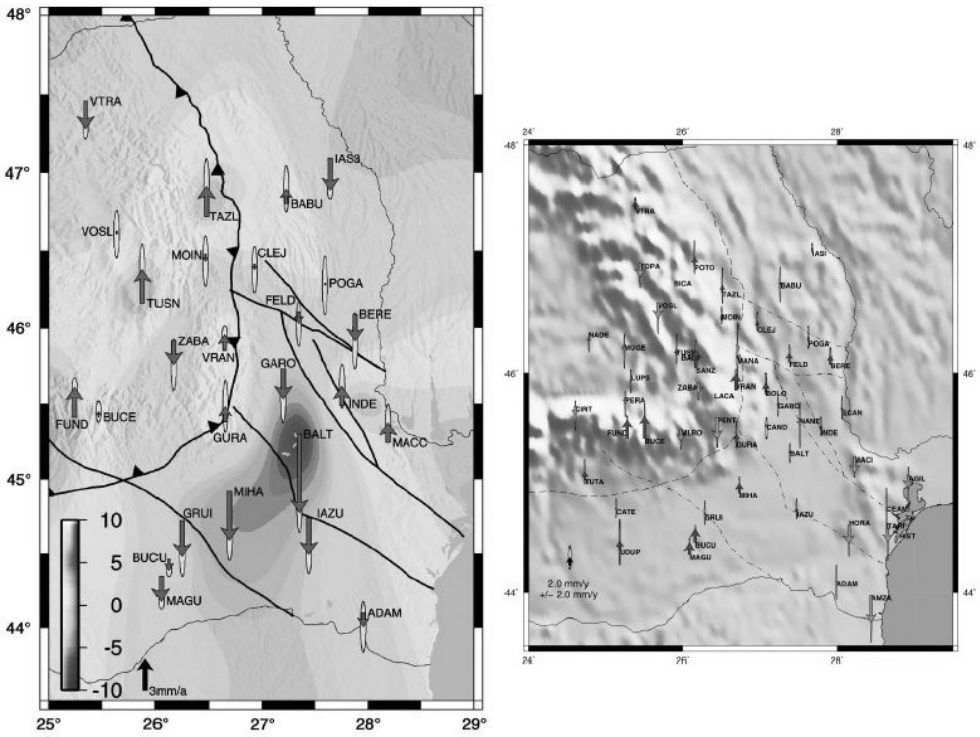
interferometrikus feldolgozásával is elvégezhető. A Sentinel műholdak visszatérési ideje 6 nap, ezzel még pontosabb képet lehet kapni a vizsgált területen zajló felszíni változásokról.

A geofizikai mérések közül a legfontosabb a P-hullám szeizmikus tomográfia, hiszen a Vrancea-térségben ezzel a mérési módszerrel jól lehatárolható egy 180 km-es mélységben található, nagy sebességanomáliájú test, amelynek térfogata körülbelül 110*70*30 km³ (*3. ábra*), amely jó átfedésben van a szeizmogén zónával (Ismail-Zadeh et al. 2012). Továbbá a Csomád alatt körülbelül 25 km-es mélységben magnetotellurikus mérések segítségével sikerült egy parciálisan olvadt testet kimérni (Harangi et al. 2015).

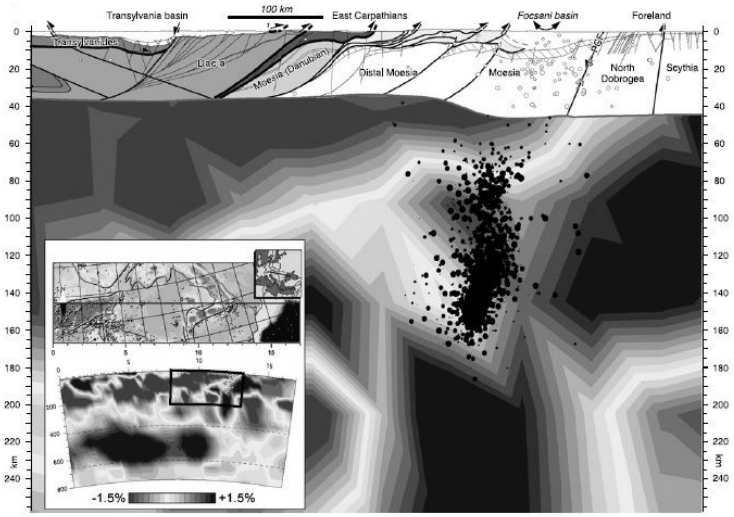
Ezekhez a tevékenységekhez kapcsolódóan határoztuk el, hogy létrehozunk egy szeizmotektonikai információs rendszert. Az adatbázis célja, hogy az összegyűjtött űrgeodéziai, szeizmológiai adatok és tematikus térképek (földtani, digitális domborzatmodell stb.) térinformatikai környezetben történő ábrázolásával pontosabb képet kapjunk a recens felszíni és mélybeli deformációkról és az ezek közötti összefüggésekről.

Anyag és módszer

A Geodéziai és Geofizikai Intézet (továbbiakban GGI) egy PECS pályázat keretében (project ID: 4000118850/16/NL/SC) jutott hozzá archív SAR felvételekhez, melyeket az ESA ENVISAT műholdján működő ASAR (Advenced Synthetic Aperture Radar) szenzor készített 2002 és 2010 között mind felszálló, mind leszálló felvételi geometriában.



2. ábra (a) A (van der Hoeven et al. 2005) publikált GPS mérések vertikális sebességkomponense, (b) a (Schmitt et al. 2007) publikációban szereplő vertikális sebességek



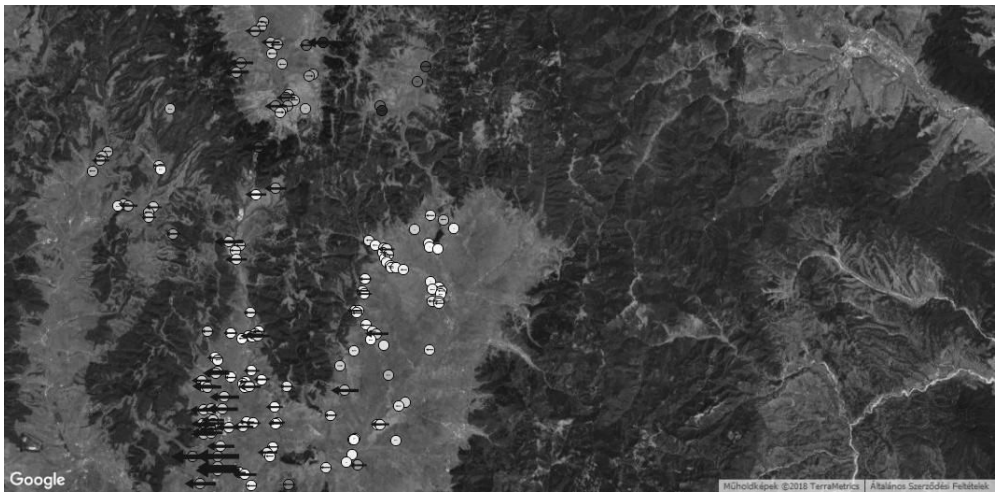
3. ábra Az Erdélyi-medencétől a DK-i Kárpátokon át azok előteréig tartó tektonikai keresztszelvény a teleszeizmikus P-hullám tomográfia eredményével (Ismail-Zadeh et al. 2012)

A nyers SAR felvételek előfeldolgozása után elkészíthetőek az ún. interferogramok, melyek fázisértékei tartalmazzák a deformációkból, topográfiából, atmoszférából és pályahibákból adódó fázistagokat. A "stabil" fázissal rendelkező pixelek leválogatása, a nem deformációból származó fázistagok becslése és eltávolítása után meg lehet határozni a felszíni deformációs idősorokat, illetve az idősorok alapján az átlagos deformációs sebességeket. A kétfajta felvételi geometriából (felszálló, leszálló) származó sebességek kombinálásával pedig kiszámíthatóak a vertikális és kelet-nyugat irányú sebességkomponensek. A *4. ábrán* az adatbázisban felhasznált sebességértékek láthatók.

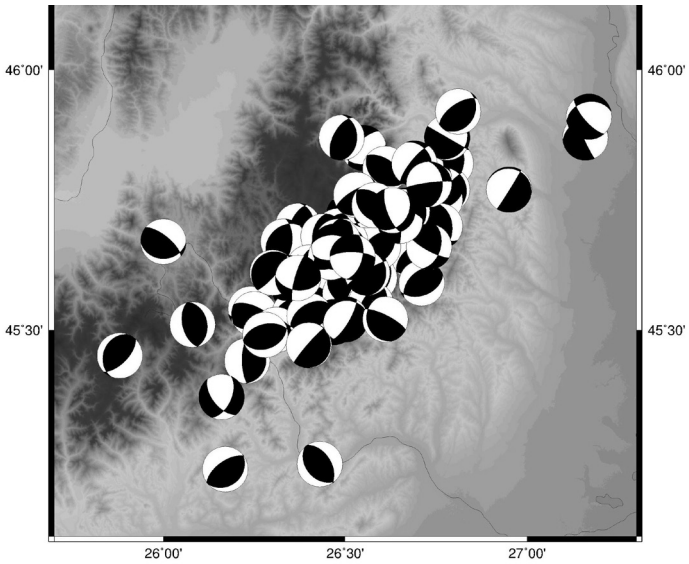
A felszíni deformációs sebességek komponensei segíthetik a célterület geodinamikai elemzését.

A mélybeli folyamatok vizsgálatára elsősorban a térségben kipattant erősebb földrengésekhez meghatározott fészekmechanizmus-megoldásokat és azokra elvégzett feszültséginverziókat alkalmazunk. A fészekmechanizmus-megoldások segítségével feltételezést tehetünk a vetősík típusára, amely mentén a rugalmas hullámok energiája felszabadult. A feszültséginverzió segítségével a vizsgált terület feszültségmezejének orientáltságát és az uralkodó tektonikus rezsimet tudjuk meghatározni. Az inverzió eredményeképpen egy feszültségtenzort kapunk, amely tartalmazza a három főfeszültségirányt (σ1, σ2 és σ3) és az R-számot, amely ezeknek a főfeszültségtengelyeknek a relatív viszonyát írja le.

A Vrancea-térség földrengéseihez tartozó fészekmechanizmus-megoldásokat ábrázoló térkép a Generic Mapping Tools program segítségével készült (*5. ábra*), a QGIS-ben készített térképen ezeknek a földrengéseknek az epicentruma látható (*6. ábra*).



4. ábra Archív ENVISAT felvételekből származó kelet-nyugati (fekete nyilak) és vertikális (zöld színskála) mozgási sebességek a perzisztens szórópontokon, háttérben a Google Satellite térképe



5. ábra A feszültségmező vizsgálatához felhasznált fészekmechanizmus-megoldások a Vrancea-zónában

A fészekmechanizmus-megoldásokra az inverziók MATLAB környezetben egy STRESSINVERSE nevű függvénycsomag (Vavrycuk V. 2014; Czirok L. 2016; Czirok L. 2017) segítségével futottak le. A számításokhoz kisebb területekre kellett felosztani a vizsgált térséget. Az inverzió lefutása után az összes főfeszültségtengelyhez tartozó azimutot és dőlést ki lehet gyűjteni az ezekhez tartozó eredménymátrixokból. Zoback M.L. (1992) alapján meghatározható az uralkodó feszültségrezsim és a hozzátartozó maximális horizontális (Shmax) irány, amely azonos az adott főfeszültséghez tartozó tengely azimutjával.

A QGIS-ben történő ábrázoláshoz elkészítettünk egy .csv fájlt, amely magában foglalja a számításokhoz használt területek középpontjainak koordinátáit (WGS84-ben) és a maximális horizontális irányt meghatározó főfeszültség azimutját. Az így kapott réteg tulajdonságainál pedig beállítottam, hogy a nyilak eszerint az azimutérték szerint forduljanak el.

A szeizmológiai és InSAR adatok mellett rendelkezésemre állnak a következő tematikus térképek:

1. Egy 1:1 000 000 méretarányú földtani atlaszból származó térkép (Межеловский et al. 1987). Ezt a földtani térképet az Országos Földtani Szakkönyvtár munkatársai bocsájtották rendelkezésünkre már szkennelt állapotban.

A térképet az információs rendszerbe való ágyazásához tájékozni kellett. Ehhez a QGIS Georeferencer modulját használtuk fel. A referencia pontokat (Ground Control Points) a térképen lévő szélességi és hosszúsági vonalak találkozásánál jelöltük ki, az újra-mintavételezéshez a Cubic Spline metódust alkalmaztuk, célkoordináta-rendszernek pedig a WGS84-et választottuk.

A földtani térkép georeferálása mellett elkészítettünk 3 vonal típusú shapefájlt is, amely a különböző típusú és eredetű szerkezeti vonalakat tartalmazza (tektonikai eredetű gyűrűs szerkezetek, lineamensek és törésvonalak). A gyűrűs szerkezeteknél és a törésvonalaknál több típus is előfordult, ezek csoportosítását az adott rétegekhez tartozó attribútumtáblákban végeztük el (Layer Properties…/Fields/Edit widget/ Value Map), amely után már ezekhez is be lehetett állítani a vonal színét és a hozzájuk tartozó geológiai jelöléseket.

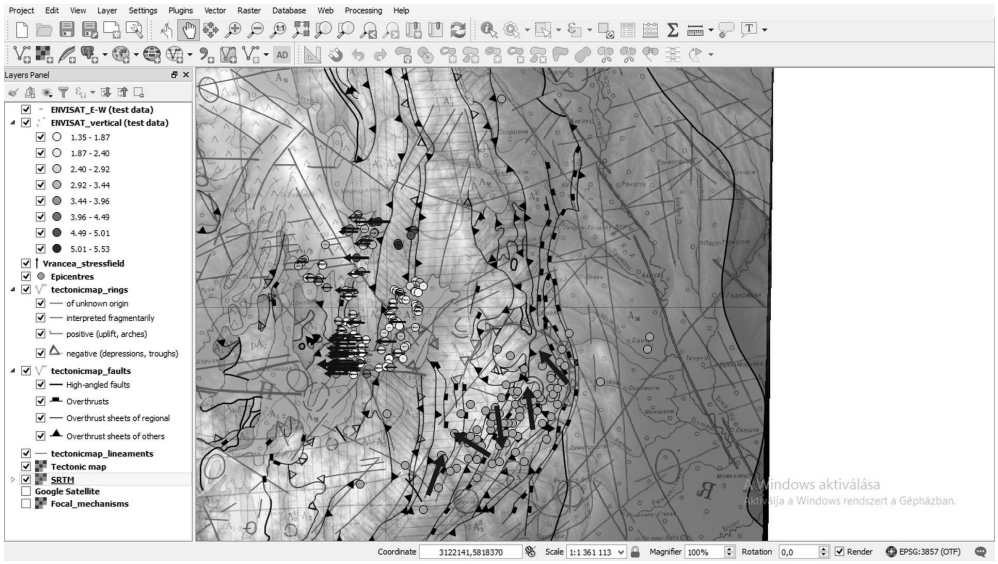
2. A vizsgált területhez tartozó SRTM domborzatmodellt (Internet 1) raszteres formátumban, GeoTIFF kiterjesztésben használtuk fel.

3. A QGIS-ben használható plugin-ok közül az OpenLayers Plugin/ Google Maps/Google Satellite hívtuk be. Erre elsősorban azért volt szükség, hogy megvizsgáljuk, helyesen tájékoztuk-e a földtani térképet.

Eredmények

A nyers SAR képek feldolgozásából nyert interferogramok nagy részét alacsony koherenciával rendelkező fázisértékek dominálják, mely az interferogramok nagy időbeli és térbeli bázisvonalainak, illetve a vizsgált területet beborító erős vegetációnak tudható be. Ezért a feldolgozás eredményeképpen kapott deformációs sebességek, amelyek az adatbázisban is jelenleg szerepelnek, csak nagyságrendi becslésre alkalmasak. Mind a keleti-nyugati, mind a vertikális irányú sebességek abszolút értékben 1–5 mm/éves mozgást jeleznek.

A *6. ábrán* lévő összefoglaló térképen sötétkék nyilak mutatják a kapott maximális horizontális kompressziós irányokat. A felosztott területekre jellemző



6. ábra A Szeizmotektonikai Információs Rendszer térképe és rétegei QGIS-ben

feszültségmezők irányítottsága délnyugatról északkeleti irányba tekintve: ÉÉK–DDNy, ÉNy–DK, ÉÉNy–DDK, ÉÉNy–DDK és ÉNy–DK. Ezek az irányok jó hasonlóságot mutatnak pl. Radulian et al. (1999) által megjelentetett publikációban szereplő eredményekkel. Az uralkodó tektonikus rezsim a térségben a feltolódás, amely kompressziós tektonikára utal. Ennek a stílusnak a megléte alátámasztja az ott még napjainkban is zajló szubdukció folyamatát.

A beágyazott földtani térkép szerkezeti vonalai alapján elmondható, hogy a térségben a jellemző szerkezet az áttolódás. A szerkezeti vonalak elsősorban a kanyarulat nyugati felén egymást átfedőek (*6. ábra* fekete vonal fekete vagy üres háromszögekkel), amíg a keleti szélén ez az átfedés nem jelenik meg (*6. ábra* fekete vonal, fekete téglalapokkal). Továbbá a Csomád környékén és a Vrancea-zóna északkeleti részén is található egy-egy nagyobb gyűrűs szerkezet. A Csomádnál negatív, a Vrancea-nál pozitív, ami süllyedést, valamint emelkedést mutat.

Konklúzió

Belátható, hogy az eddig rendelkezésünkre álló adatok alapján ha nem is teljes bizonyossággal, de elmondhatjuk, hogy a térségben továbbra is folytatódik a szubdukció, de ennek természetét pontosan még ezen adatok alapján nem ismerhetjük meg. Szükség van az adatbázisban eddig meglévő adatok felülvizsgálatára és az adatrendszer bővítésére további szeizmológiai és műholdas adatok mellett más geofizikai és geodéziai méréstípusok eredményeivel, valamint további tematikus térképek beágyazásával (pl. neogén korú szerkezetek térképe, medencealjzat-térkép vagy topográfiai térkép).

Köszönetnyilvánítás

Jelen publikáció az „EFOP-3.6.1-16-2016-2018 - A felsőoktatási rendszer K+F+I szerepvállalásának növelése intelligens szakosodás által Sopronban és Szombathelyen” című projekt révén kapott támogatás segítségével jöhetett létre. A szerzőtársaknak, illetve dr. Brolly Gábornak, a Soproni Egyetem Földmérési és Távérzékelési Tanszék munkatársának szeretném megköszönni segítségüket és támogatásukat!

Felhasznált irodalom

Czirok L. (2016): Analysis of stress relations using focal mechanism solutions in the Pannonian Basin. Geosciences and Engineering: A Publication of the University of Miskolc, 5(8), pp. 65–84.

Czirok L. (2017): A Pannon-medence feszültségviszonyainak vizsgálata a földrengések fészekmechanizmusának inverziójával. Geomatikai Közlemények, 20, pp. 57–69.

Harangi S. – Novák A. – Kiss B. – Seghedi I. – Lukács R. – Szarka L. – Wesztergom V. – Metwaly M. – Gribovszki K. (2015): Combined magnetotelluric and petrologic constrains for the nature of the magma storage system beneath the Late Pleistocene Ciomadul volcano (SE Carpathians). Journal of Volcanology and Geothermal Research (290), pp. 82–96.

Heidbach, O. – Ledermann, P. – Kurfess, D. – Peters, G. – Buchmann, T. – Matenco, L. – Negut, M. – Sperner, B. – Müller, B. – Nuckelt, A. – Schmitt, G. (2007): Attached or not attached: Slab dynamics beneath Vrancea, Romania. International Symposium on Strong Vrancea Earthquakes and Risk Mitigation, Bucharest, Romania, pp. 4–20.

Ismail-Zadeh, A. – Matenco, L. – Radulian, M. – Cloetingh, S. – Panza, G. (2012). Geodynamics and intermediate-depth seismicity in Vrancea (the south-eastern Carpathians): Current state-of-the art. Tectonophysics (530), pp. 50–79.

Межеловский, Н.В. – Meželovskij, N.V. – Совет Экономической взаимопомощи, Conseil d'assistance économique mutuelle (1987): Kosmotektoničeskaâ karta evropejskih stran-členov SÈV i SFRO / Sovet Èkonomičeskoj vzaimopomoŝi / glavnyj redaktor N.V. Meželovskij = Space tectonic of map european countries – the CMEA members and SFRY/Council for Mutual Economic Assistance, Echelle 1:1 000 000 (E 8°–E 30° /N 54°–N 42°), [Moskva] : Mingeo, Fédération de Russie.

Radulian, M. – Mandrescu, M.N. – Popescu, E. – Utale, A. – Panza, G.F. (1999): Seismic activity and stress field in Romania. Romanian Journal of Physics 44, pp. 1051–1069.

Schmitt, G. – Nuckelt, A. – Knöpfler, A. – Marcu, C. (2007): Three dimensional plate kinematics in Romania. In Proceedings of the International Symposium on Strong Vrancea Earthquakes and Risk Mitigation, Romania, Bucharest, pp. 34–45.

van der Hoeven, A. – Mocanu, V. – Spakman, W. – Nutto, M. – Nuckelt, A. – Matenco, L. – Munteanu, L. – Marcu, C. – Ambrosius, B. (2005): Observation of present-day tectonic motions in the Southeastern Carpathians: Results of the ISES/CRC-461 GPS measurements. Earth and Planetary Science Letters (177), pp. 177–184.

Vavrycuk, V. (2014): Iterative joint inversion for stress and fault orientations from focal mechanisms. Geophysical Journal International, (199), pp. 69–77.

Zoback, M. L. (1992): First-and second-order patterns of stress in the lithosphere: The world stress map project. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 97(B8), pp. 11703–11728.

Internetes források

Internet 1 – The CGIAR Consortium for Spatial Information: http://srtm.csi.cgiar.org/

3D GIS - A Major Step Analysis to Evaluate Convenient Healthy Residential District Based on Environmental Sensory Data Sets

Ashraf ALDabbas[1] – Zoltán Gál[2] – Mohamed Amine Korteby[3]

[1] Ph.D. Student, University of Debrecen (Faculty of Informatics), Ashraf.Dabbas@inf.unideb.hu
[2] Ph.D, University of Debrecen (Faculty of Informatics), Gal.Zoltan@inf.unideb.hu
[3] Ph.D. Student, University of Debrecen (Faculty of Informatics), Amine.Korteby@inf.unideb.hu

Abstract: Utilization of precise 3D spatial network pattern can provide an essential refinement in vehicle routing, significantly, this kind of models magnify eco-routing, in which decreases the ecological effect of motor transportation. We come up with a novel sifting technique to determine the CO_2 emission level based on sensory data that are extracted from 2D spatial network framework model with a combination of information obtained from aerial laser scan, which is used to produce an accurate 3D modeling. In this paper, we present an environment quality evaluation to estimate convenient healthy residential district based on environmental sensory dataset which is an important task of environmental protection and providing a healthy lifestyle. The evaluation process involves complicated procedures which include loading the collected data, generating 3D GIS map, data analysis of 3D GIS map for the CO_2 emission level, then the quality evaluation can be decided through the feasible produced contour plot maps.

Introduction

Hippocrates was the headmost to depict the connection between the geographical features of an inhabitants' health and the place. Hippocrates characterized all these in one of his famous essays (Fradelos et al. 2014). With time passing, it has become progressively visible that the geographic data and mapping could be both quite helpful and pivotal not exclusively for research work but as well for the conception of many surrounding domains.

Geographic Information Systems (GIS) can be identified as a management framework of a spatial data. These data are linked with particular geographic characteristics. The evolution of GIS that is happening while time pass is commensurate to the enormous inclusive advancement of the computer technology. In the last former years, the health sector is continuously turning into a remarkable addition and valuable value due to the favor of exploiting both diverse information technology services and computer programs. The utilization of these methods owns a vast influence on the generic field of health and many researches are founded depending on them, such as risk assessment models prediction and simulation systems (Taylor et al. 2013). The environmental effect on mankind health is significant a lot of lives could have been rescued if the surrounding environment had been much healthy to live in; several environmental troubles that have an impact on the human health, could be noticed and eliminated by analyzing 3D GIS information. The utilization of GIS is earning bias with geo-health analysts, obstacles stay in the consideration to create more

sophisticated geospatial approaches by health provision and care decision creator (Joyce 2009). A neoteric qualitative research should be carried out to clarify that GIS is more than a visualization tool.

The remaining of the paper work is arranged as follows: related work is discussed in section 2. The data and method and analysis are presented in section 3. Finally, conclusions of this paper are presented in part 4.

Related work

We came across several research work that have proposed implementation of solution in our related search field, the review of the related work came as the following: Pham et al. (2017), the author addressed the issue of a tri-dimensional GIS framework appended to scopes of schematic planning, also introduced a method to combine the environmental urban data into this framework, in this context, the purpose of his study is to develop and maintain a 3D GIS for demonstrating, managing the targeted urban data and also for amalgamating and visualizing environmental data.

Gouko M. – Ito K. (2009) introduced an environment modeling technique based on state illustration, which exemplifies a variation in sensory information. This model improves that mobile robot has the ability to recognize the current environment based on the sensory information. Liu et al. (2010) state that the purpose of their research is how to estimate the hazard of residential domestic surrounding environment condition and to initiate a healthy and convenient residential domestic environment that could lead to a considerable impact on residents' health, consequently, the domestic air level of quality in the tangible residential local environment will have an effect on the residents' health and safety instantly (Liu et al. 2010). Häckell et al. (2016) present a 3-layers algorithmic system as the backbone for the elastic layout pattern of data operated organizational health observation frameworks, a key merit of this research work is to perform a normalization of sensor data via the utilization of unsupervised classification techniques (Häckell et al. 2016). Ya'acob et al. (2016) the intent in their work is to analyze and visually recognize areas and their corresponding scale of air pollutant. This research utilized the air pollutant index data which has been acquired from Malaysia Department of Environment also apply GIS through inverse distance weighted intercalation approach (Ya'acob et al. 2016).

Jiang N. (2017) the focus of this work is to impose the environmental problems encountered by China's economic growth and to promote the inclusive management of enterprise environment, and also it shows how to integrate strategic management with the environmental management (Jiang N. 2017). Shaw N. – McGuire S. (2017), work provide review to comprehend the concept of (GIS) and demonstrate how it can be utilized in the field of health and medical informatics (Shaw N. – McGuire S. 2017).

Data and Method

In this work we are using 3D GIS and spatial representation of CO_2 emission level by MATLAB programing environment as it provides a visualization environment that supports and combines the manipulation analysis and interpretation of the complex data to estimate and monitor the CO_2 emission level and evaluate convenient healthy residential district based on environmental sensory data sets. In this paper, we are trying to uncover three concepts associated to air pollution: the first one is the public ignorance regarding the air quality, the influence of that pollution on their health, and the level of difficulty of acquiring information associated to air pollution. The aim of this paper is to condense spotlight on GIS as technology and its possible applications in the field of health care, in general. The research provides a visual analytics of multi-dimensional spatial features of an extracted CO_2 emission levels of 3D Road network dataset, which is a 3D road network dataset with a quite precise elevation information this data set is utilized in eco-routing and in the scope of fuel/CO_2 emission estimation. This data set was initiated by combining elevation information to a 2-dimensions road network located in North Jutland, Denmark, the values of elevation where acquired from a publicly obtainable enormous laser scan sensor point data Cloud for Denmark.

The EcoMark (Guo et al. 2012) scope for assessing a paradigm of vehicular environmental (pollution) influence clarifies how the utilize of a precise 3D approach produces a more improved prediction of fuel consumption and greenhouse gas level of emissions generated from vehicle transportation. In our research, we are going to use the "3D Road Network (North Jutland, Denmark) Data Set". This data set covers a total scanned region of (185 x 135 km²) (*Figure 1*). The data record structure downloadable from the source is in the following table (*Table 1*). It can be observed that the accuracy of the altitude is 1*exp-13 because of the special, laser based scanning method. The accuracy of the longitude and latitude is 1*exp-7, which conforms to the GPS characteristics.

The map has been formed as a shape of arrays with a relative size of 10%x10% of the regions, so that the first region is symbolized as $R_{1,1}$, while the last region is represented as $R_{10,10}$, consequently. We are going to specify the healthy or the unhealthy region residential districts based on the conducted analysis. The environment quality is evaluated by estimating districts based on CO_2 level of the analyzed territory. Outlying regions were found based on the environmental sensory dataset, being an important

Table 1. Structure of the captured data set

Sample#	CO_2 level	X	Y	Z
1	144552912	9.3498486	56.7408757	17.0527715677876
2	144552912	9.3501884	56.7406785	17.6148402443890
..	…	…	…	...
434874	93323209	9.9434512	57.4962700	24.6352847839592

task of environmental protection and providing a healthy lifestyle for human in that peninsula.



Figure 1. Denmark, North Jutland region, Google Map view (Size: 185 km² x 135 km²)

Data analysis

The evaluation process involves special statistical procedures which include loading the collected data, generating 3D GIS map, data analysis of 3D map of the CO_2 emission level, then the region identification process. The generated *Figure 2* provides the bihistogram illustration of sampling coordinates XY where X illustrates longitude and Y illustrates altitude. It can be seen that the sampling intensity is not homogeneous in the territory. This phenomenon is caused by the specialty of the sampling process of the CO_2 levels by sensors installed on the 150 moving cars. In the biggest town Aalborg, the measurements are the most intensive in time. *Figure 3* displays the histogram of the CO_2 emission concentration in the analyzed territory. The majority of the CO_2 level samplings were in the 60%...70% of the maximum CO_2 level. It is important to notice that low number of samples were with relative CO_2 level in the 30%...40% range.

Among the possible method to record the sampling latitude is to utilize the probability distribution function (PDF) as a function over values of any sets, or it might attribute as the cumulative distribution function (CDF), the resulting histogram is shown in *Figure 6*.

Sketch of sampling longitude of (PDF) as a function over values of the

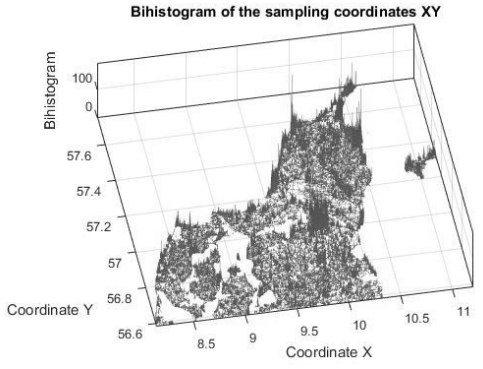


Figure 2. Bihistogram of the sampling coordinates

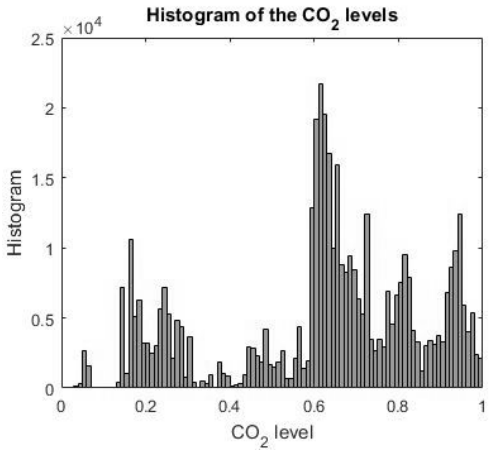


Figure 3. Histogram of the CO_2 level

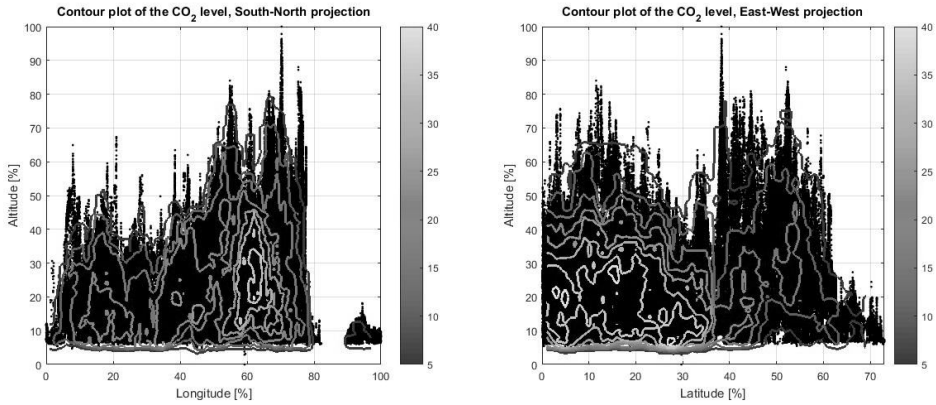


Figure 4. Contour plot of the CO_2 level from south-north (left) and east-west (right) projection

given samples, and the empirical (CDF) longitude, with a time window (minute) is represented with the resulting histogram which shown in *Figure 7*. The non-uniformity of the longitude and latitude sampling coordinates is caused by the presence of the sea territories of the analyzed peninsula.

To characterize the likelihood of CO_2 level dependence on altitude with (Z) coordinate *Figure 8* is provided. This CO_2 level decreases as the altitude increases, it worth to mention that the emission level is related to the altitude of the land above or under the sea level, where the samples have been collected, as the highest point is 30 m above the sea level and the lowest point is around 7 m below the sea level. Sketch of sampling longitude of PDF as a function over values of the given samples with the measurement window(cm), and the empirical CDF longitude, with a time window(meter) is represented with the resulting histogram which shown in *Figure 9*.

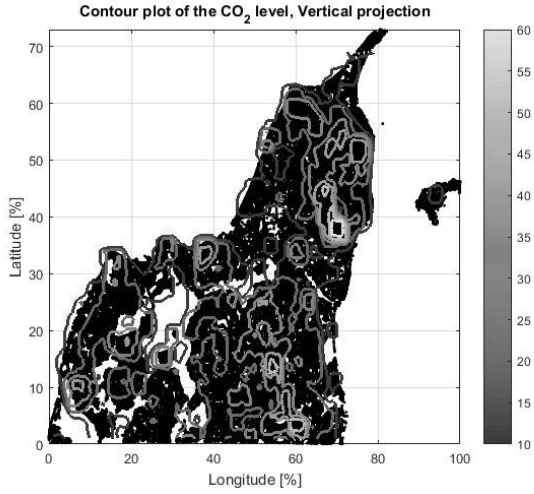


Figure 5. Contour plot of the CO_2 level from vertical projection

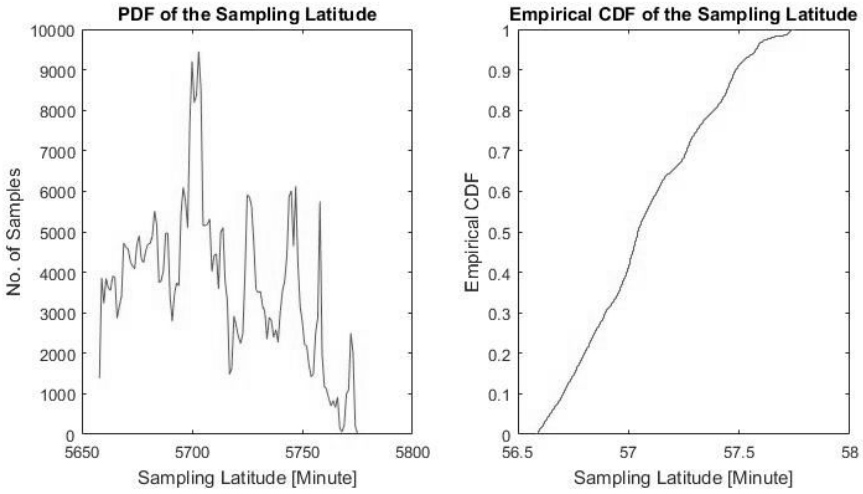


Figure 6. Probability distribution function (PDF) and Cumulative distribution function (CDF) of the sampling latitude

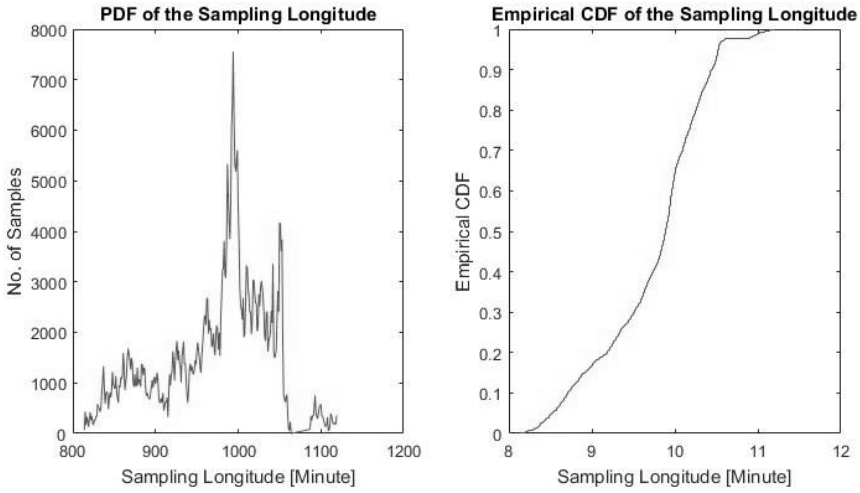


Figure 7. Probability distribution function (PDF) and Cumulative distribution function (CDF) of the sampling longitude [minute]

As we do not have a time stamp for the collected data, by performing a splitting of data into a smaller range, the storing order of the 2% of the samples gave us the trajectories of the roads formation. This information made us to consider that the sampling order matches with the storing order of the data in the file.

The interpretation process provides visual depictions that include a GIS view utilized to produce the spatial contour plot representation. This provides visual relationships between the 3D coordinates of the samplings and the CO_2 emission levels through a parallel contour views.

These figures are generated for multi-directional data analysis in *Figure*

4 and *Figure 5* to acquire a better comprehension depiction. All of these figures are sophisticated representation of environmental sensory data sets showing the high number of measurement points, drawing with good accuracy even the map of the peninsula (see *Figure 5*), as well.

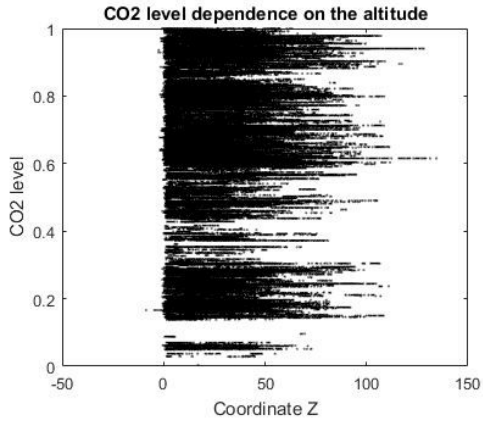


Figure 8. CO_2 level dependence on the altitude

In our model the yellow contour lines represent a higher emission level, which means more polluted zones, while the blue points represent a less polluted zone and the purple is the least, which are the healthiest residential district to live in. If we compare the contour plot in *Figure 5*, with *Figure 1*, then it can be concluded that the most affected regions with high CO_2 emission levels are: $R_{10,6}$, $R_{9,6}$, $R_{6,7}$, $R_{6,8}$, $R_{5,7}$, followed by the regions of the green color: $R_{3,7}$, $R_{3,8}$, $R_{9,1}$, $R_{9,2}$, $R_{9,3}$, $R_{10,6}$, then followed with the regions of the blue such as the regions $R_{2,6}$, $R_{2,7}$, $R_{2,8}$ as an example. While the most convenient regions are: $R_{9,7}$, $R_{7,2}$, $R_{8,2}$, $R_{10,3}$, $R_{1,8}$, $R_{1,9}$.

Conclusions

Benefiting in the field of health environment could be acquired when GIS method is utilized via sensory data sets, however, refinements have to be made in both the quality and quantity of the available inputs of data for these available methods to

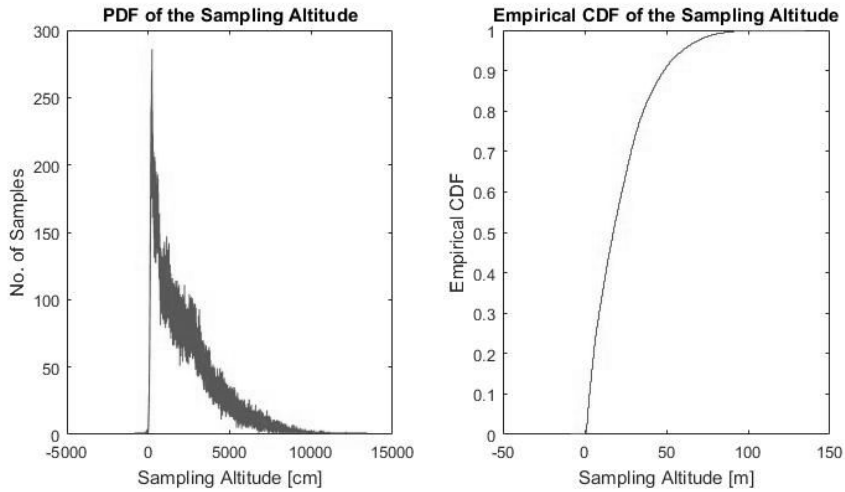


Figure 9. Probability distribution function (PDF in [cm]) and Cumulative distribution function (CDF in [m]) of the sampling altitude

guarantee improved geographical context of health representation via the used maps. Based on these observations convenient inferences between healthy residential district and environmental elements could be acquired. The major implementation of GIS in the field of health informatics include health risk analysis, but the method represented in this paper gives remarkable solution to enhance the quality and adequacy in the field of healthiest district identification algorithms. More detailed evaluation of the sampled data in 3D is required in the future to give more exact dispersion of the CO_2 level in the vertical direction.

References

Fradelos, E.C. – Papathanasiou, I.V. – Mitsi, D. – Tsaras, K. – Kleisiaris, C.F. – Kourkouta, L. (2014): Health Based Geographic Information Systems (GIS) and their Applications. Acta Informatica Medica, 22(6), pp. 402–405.

Gouko, M. – Ito, K. (2009): Environmental identification based on changes in sensory information. International Conference on Advanced Robotics, Munich, pp. 1–7.

Guo, C. – Ma, Y. – Yang, B. – Jensen, C.S. – Kaul, M. (2012): Ecomark:Evaluating Modelsof Vehicular Environmental Impact. ACM SIGSPATIAL, pp. 269–278.

Häckell, M.W. – Rolfes, R. – Kane, M.B. – Lynch, J.P. (2016): Three-Tier Modular Structural Health Monitoring Framework Using Environmental and Operational Condition Clustering for Data Normalization: Validation on an Operational Wind Turbine System. Proceedings of the IEEE, 104(8), pp. 1632–1646.

Jiang, N. (2017): Environmental performance evaluation combining environmental strategies – with balanced scorecard as a tool. 2017 International Conference on Service Systems and Service Management, Dalian, pp. 1–5.

Joyce, K. (2009): To me it's just another tool to help understand the evidence: Public health decision-makers' perceptions of the value of geographical information systems (GIS). Health & Place, 15(3), pp. 831–840.

Liu, J. – Chen, K. – Lin, J. – Yang, X. (2010): Residential indoor environmental health risk assessment with stochastic theory in Changsha, Hunan, 2010 International Conference on Mechanic Automation and Control Engineering, Wuhan, pp. 2073–2076.

Pham, T.T. – Musy, M. – Siret, D. – Teller, J. (2007): Methodology for Integrating and Analyzing Environmental and Urban Data in 3D GIS. 10th AGILE International Conference on Geographic Information Science, Aalborg University, Denmark.

Shaw, N. – McGuire, S. (2017): Understanding the use of geographical information systems (GIS) in health informatics research: A review. J Innov Health Inform, 24(2), p. 940.

Taylor, J. – Biddulph, P. – Davies, M. – Lai, K. (2013): Predicting the microbial exposure risks in urban floods using GIS, building simulation and microbial models. Environment International, 51, pp. 182–195.

Ya'acob, N. – Azize, A. – Adnan, N.M. – Yusof, A.L. – Sarnin, S.S. (2016): Haze monitoring based on air pollution index (API) and geographic information system (GIS). 2016 IEEE Conference on Systems, Process and Control (ICSPC), Bandar Hilir, pp. 7–11.

A magyarországi lakossági energiafelhasználás térbeli összefüggéseinek vizsgálata

Deák Attila[1] – Apáti Norbert[2]

[1] PhD hallgató, DE TTK Társadalomföldrajzi és Területfejlesztési Tanszék, deakatesz@freemail.hu
[2] egyetemi hallgató, DE TTK Társadalomföldrajzi és Területfejlesztési Tanszék, norbertszatmarcseke@gmail.com

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 our research focused on the investigation of spatial inequalities in the residential energy consumption in Hungary calculated by the settlement level datasets of KSH-TeIR, KSH-NAV, hungarian population census and CORINE Land Cover for the level of districts. Results for the applied logarithmic weighted standard deviation, Hoover index and weighted Gini index are represented in the essay with their temporal analysis.

Bevezetés

Az energia napjainkban a gazdaság és a társadalom hajtóerejének tekinthető, mivel előállítása, szállítása és hatékony felhasználása meghatározhatja/meghatározza a nemzetgazdaságok fejlődését. Magyarország a konvencionális energiahordozók tekintetében a kedvezőtlenebb adottságú országok közé tartozik, amelynek következtében a felhasznált energia jelentős részét importálni kénytelen.

A magyarországi energiafogyasztás vizsgálata a technikai fejlődés és a lakosság energiafelhasználásának növekedése miatt egyre aktuálisabbá válik, amelynek csak egy szegmensét képezik az energiafelhasználás területi egyenlőtlenségeire irányuló elemzések. A globális trendek arra utalnak, hogy az energiaigények növekedése a közeljövőben is töretlen marad. A fosszilis energiahordozó-készletek kimerülése révén a kitermelés hamarosan eléri maximumát (Nemzeti Energiastratégia 2030).

A téma fontosságát növeli, hogy az egyik legjelentősebb energiafogyasztó a lakosság (2010/31/EU-irányelv bevezetésének 3. bekezdése), valamint hogy az energiafogyasztáshoz kapcsolódó ellátottsági és infrastrukturális mutatókat korábban fejlettségi mutatóként is használták – habár napjainkra az egyenlőtlenséghordozó tartalmuk csökkent (Pénzes J. 2014). A tanulmányban a lakossági energiafogyasztás területi jellegzetességeinek néhány fontosabb részlete kerül bemutatásra a terjedelmi korlátok figyelembevételével.

Anyag és módszer

A lakossági energiafelhasználás jellegzetességeinek és befolyásoló tényezőinek elemzéséhez használt településsoros mutatók a KSH, az Országos Területfejlesztési és

Területrendezési Információs Rendszer (TeIR), a legutóbbi (2011-es) népszámlálás, a (2012-es) CORINE felszínborítási, valamint a Nemzeti Adó- és Vámhivatal (NAV) adatbázisából származnak. A felhasznált településszintű adatokat képezi: a lakosságszám, (energia)fogyasztószám, a felhasznált villamosenergia- (MWh), vezetékesgáz-mennyiség (1000 m^3), a belterület (km^2), az éves szinten összesített személyi jövedelemadó-alapot képező jövedelem (Ft), a népesség iskolai végzettsége a megfelelő korúak viszonylatában (%), az erdőterületek (ha). Az egyszerűbb viszonyszámok, fajlagos (fogyasztóra, lakosra vetített) mutatók számításán kívül korrelációszámítás, valamint különböző területi egyenlőtlenségi mutatók (logaritmikus súlyozott relatív szórás, Hoover-index, súlyozott Gini-együttható) is alkalmazásra kerültek.

Vizsgálatunk tárgyát a 2000–2016 közötti időszak lakossági energiafogyasztásának és időbeli változásának elemzése képezi a településsoros adatokból számított járásokon belüli egyenlőtlenségi mutatókkal, valamint ezek néhány tényezővel 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 jogszabályok szolgáltak.

Az eredmények ismertetéséhez készített ábraanyag az MS Office, a Past és az ArcGIS szoftverek segítségével készültek.

Eredmények

A lakossági energiafelhasználás területi különbségeinek megértéséhez lényeges a különböző befolyásoló tényezők részletes ismerete. Az energiafogyasztásra hatással lévő tényezőket számos tanulmány vizsgálta különböző szempontok szerint – pl. az energiafogyasztás kapcsolata a jövedelemmel (Csomós Gy. – Kulcsár B. 2014) vagy a településszerkezettel (Domán Cs. – Szemmelveisz T.-né 2011). Ezen kívül a Putzer – Pavluska (2013) szerzőpáros jól összefoglalta a szakirodalomban leírt befolyásoló tényezőket – mint például a település, lakástípus, háztartás, személyes jellemzők, attitűdök (környezettudatos, energiatudatos gondolkodásmód) – és azok csoportosítását is. Mindemellett még a „visszapattanó hatás" (rebound effect) is hatással lehet az energiafogyasztásra (Harangozó G. 2011).

A szakirodalomban foglaltakra, valamint korábbi kutatási eredményekre alapozva készült az a korrelációs mátrix, amely a lakossági energiafogyasztás és az azt befolyásolni képes néhány tényező közötti kapcsolat elemzésére – valamint e fogyasztást meghatározó komplex tényezők feltárását célzó további kutatómunka megalapozására – szolgál. A településsoros adatok felhasználásával készült korrelációs mátrix (*1. táblázat*) alapján egyirányú, szoros kapcsolat tapasztalható az energiafogyasztás mennyisége és a lakosság jövedelme, iskolai végzettsége vagy a belterületi népsűrűség között. A villamos energia vonatkozásban ezen kapcsolatok

jellemzően „szorosabbak" voltak, valamelyest erősebb korrelációt mutatva, mint a gázfogyasztás esetén. A tűzifával való fűtés energiafogyasztásban betöltött szerepe is jelentős különösen a vidéki térségekben. Azonban az erre vonatkozó településsoros adatok hiányában más mutatók felhasználása szükséges. Kísérletünkben a 2012-es CORINE felszínborítási adatbázisból származó 4 erdőterület-kategória (mint tűzifaforrás) fogyasztással való kapcsolata igen alacsony korrelációs értékeket vett fel – így újabb mutatók keresése vált szükségessé.

A lakossági energiafelhasználás területi jellegzetességei

Az említett néhány befolyásoló tényező következtében a régiós szinttől a települési szintig egyaránt megfigyelhetők kisebb-nagyobb területi különbségek Magyarország lakossági energiafogyasztásában, illetve háztartási energia kiadásában.

A KSH adatai alapján – az egy főre jutó éves kiadások csoportok közül a „Lakásfenntartás, háztartási energia" tétel országos átlagban a teljes háztartási kiadások 19%-át teszi ki. E kiadási tétel az országos átlaghoz viszonyítva a két alföldi régió esetén megegyező arányú, a Közép-Magyarország régióban valamelyest

1. táblázat Magyarország lakossági energiafogyasztását befolyásoló tényezők korrelációs mátrixa Spearman-féle rangkorreláció-számítással (saját szerkesztés a gyűjtött adatbázis alapján)

	Belter.neps	vGaz.m	Ville.m	Jov.	Allas.ker	0.oszt	Alt.isk	Erettsegi	Felsofok
Belter.neps		**0,7014**	**0,7162**	0,7232	0,6151	0,5497	0,7330	0,7121	0,6787
vGaz.m	0,7014		**0,9193**	0,9341	0,7268	0,6213	0,9273	0,9369	0,9202
Ville.m	0,7162	**0,9193**		0,9729	0,8024	0,6944	0,9856	0,9737	0,9523
Jov.	0,7232	**0,9341**	**0,9729**		0,7470	0,6446	0,9783	0,9883	0,9703
Allas.ker	0,6151	**0,7268**	**0,8024**	0,7470		0,8080	0,8424	0,7595	0,7167
0.oszt	0,5497	**0,6213**	**0,6944**	0,6446	0,8080		0,7284	0,6553	0,6249
Alt.isk	0,7330	**0,9273**	**0,9856**	0,9783	0,8424	0,7284		0,9788	0,9511
Erettsegi	0,7121	**0,9369**	**0,9737**	0,9883	0,7595	0,6553	0,9788		0,9850
Felsofok	0,6787	**0,9202**	**0,9523**	0,9703	0,7167	0,6249	0,9511	0,9850	

Jelmagyarázat: Belter.neps. – belterületi népsűrűség; vGaz.m – a háztartások részére szolgáltatott vezetésgáz-mennyiség; Ville.m – a háztartások részére szolgáltatott villamosenergia-mennyiség; Jov. – az éves szinten összesített személyi jövedelemadó-alapot képező jövedelem; Allas.ker – álláskeresők száma; a népesség iskolai végzettsége a megfelelő korúak viszonylatában; 0.oszt – az általános iskola első évfolyamát el nem végzők száma a 10 éves és idősebb népességből; Alt.isk – legalább általános iskola 8. évfolyamát elvégzők száma a 15 éves és idősebb népességből; Erettsegi – legalább érettségivel rendelkezők száma a 18 éves és idősebb népességből; Felsofok – egyetem, főiskola stb. oklevéllel rendelkezők száma a 25 éves és idősebb népességből.

magasabb, míg a többi régió vonatkozásában alacsonyabb. Ugyanakkor az is megfigyelhető, hogy a „Lakásfenntartás, háztartási energia" kiadások legnagyobb hányadát az elektromos energia, a gáz és egyéb tüzelőanyagok költsége adja, amely a fejlettebb régiókban alacsonyabb (Közép-Magyarország 59%, Nyugat-, illetve Közép-Dunántúl 66–68%), míg a kevésbé fejlett régiókban magasabb (71–74% közötti).

Az egy főre jutó villamosenergia-kiadások aránya az energia célú kiadásokból 37% a régiók többségében – kivételt képez Dél-Dunántúl 40%-os, valamint Közép-Dunántúl 34%-os kiadási hányada. Az egy főre jutó vezetékesgáz-költségek Közép- és Dél-Dunántúl esetén a legalacsonyabbak (28%), míg Közép-Magyarország esetén a legmagasabb (42%). Ezenkívül még a szilárd tüzelőanyagok beszerzésére fordított költségek is számottevőnek tekinthetők – Közép-Magyarország kivételével (5%) – ,hiszen az alföldi régiókban 14%-os, míg a többi régióban 16%-os.

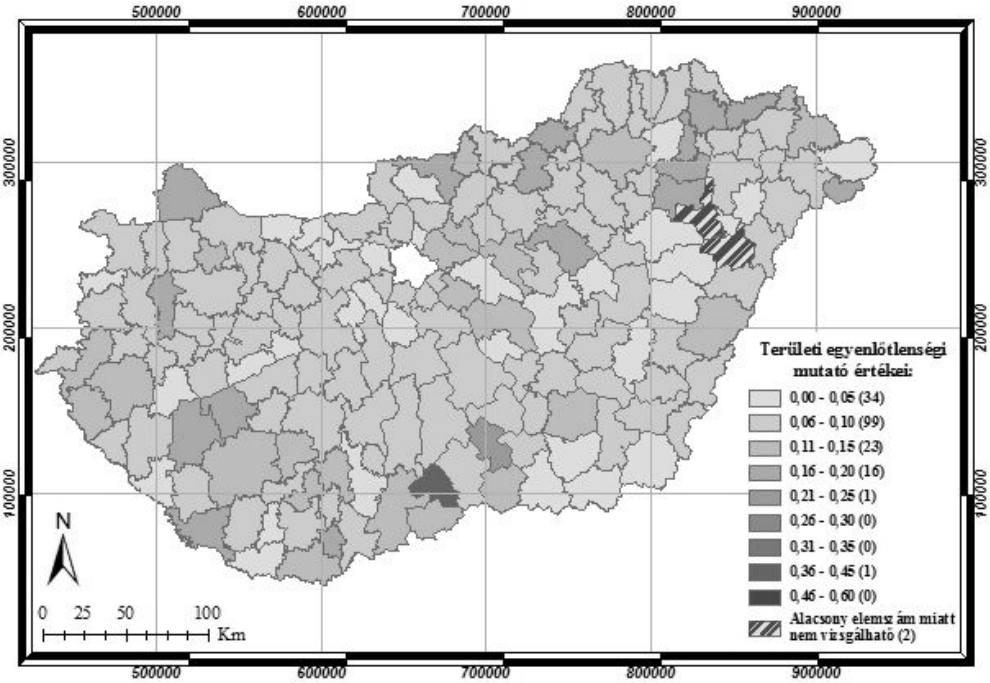
A lakossági energiafelhasználás területi egyenlőtlenségei

Az alábbiakban a lakossági villamosenergia- és vezetékesgáz-fogyasztás területi egyenlőtlenségi mutatók eredményei, illetve időbeli változásai kerülnek röviden bemutatásra.

A lakosság villamosenergia fogyasztásában összességében kisebb mértékű területi egyenlőtlenség jellemző. A magasabb belső egyenlőtlenségekkel rendelkező járások elsősorban a Dunántúl és Bács-Kiskun megye déli részén, a keleti határ mentén, valamint az Észak-Magyarország régióban találhatók a logaritmikus súlyozott relatív szórás alapján. A súlyozott Gini-együttható alapján is kicsi (0,1-es érték alatti) a területi egyenlőtlenség mértéke a járások nagy részében (*1. ábra*). A legmagasabb értékek alig haladják meg a 0,2-es értéket, ami nem jelent erős területi differenciálódást. E magasabb egyenlőtlenséggel rendelkező járások értékei – az előző mutató területi mintázatához hasonlóak. E tekintetben kiemelhető az Észak-Magyarország régióból a Cigándi, a Sárospataki, a Tokaji, a Tiszavasvári, az Ózdi és a Balassagyarmati járás, de ugyancsak magasabb belső egyenlőtlenséggel rendelkezik még például a Jánoshalmi, a Marcali vagy a Barcsi járás.

A villamosenergia-fogyasztás területi különbségeit több tényező is okozhatja. Ilyen lehet például a járások eltérő településszerkezete (alföldi mezővárosok versus aprófalvas területek), a társadalom életszínvonalához köthető jellegzetességek, a háztartások eltérő összetétele (pl. a kor, a nem, az iskolai végzettség, egy háztartásban élők száma, jövedelme), de a kis lélekszámukhoz viszonyítva jelentős turizmussal (magánszálláshellyel) rendelkező települések esetén is jelentkezhet magasabb energiafelhasználás.

A háztartások vezetékes gázfogyasztása esetén a járások belső egyenlőtlenségének mértéke már jóval nagyobb, mint a villamosenergia-fogyasztásnál. A kapott eredmények alapján magasabb területi egyenlőtlenséggel jellemezhető a Dunántúl nagy része – a fejlettebb térségek (Győr, Székesfehérvár) kivételével –, Északkelet-Magyarország határ menti területei és néhány alföldi járás. A



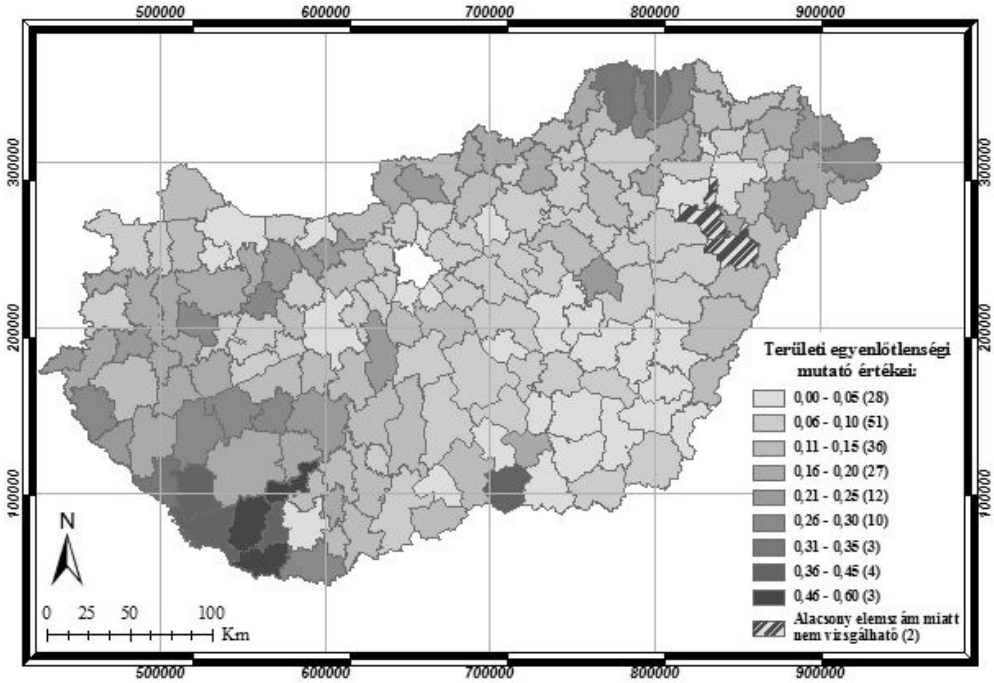
1. ábra Magyarország lakossági villamosenergia fogyasztásának területi egyenlőtlensége 2016-ban a súlyozott Gini-együttható alapján (saját szerkesztés a KSH–TeIR adatai alapján)

súlyozott Gini-együttható értékei szerint a legnagyobb belső egyenlőtlenségű járások koncentráltabban helyezkednek el a határ menti térségben (*2. ábra*). Valamelyest magasabb, 0,2–0,3 közötti értékkel 32 járás, míg 0,3-at meghaladó értékkel 10 járás – az Edelényi, az Encsi, a Mórahalmi, a Hegyháti, a Sellyei, a Szentlőrinci, a Szigetvári, a Barcsi, a Csurgói és a Nagyatádi járás – rendelkezik.

A lakosság vezetékes gáz fogyasztását befolyásoló időjárási tényezőkön kívül – ugyanakkor azzal összefüggésben – a fűtéstípus szerepe meghatározó (amely nyilván a hálózat kiépítettségének is függvénye). A vezetékes gázfűtés „vidéki" alternatívája lehet az erdők által kínált tűzifa vagy egyéb biomassza, ugyanakkor a szénnel vagy a háztartási hulladékokkal való fűtés is jellemző. Ezzel szemben a nagyvárosok gázfűtési alternatívája a panellakások és a bérházak fűtését biztosító távhőszolgáltatás.

Az energiafogyasztás területi egyenlőtlenségeinek időbeli változása

A 2000–2016 közötti időszakra számított területi egyenlőtlenségi mutatók időbeli változásának megállapítása a járási egyenlőtlenségi mutatókra illesztett lineáris regressziós egyenes meredeksége alapján történt (Dusek T. 2005; Pénzes J. 2012). A háztartási energiafelhasználás területi egyenlőtlensége a legtöbb járásban stagnált, nem változott jelentős mértékben. Ugyanakkor egyes járásokra az egyenlőtlenségek növekedése, illetve csökkenése jellemző.



2. ábra Magyarország lakossági vezetékes gáz fogyasztásának területi egyenlőtlensége 2016-ban a súlyozott Gini-együttható alapján (saját szerkesztés a KSH–TeIR adatai alapján)

A villamosenergia-fogyasztás egyenlőtlenségének csökkenése, azaz nivellálódása 7 járásra jellemző a vizsgált időszakban. Ezen járások az ország középső, délnyugati részén találhatók (pl. a Gyáli, a Szobi, a Bajai, a Bácsalmási, a Barcsi és a Marcali járás). A járások belső egyenlőtlenségének kedvezőtlen változása, növekedése, azaz differenciálódása 6 járásra jellemző. Ez a Cigándi, a Sárospataki, a Tokaji, a Pétervásárai, a Kiskunmajsai és a Jánoshalmai járás.

A vezetékes gázfogyasztás esetén 23 járásban figyelhető meg az egyenlőtlenségek csökkenése, nivellálódása. Ezen járások kétharmada a Dunántúlon (pl. a Keszthelyi, a Zalaegerszegi, a Zalaszentgróti, a Sümegi, a Körmendi vagy a Nagykanizsai járás), míg harmada az ország keleti felében (pl. a Szolnoki, a Jászapáti, a Szerencsi, a Putnoki vagy a Záhonyi járás) található. Ezzel szemben 9 járásra jellemző az egyenlőtlenségek növekedése, differenciálódása, amely területileg már kevésbé koncentráltan helyezkedik el az országban (pl. az Edelényi, a Szarvasi, a Ráckevei, a Győri vagy a Csurgói járás).

Összegzés

A lakosság jelentős energiafogyasztása révén igen aktuális és fontos a téma kutatása. E fogyasztás jellemzői igen összetettek, számos tényező befolyásolja, amely közül csupán néhány került megnevezésre. A háztartások energiafelhasználásának

és az arra hatással lévő tényezők minél részletesebb megismerése, valamint a területi egyenlőtlenségek feltárása segíthet megérteni a lakosság fogyasztási jellegzetességeit, amelyek ismeretében lehetőség nyílhat az energiapolitikai célok eléréséhez területspecifikus programok bevezetésére.

A járási szintű vizsgálat során alkalmazott területi egyenlőtlenségi mutatók eredményei megerősítették a korábbi kutatások országos szintű eredményeit, az ismert területi egyenlőtlenségeket, a befolyásoló tényezőket és hatásaikat. Ugyanakkor újabb befolyásoló tényezők is megállapításra kerültek mint a belterületi népsűrűség, a kistelepülések jelentősebb turizmusa, a magánszálláshely forgalma és a fűtési mód. Továbbá a lakossági energiafogyasztásban látható járási szint területi egyenlőtlenségek visszavezethetők az országrészek eltérő településhálózat-sűrűségére, településszerkezetére, a különböző háztartásjellemzőkre, fűtési lehetőségekre (fűtéstípusok – tűzifa, távhő) a társadalmi jellegzetességekre vagy a jövedelmi különbségekre.

Az időbeli változások megállapítása a területi egyenlőtlenségi mutatók eredményeire illesztett lineáris regressziós egyenes meredeksége alapján történt. A kapott eredmények a legtöbb járásban az egyenlőtlenségek stagnálását mutatják. Ugyanakkor az egyenlőtlenségek nivellálódása, illetve differenciálódása is megfigyelhető, amely a vezetékes gázfogyasztás esetén jóval több járást érint, mint a villamosenergia-fogyasztásnál.

Köszönetnyilvánítás

"A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.1-16-2016-00022 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg."

Felhasznált irodalom

Csomós Gy. – Kulcsár B. (2014): A belföldi jövedelem és az energiafogyasztás összefüggéseinek vizsgálata a nagyvárosokban. Debreceni Műszaki Közlemények: A Debreceni Egyetem Műszaki Kar lapja, 13(1), pp. 95–104.

Domán Cs. – Szemmelveisz T.-né (2011): A háztartások energiafelhasználása a településszerkezet szempontjából. Anyagmérnöki Tudományok, 36(1), pp. 15–23.

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.

Harangozó G. (2011): A visszapattanó hatás jelentősége az energiafelhasználás csökkentésében. In. Csutora M. (szerk.) Az ökológiai lábnyom ökonómiája, Aula Kiadó, Budapest, pp. 108–118.

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.

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.

AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 2010/31/EU IRÁNYELVE az épületek energiahatékonyságáról

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

Using small drones in architectural surveys – in case of buildings and cities

Márton Deák[1] – Szabolcs Kari[2] – Csenge Judit Vizi[3] – Gergő Weszelovits[4] – Beatrix Szabó[5] – Márk Zagorácz[6] – András Sik[7] – Gianluca Casagrande[8]

[1] Project leader, Lechner Knowledge Center, marton.deak@lechnerkozpont.hu
[2] BIM consultant, Graphisoft Ltd., skari@graphisoft.com
[3] GIS specialist, Lechner Knowledge Center, judit.csenge.vizi@lechnerkozpont.hu
[4] BIM expert, Lechner Knowledge Center, gergo.weszelovits@lechnerkozpont.hu
[5] Remote sensing expert, Lechner Knowledge Center, beatrix.szabo@lechnerkozpont.hu
[6] directors advisor, Lechner Knowledge Center, mark.zagoracz@lechnerkozpont.hu
[7] director of geospatial services, Lechner Knowledge Center, andras.sik@lechnerkozpont.hu
[8] Associate professor, Università Europea di Roma, gianluca.casagrande@unier.it

Abstract: We tried to compare different building survey methods – focusing on the façades in this case. The study was based on the former Lágymányosi Tobacco Factory. In 2016 a survey of the building was started in order to preserve the architectural values of the building.
We concluded that while different survey methods have different accuracy, this is not the only difference between them. Some architectural features – such as railings – tend to disappear.

Introduction

The problem of building surveys and BIM modeling using point clouds is very complex. Some survey methods produce relatively good results, but they are very slow or expensive, while others are fast or cheap, but less accurate. We tried to compare some instruments – some laser scanners and some photogrammetric instruments – and compared them.

Methods

We selected a sample (seen on *Fig. 3*) and created a reference model for later use – such as it was in case of other single-building surveys (Achille et al. 2015; Deák et al. 2017). As reference, a part of the southern façade was chosen, since there are many building elements such as corners, stairs, rails, doors and windows. The survey for the reference modeling was made using traditional methods such as measuring tape and laser rangefinder, supplemented by photographic documentation. We did a non-destructive survey on the building so the exploration of structural layers has not been done yet – and in this case it is not needed as well. However the valuable details were accurately assessed and documented for possible future renovations. The survey design documentation includes floor plans for each level, typical sections of the building, detailed drawings of the different façades and also the schedule (a

detailed list of specification of an architectural object type – for example a window – which describes every property and additional info) of doors and windows.

In order to make the accuracy assessment possible we surveyed approximately 123 m² large façade using other methods as well. We created two point clouds – one was obtained by a Leica P30 terrestrial laser scanner (TLS) and the other was the UAV photogrammetry-derived point cloud. The DJI Phantom 4 UAV captured 107 images, flying parallel to the façade for this purpose.

For the achievement of high accuracy and point density, both vertical and horizontal overlaps between images were set to 80%. Flying distance from the façade was no more, than 10 m which is the closest the UAV could go without its obstacle avoidance system kicking in. On average, the same point was present in at least 4 images, but at most in 15. There were obviously exceptions – mostly at the edges – where the overlap was less than 4 images or when there was no overlap at all. Overall, the result was a very robust point cloud which was absolutely usable for architectural standards. However we also wanted to check the accuracy of the two methods (laser scanning and UAV-based photogrammetric survey) in comparison to the laser rangefinder-made building model.



Figure 1. Render of the building model used for reference



Figure 2. Section of the hand surveyed model

The aim of the study was to determine if remote sensing methods (laser scanning and photogrammetry) produce similar results as a manual survey – and if not how different they are. We calculated the statistical descriptive parameters of the clouds and performed a detailed study on some building elements. This shows how accurate a UAV based survey is and where is it better (or worse) than other methods. The idea in general is not new (Boehler W. – Marbs A. 2004; Grussenmeyer et al. 2008; Fritz et al. 2013) but its literature in the field of architecture is still not complete. It is important to note that all comparisons are made with the model's idealized forms, meaning reality may be different, e.g. a wall surface is not completely flat or a corner is not exactly 90°-aligned.

Before any comparison is done we have to lay down some principles. If we compare two point clouds from an architectural perspective the most important information is not the distance between the points of the point clouds but also the difference in the derivable parameters. In other words, if we draw a building element (e.g. a window) based on two different data sources, the relevant thing is how differently it will be detected by either one. If the difference between the point cloud and the model is Δ, then the measured size of any building element (e.g. a window) using two different data sources cannot exceed 2Δ. However, in this case we should assume that the point cloud at the windows at short distances (within a window width) is mistaken in two opposite directions with maximum Δ value. The probability of this event almost equals to 0 due to the technical parameters of the instruments and procedures. From now on, then, we will assume that the overall accuracy of the point cloud is robust enough to allow for the comparison and the standard deviation in case of one building element does not exceed the value of the whole data.

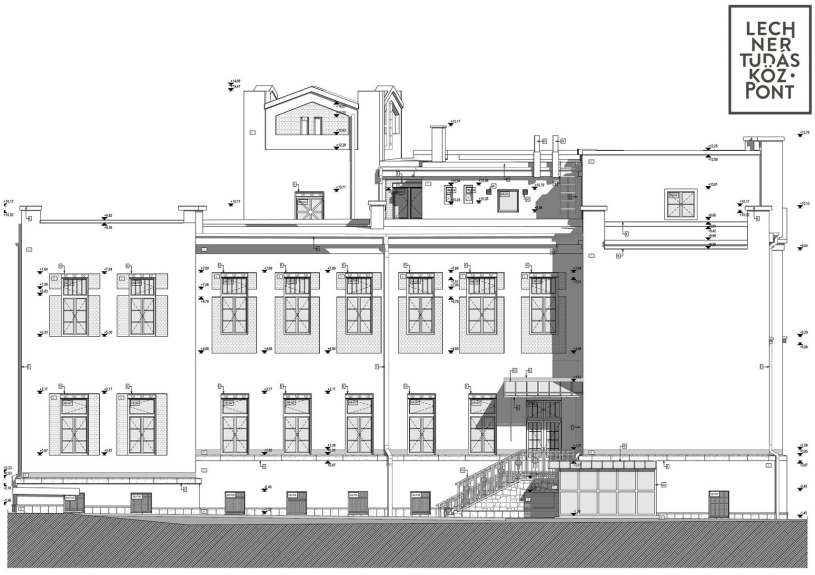


Figure 3. Drawing of the façade used for comparison

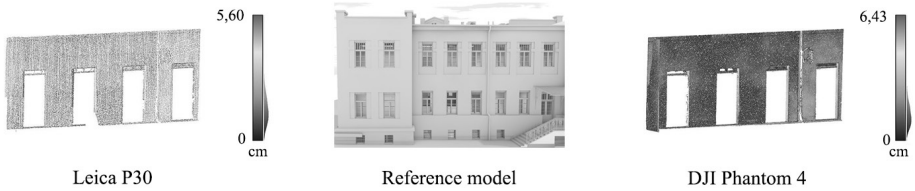


Figure 4. An example of the comparison between the model and the point clouds

Results

In this case while the UAV survey produced a fairly detailed model but it did not include some elements of the building that appeared on the point cloud. For example hook for holding wires was "hanging" from the model to about 30 cm, which was a strong influence on the maximum distance measured from the point cloud. They also affected the mean and the standard deviation values but since the relative point number of these "non-modelled" elements was very small (0.2%) we considered its impact as non-significant.

In the study we have calculated different statistical indicators, which can be interpreted on their own or can only be understood in relation to the reference. These are the point density (points/m² – i.e. the average number of points per m²) and the descriptive statistics of the distance between each point in relation to the model (e.g. minimum, maximum, average and standard deviation).

Before the evaluation, both point clouds were accurately georeferenced and noise-filtered. It is also important to note that in the case of Leica P30 the point density depended on the distance between the instrument and the scanned object (i.e. the façade), so this value does not describe the characteristics of the instrument, but only the current surveying sample. In this case, the distance between the building and the UAV was 10 meters, while in the case of laser scanning it was 50 meters.

The photogrammetric point cloud was considerably more detailed. Even the pattern of powder plaster can be seen. The average distance between the model and the cloud was below 1 cm which makes it absolutely usable for high detail surveys, e.g. for monumental buildings and statues. The Leica P30 was able produce similar results as well, however it still represented the model less accurately than

Table 1. Statistical parameters of the distance between the two point clouds and the model

	Leica P30	**DJI Phantom 4**
minimum (cm)	0	0
maximum (cm)	25.630	28.498
average (cm)	0.865	0.640
standard deviation (cm)	2.361	2.127
point density on the façade (p/m²)	1 625	51 723

the photogrammetric survey. It is worth noting that the effective surveying speed of these two devices is not the same. The survey may take a few minutes with the Leica scanner, while surveying and data processing using a photogrammetric device, in this case a UAV, may be considerably more time-consuming.

Since numbers can hide certain errors, in addition to the statistical comparison we also examined the individual building elements. A typical issue of the photogrammetric data set was that the flat wall surfaces was well covered but it produced more rough results at the corners. The difference is most noticeable in the case of vertical rods of iron railing where the static scanner provided a much more detailed data, but in case of the photogrammetric point cloud many iron rods of the railing appeared as one object.

Conclusions

This does not mean that UAV-derived photogrammetric data would be useless. In fact, it was more precise and accurate in several cases. Nevertheless, the user should take these errors into the proper account. Our conclusion is, that a UAV based photogrammetric point cloud might be more accurate in general, but in case of small details it fails against the terrestrial laser scanners.

Therefore we think it is recommended to supplement static scanning measurements by a UAV photogrammetric survey.

While the achievement of high accuracy is possible – as seen above – it might take a lot of work. In the previous case 107 photos for a 123 m² large façade were taken, meaning a whole building can be covered at least with 3000–4000 images (depending on the details as well). In the next example we created two models. Our goal was not architectural survey (at least not in the documenting and planning sense) but 3D data demonstration.

Meshing and model creation are somewhat out of the scope book. Still, we believe it is essential to emphasize what we couldn't do without a drone. A survey – either by photogrammetry or laser scanning – is absolutely possible without a drone. We can use terrestrial instruments to create 3D models – and from a defined point of view difference won't be even that much relevant. However we have to consider that a UAV can fly in façade at all levels, taking perpendicular images even from the highest parts of the building. When looking from the ground a lot of details are hidden, obscured by ledges or other elements. If we can collect photogrammetric data from above these covered areas tend to disappear.

In some cases detailed surveying needed to be done. A TLS cannot collect high enough point density to be able to model such parts as the Corinthian columns and statues – these elements are often scanned using photogrammetry during every survey. In this case however the statues are on a high level on the façade which basically denies us the application of any handheld photogrammetric instruments.

Therefore only a UAV could fly close enough to these parts and take the photos needed for processing.

In conclusion, we strongly advise that high-detail survey of façades should always be supplemented by UAV survey.

References

Achille, C. – Adami, A. – Chiarini, S. – Cremonesi, S. – Fassi, F. – Fregonese, L. – Taffurelli, L. (2015): UAV-Based Photogrammetry and Integrated Technologies for Architectural Applications – Methodological Strategies for the After-Quake Survey of Vertical Structures in Mantua (Italy). Sensors, 15(1), pp. 15520–15539.

Boehler, W. – Marbs, A. (2004): 3D scanning and photogrammetry for heritage recording: a comparison. Geoinformatics 2004. Proc. 12th Int. Conf. on Geoinformatics − Geospatial Information Research: Bridging the Pacific and Atlantic University of Gävle, Sweden, 7–9 June 2004, pp. 291–298.

Deák M. – Pesti M. – Riedel M. M. – Sik A. (2017): A fototípiától a drónfelvételig: Az MTA székháza. Mérnök Újság, 1–2, pp. 37–40. (in Hungarian)

Fritz, A. – Kattenborn, T. – Koch, B. (2013): UAV-based photogrammetric point clouds – tree stem mapping in open stands in comparison to terrestrial laser scanner point clouds. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-1/W2, 2013 UAV-g2013, 4–6 September 2013, Rostock, Germany, pp. 141–146.

Grussenmeyer, P. – Landes, T. – Voegtle, T. – Ringle, K. (2008): Comparison methods of terrestrial laser scanning, photogrammetry and tacheometry data for recording of cultural heritage buildings. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Beijing, XXXVII(B5), pp. 213–128.

Magyarország törzshálózati talajvíz monitoring hálózatának adatellátottsági elemzése

Decsi Bence[1] – Ács Tamás[2] – Kozma Zsolt[3]

[1] doktorandusz, BME-VKKT, decsi.bence@epito.bme.hu
[2] doktorjelölt, BME-VKKT, acs.tamas@epito.bme.hu
[3] egyetemi adjunktus, BME-VKKT, kozma.zsolt@epito.bme.hu

Absztrakt: The growing understanding of ecosystem services (ES) shifted the focus of scientific research to mapping and modelling ES-s. Such assessments require the exploration of relationship between the ecosystems providing ES-s and the sustaining environmental factors. Many ecosystems depend on groundwater (GW), however, in most cases, no direct information on local GW status is available. Hence, monitoring well data are often used to describe the GW regime, but their reliability is of question. In our research we investigated the Hungarian national GW monitoring network. Statistical indicators were used to characterize the spatial distribution and data quality. It was found that data gaps and inconsistency affect a notable proportion of wells. As a consequence, depending on the well set used for e.g. estimating regional GW level trends, results may differ significantly.

Bevezetés és célok

A természetes és mesterséges ökoszisztémák és az általuk biztosított ökoszisztéma-szolgáltatások (ÖszSz-k) szoros kapcsolatban állnak a vízkészletek minőségi és mennyiségi állapotával (Grizetti et al. 2016; Liu et al. 2016), ugyanakkor meghatározó szerepet játszhatnak számos hazai vízügyi kérdés és konflikushelyzet megoldásában is. Ilyenek elsősorban egyes területi vízgazdálkodási feladatok: az árvíz-belvíz-aszály problémaköre, a tájléptékű vízvisszatartás, az integrált árvízi kockázatcsökkentés (Koncsos L. 2011; Ungvári et al. 2012; Pinke et al. 2018) vagy a felszín alatti víztől függő élőhelyek és az emberi vízigények összehangolása (Ács T. – Kozma Zs. 2017). Az ökoszisztémák és az ezek fenntartásában meghatározó szerepet játszó vizek állapotának sokszor bonyolult függőségi viszonyrendszerének tisztázása elengedhetetlen feltétele az ÖszSz-k értékelésének, térképezésének. A különböző ÖszSz értékelési módszerek rendszerint támaszkodnak a vízállapotok tér- és/vagy időbeli változását leíró információkra. A gyakorlatban elterjedt ÖszSz modellek (InVEST, LUCI, ARIES) mindegyike valamilyen formában, inputadatként igényli a modellezni kívánt terület hidrológiai viszonyainak leírását (Bagstad et al. 2013; Sharps et al. 2017). Tapasztalatunk szerint mind a hidrológiai vizsgálatok, vízháztartási elemzések és egyéb hidrológiai témájú kutatások, mind az ÖszSz értékelés során az adatellátottság és az adatok megbízhatósága jelentik az egyik szűk keresztmetszetet.

Hazai viszonylatban az ÖszSz-kat nyújtó ökoszisztémák jelentős része felszín alatti víz (általában talajvíz) által befolyásolt, ezért állapotuk és ÖszSz potenciáljuk

értékelhetősége alapvetően függ a talajvízre vonatkozó információk mennyiségétől és minőségétől. Országos léptékben a rendelkezésre álló információk két típusra oszthatók: i) monitoringkutak vízállás idősorai és ii) interpolált vagy vízföldtani modellekkel előállított talajvíztérképek. Amíg az idősorok térben pontszerű, időben – az adathiányokat leszámítva – folytonos adatokat jelentenek, addig a térképek általában éves vagy sokéves átlagos talajvízszintek térbeli változékonyságát mutatják. A két adattípus között szoros kapcsolat van: a kutakban mért vízszintek egyrészt a térbeli interpoláció változójának pontszerű megfigyeléseit jelentik, másrészt lehetővé teszik a hidrogeológiai modellek kalibrációját. Következésképpen a kutak térbeli eloszlása és a mért adatsorok minősége meghatározzák a talajvíztérképezés lehetőségeit és a térképek megbízhatóságát.

Kutatásunk célja annak értékelése, hogy a talajvíz mennyiségi állapotára országosan elérhető adatbázisok milyen mértékben támogatják az ÖszSz-khoz kapcsolódó hidrológiai elemzéseket. Dolgozatunkban e kutatás megalapozásaként az országos talajvízfigyelő kúthálózat térbeli eloszlását és adatsorainak minőségét elemeztük.

Anyag és módszer

Az országos törzshálózati talajvíz monitoring adatbázis (forrás: OVF) 2113 észlelő kút vízállás idősorait tartalmazza. A rendelkezésünkre álló adatsorok napi felbontásúak voltak, és az 1961–2013 közötti időszakot fedték le. Az idősorok minőségét az adathiányok és az adathibák rontják. A változó hosszúságú és gyakoriságú adathiányok egy része szisztematikus, ami jellemzően a napinál ritkább leolvasási (mérési) gyakoriságból fakad. Emellett előfordulnak szabálytalan, gyakran hosszabb időszakot lefedő, általában technikai problémára visszavezethető adathiányok is. Számos kút esetében megfigyelhető, hogy egymást követő napok mért vízállásai között irreálisan nagy különbség (ugrás) van. Ez adathibára utal, melynek oka valószínűleg a kútperem abszolút magasságának változása, de nem zárható ki közeli termelő kút indításának vagy leállításának hatása (rövid idő alatt megjelenő nagymértékű leszívás vagy visszatöltődés) sem.

Az idősorok számszerű értékelése az adatbázis statisztikai vizsgálatával, indikátorok segítségével történt:

a) adatellátottság: a mért adattal jellemzett napok számának és a vizsgált időszak hosszának aránya;
b) adathiány: az adathiányos periódusok hosszának szórása;
c) szakadás: az olyan mérési események száma, amikor két egymást követő adat között az eltérés nagyobb mint 0,7 m.

A kutak idősorait az indikátorok értékei alapján *gyenge*, *közepes* és *jó* minőségi kategóriákba soroltuk (*1. táblázat*). Gyenge minősítést kaptak azok a kutak, melyek a vizsgált periódusokban kevés adatot tartalmaznak, az adathiányos időszakok hossza nagy szórást mutat (a hiányok véletlenszerű, nem tervezett kiesésekre utalnak) vagy

kettőnél több ugrás van az idősorukban. A *jó* minősítéshez lényegesen szigorúbb feltételek (szakadásmentesség, minimális adathiány) egyidejű kielégítése volt szükséges. *Közepes* minősítést a *gyenge* és *jó* besorolás közé eső kutak kaptak. Véleményünk szerint a *közepes* és elsősorban a *jó* kutak alkalmazhatóak hosszú távú vizsgálatokhoz, trendelemzéshez, modellek (kalibrációs/peremi) bemenő adataiként. Az alkalmazott statisztikai jellemzőket és az azokra vonatkozó küszöbszámokat részben önkényesen, az idősorok vizuális értékelése alapján, részben a küszöbértékekre végzett egyszerű érzékenységvizsgálat nyomán választottuk ki.

A kategorizálás után a monitoringhálózat területi lefedettségét vizsgáltuk, amit a 100 km²-re eső gyenge, közepes és jó kutak számával jellemeztünk. A vizsgálati egységeket egy jelen elemzésünkkel megtámogatott párhuzamos kutatás (Pinke Zs. 2018) egyéb (szántóföldi terméshozamok) adatellátottsága miatt a közigazgatási megyehatárokhoz igazítottuk.

Végül vizsgáltuk, hogy milyen irányban és milyen ütemben változtak a talajvízszintek, amit a vízállás idősorokra illesztett lineáris trendvonal meredekségével jellemeztünk. A változást az összes kút és az általunk jó osztályba sorolt kutak esetében is elemeztük. Annak érdekében, hogy az elmúlt évtizedekben végrehajtott hálózatfejlesztés hatását értékelni tudjuk, vizsgálatainkat két időszakra végeztük el: i) az idősorok által lefedett 1961–2013-as periódusra és ii) az éghajlati szempontból jelen évtizedben normál időszaknak tekinthető 1981–2010-es periódusra (Internet1).

Eredmények

A kútidősorok 1961–2013-as időszakra vonatkozó osztályozásának eredményeit az *1. ábrán* mutatjuk be. A kördiagramokon az egyes osztályokba eső kutak arányát tüntettük fel megyénként (fekete – *gyenge*, szürke – *közepes*, halványszürke – *jó*). Országosan többségben vannak a *gyenge* minősítésű kutak: 64,4% (1361 db) *gyenge*, 22,5% (475 db) *közepes* és 13,1% (277 db) *jó* besorolást kapott. Ez alól kivétel Bács-Kiskun, Fejér, Hajdú-Bihar és Tolna megye, ahol nagyobb arányban találhatóak közepes és jó minősítésű adatsorok. Budapest és Nógrád megye esetében a szűrés után egy kút sem került a *jó* kategóriába. A kúthálózat területi lefedettsége jelentős megyénkénti változékonyságot mutat: az *1. ábrán* adatbuborékokban látható az egységnyi területre jutó észlelőállomások száma. Országos átlagban ez 2,2 kút/100 km², a hálózat Győr-Moson-Sopron megyében a legsűrűbb (6,2 kút/100 km²). Összehasonlításképpen az USA-ban legalább 5 éves idősorral rendelkező

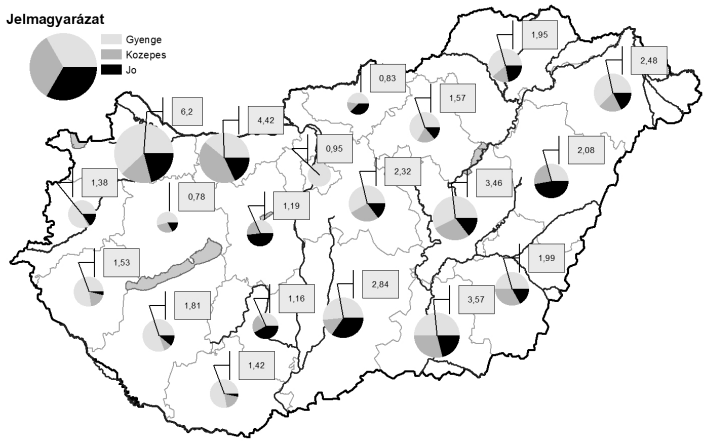
1. táblázat Csoportosítási feltételek

Osztály	Gyenge	Közepes	Jó
Adatellátottság [%]	< 60 %	> 60 %	> 90 %
Szórás [nap]	> 2	< 2	< 0,5
Szakadás [darab]	> 2	< 2	0
Feltételek logikai kapcsolata	VAGY	ÉS	ÉS

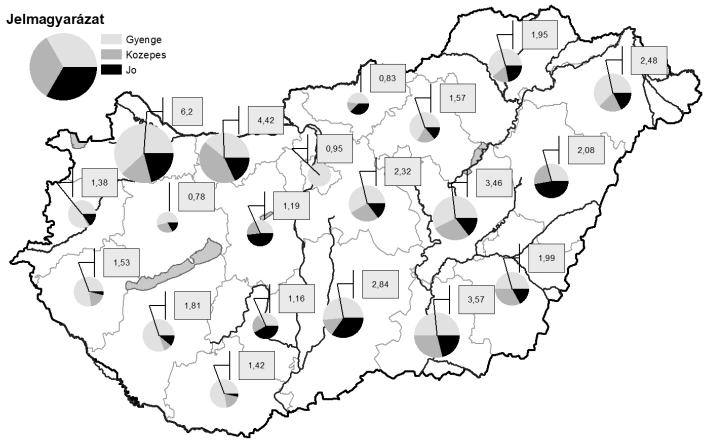
észlelőkutak területi sűrűsége 0,43 kút/100 km² (Taylor Ch.J. – Alley W.M. 2013).

Az 1981–2010-es időszakban (*2. ábra*) a kutak közül *gyenge* minősítést 57,9% (1224 db), *közepest* 21,4% (456 db), míg *jót* 20,7% (438 db) kapott. A monitoringhálózat elmúlt évtizedekben végzett fejlesztése az adatellátottságban tetten érhető. Az 1981–2010-es időszakban némi javulás észlelhető a teljes vizsgált öt évtized eredményeihez képest: csökkent a *gyenge* minősítések száma (–6,5%), míg gyarapodott a jó kutak halmaza (+7,6%). A közepes minősítésű kutak arányában nem tapasztaltunk nagy eltérést a két időszak között (–1,1%).

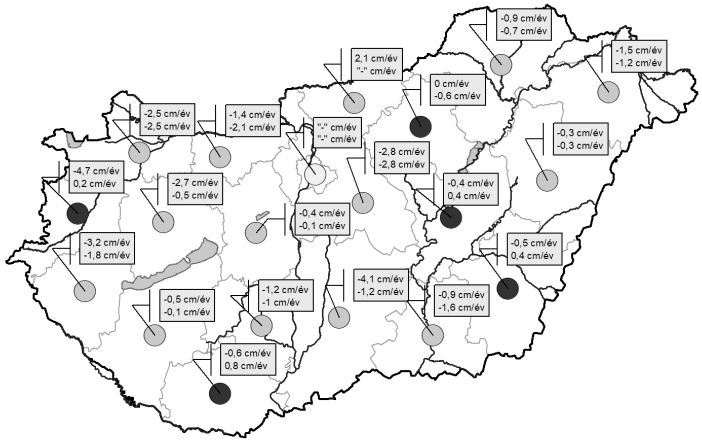
Az 1961–2013-as, illetve az 1981–2010-es periódusok trendelemzésének eredményeit a *3.* és *4. ábrákon* mutatjuk be. A térképeken minden megyére feltüntettük



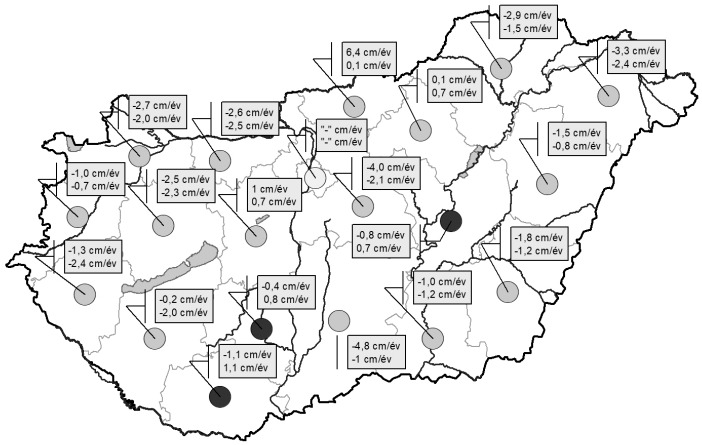
1. ábra Talajvízészlelő hálózat térbeli sűrűsége, valamint adatellátottsági és adatminőségi kategóriái megyénként az 1961–2013-as időszakban



2. ábra Talajvízészlelő hálózat térbeli sűrűsége, valamint adatellátottsági és adatminőségi kategóriái megyénként az 1981–2010 időszakban



3. ábra Talajvízszinttrendek megyei bontásban az 1961–2013-as időszakban az összes kút (fent) és a jó kutak (lent) esetén



4. ábra Talajvízszinttrendek megyei bontásban az 1981–2010-es időszakban az összes kút (fent) és a jó kutak (lent) esetén

az *összes* kút (felső sor) és a *jó* kutak (alsó sor) idősoraiból számított trendvonal meredekségeket. Az ábrákon fekete jelölővel emeltük ki azon megyéket, melyeknél az összes és a *jó* kutak alapján levezetett trendek ellentétes, míg sötétszürke jelölővel, ahol azonos irányúak. A budapesti kutak idősorai teljes mértékben adathiányosak voltak.

Az 1961–2013-as időszakban több megyében (Baranya, Békés, Heves, Jász-Nagykun-Szolnok és Vas megye) is jelentős eltérés (vagy akár fordított irányú változás) tapasztalható, ha a vizsgálatba bevont kutak körét a *jó* kutakra szűkítjük. A két fajlagos vízszintváltozás között a legnagyobb eltérés Vas megyében adódott, a különbség itt közel 5 cm/év-et ért el. Az 1981–2010-es időszak vizsgálata során az

összes és a *jó* kutak trendje között lényegesen kisebb különbségek tapasztalhatók. Ugyanakkor erre az időszakra is adódott három olyan megye (Baranya, JászNagykun-Szolnok és Tolna megye), melyek esetén a két csoport szerinti talajvízszint-változás fordítottan alakult. Az egyes megyei szintű vagy időszakfüggő eltéréseket leszámítva az országos összkép egyértelműen a talajvízszintek általános süllyedését mutatja.

Konklúzió és kitekintés

A talajvízmonitoring hálózat országosan jelentős változékonyságot mutat az időbeli adatellátottság és a térbeli lefedettség terén is. Az elmúlt időszak hálózatfejlesztésének pozitív hatása az idő- és térbeliség esetén is kimutatható. Megítélésünk szerint több évtizedet lefedő hidrológiai és azokra épülő elemzésekhez szigorúan/megengedőbben véve csupán a kutak 13%-a/35%-a bizonyult megfelelőnek (*jó/közepes* és *jó* kutak). A trendelemzés legfontosabb tanulsága a talajvízszintek általános süllyedése. A kimutatott trendek megbízhatóságát azonban nagymértékben befolyásolja az adatbázis minősége.

A tanulmányban bemutatott elemzéseket a közeljövőben több irányban tervezzük folytatni. Egyrészt a kutak jelenleg megyékhez igazodó területi besorolását kívánjuk módosítani elsősorban hidrogeológiai szempontok és/vagy az idősorok klaszterelemzése alapján (utóbbira a múltban már tettünk kísérletet, Gondár et al. 2015). Másrészt tervezzük a térbeli lefedettség finomabb, feladatfüggő értékelését. A kúthálózat sűrűsége ugyanis önmagában nem, csak az adatok felhasználásának ismeretében ítélhető meg. Ezért a talajvízkutak pozícióit össze kívánjuk vetni az ökoszisztéma-szolgáltatások szempontjából meghatározó fontosságú felszín alatti vízhatás alatt álló élőhelyek elhelyezkedésével (Ács – Kozma 2017).

Felhasznált irodalom

Ács T. – Kozma Zs. (2017): Ökológiai talajvízigény cél és lépték szerint. Blanka V. – Ladányi Zs. (szerk.): Interdiszciplináris tájkutatás a XXI. században, a VII. Magyar Tájökológiai Konferencia tanulmányai, Szeged, Szegedi Tudományegyetem Földrajzi és Földtudományi Intézet, pp. 10–16.

Bagstad, K.J. – Semmens, D.J. – Waage, S. – Winthrop, R. (2013): A comparative assessment of decision-support tools for ecosystem services quantification and valuation. Ecosystem Services, 5, pp. 27–39.

Gondár K. – Király Zs. – Könczöl N. – Molnár M. – Tóth Gy. – Ács T. – Kozma Zs. – Muzelák B. – Simonffy Z. – Szalay M. (2015): A felszín alatti víztől függő ökoszisztémák ökológiai vízigényének meghatározása. A Víz Keretirányelv hazai megvalósítása – VÍZGYŰJTŐ-GAZDÁLKODÁSI TERV. Felszín alatti vizek mennyiségi állapotának meghatározása, 6-4-4 háttéranyag.

Grizzetti, B. – Lanzanova, D. – Liquete, C. – Reynaud, A. – Cardoso, A.C. (2016): Assessing water ecosystem services for water resource management. Environmental Science & Policy, 61, pp. 194–203.

Koncsos L. (2011): Árvízvédelem és szabályozás. In: Somlyódi L. (szerk.): Magyarország vízgazdálkodása: helyzetkép és stratégiai feladatok. MTA, Budapest, pp. 207-232.

Liu, K. – Li, J. – Gao, Z. – Yang, M. – Qin, K. – Yang, X. (2016): Ecosystem services insights into water resources management in China: A case of Xi'an City. International Journal of Environmental Research and Public Health.

Pinke Zs. (2018): Hortobágy-Sárrét tájrestaurációs modell szakmai megalapozása országos helyzetelemzéssel. Doktori értekezés, Szent István Egyetem, Gödöllő.

Pinke Zs. – Kiss M. – Lövei L. G. (2018): Developing an integrated land use planning system on reclaimed wetlands of the Hungarian Plain using economic valuation of ecosystem. Ecosystem Services, (in print).

Sharps, K. – Masante, D. – Thomas, A. – Jackson, B. – Redhead, J. – May, L. – Prosser, H. – Cosby, Jr B. – Emmett, B. – Jones, L. (2017): Comparing strengths and weaknesses of three ecosystem services modelling tools in a diverse UK river catchment. Science of The Total Environment, 584–585, pp. 118–130.

Taylor, Ch. J. – Alley, W. M. (2013): Ground-Water-Level Monitoring and the Importance of Long-Term Water-Level Data, U.S. Geological Circular 1217. USGS

Ungvári G. – Molnár Zs. – Varga Gy. – Ellison D. (2012): Ökoszisztéma-szolgáltatások nagyságrendi becslése vízgyűjtő szinten a vízkörforgást leíró vízháztartási jellemzők alapján. Műhelytanulmány (working paper). Regionális Energiagazdálkodási Kutatóközpont, Budapest, http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/560/

Internetes források

Internet1 – https://public.wmo.int/en/media/news/new-two-tier-approach-"climate-normals"

Towards visualizing coverage data on the Web

Gábor Farkas

Lecturer, University of Pécs, Faculty of Sciences, Department of Cartography and Geoinformatics,
gfarkas@gamma.ttk.pte.hu

Abstract: This paper presents a Web-based implementation of the coverage model, which was proposed to extend the traditional raster model. While the coverage model is able to overcome the most severe disadvantages of the raster model (e.g. reprojection, sampling bias), its vector-based display model needs more computational power. In order to create a proof of concept, the web mapping library OpenLayers was used as a basis for the implementation. After several failed attempts, the final program was able to render the Spearfish60 DEM from GRASS GIS's example data feasibly. While both the rendering speed (20.8 fps) and the memory footprint (112 MiB) can be improved in the future, the results are promising for the first viable implementation.

Introduction

Raster is one of the two most significant data models used in GIS. It can be described as numeric values placed in a regular grid with rectangular cells. Each cell contains a single value, represented by a color according to coloring rules, creating a continuous coverage without gaps or overlaps between neighboring cells. In the 1960s, the raster model was created with paper maps (pen plotting), and specificities of the programming language FORTRAN in mind (Lim H. 2008). Later, the model was generalized as much as it was possible without making essential changes to the underlying concept.

Since the raster model was created considering the most trivial visualization of the underlying matrix, it only left limited space for further improvements. On the other hand, demand rose for special rasters – in particular hexagonal (Jurasinski G. – Beierkuhnlein C. 2006; Birch et al. 2007) – which the traditional model could note cope with. As a result, these special needs got addressed using the most feasible method regarding effort: by laying down regular hexagonal vector grids widely known as honeycombs. While this solved spatial bias (de Sousa L.M. – Leitão J.P. 2018), one of the most canonical problems of traditional rasters, this approach sacrifices every benefit of the raster model to do so.

Attempting to overcome the disadvantages of the raster model, and extend it further in the same time, a new coverage model (Bugya T. – Farkas G. 2018) was proposed. This model keeps the raster data model (matrices), while replaces its representation model with a vector based one. Consequently, with a trivial mapping between the data matrix and the pattern, one can define seamless coverages covering

an extent even with multiple shapes. Due to the semi-vector nature of this model, the texture-based disadvantages of traditional raster (e.g. hard reprojection, hard rotation, unable to use hexagons) are mitigated. However, as cells are rendered as polygons, the performance compared to using textures should be considered.

While the performance penalty from using polygons instead of textures might not be a problem in case of a desktop application, it is more interesting to see how this new model affects a Web-based application. Due to security reasons, browsers have limited access to disk space and memory. Moreover, as JavaScript is an interpreted runtime programming language, it is outperformed by compiled programming languages utilized by desktop applications (Crockford 2008). Finally, browsers can use multiple rendering techniques and provide different Application Programming Interfaces (APIs) for them. These techniques named Document Object Model (DOM), HTML Canvas 2D Context (Canvas), and WebGL, perform differently (Lienert et al. 2012). For performance reasons DOM can be rarely found in modern Web GIS applications, however Canvas and WebGL are popular technologies.

Materials and methods

In this paper, an early implementation of the coverage model is explored, mostly in terms of performance. For the basis of the implementation, the open source web mapping library OpenLayers was chosen. Since OpenLayers has a nicely abstracted code base, the implementation was easy and straightforward. Furthermore, the library can use two different rendering engines, a Canvas and the WebGL based one. They are both hardware-accelerated renderers, although WebGL offers more space for optimizations. Consequently, the effect of using coverage model in Web applications could be assessed more subtly, by implementing it with both of the supported rendering engines.

Data and device

The benchmarks were carried out on a Dell Inspiron 7567 machine. It has an Intel Core i7-7700HQ CPU, 8 GB DDR4 RAM, and a 15.6-inch display with native resolution of 1920x1080 pixels. The workstation's integrated GPU was used for the tests, which is an Intel HD Graphics 630. The browser used was a 64-bit Chromium 64.0 built on a Debian 9.3 64-bit operating system. Due to length and time constraints, other browsers were not considered in this study. Performance was measured using Chromium's Developer Tools.

From the full set of different coverages, the rectangular ones were evaluated. These look the same as traditional rasters, but rendered using rectangular polygons as cells. The data used was the popular sfdem raster layer from GRASS GIS's Spearfish60 example dataset. It is a Digital Elevation Model (DEM) with 30x30 meters resolution in Universal Transverse Mercator (UTM) projection. Since performance can be a function of zoom level (scale), the largest zoom level was chosen which could still contain the whole layer.

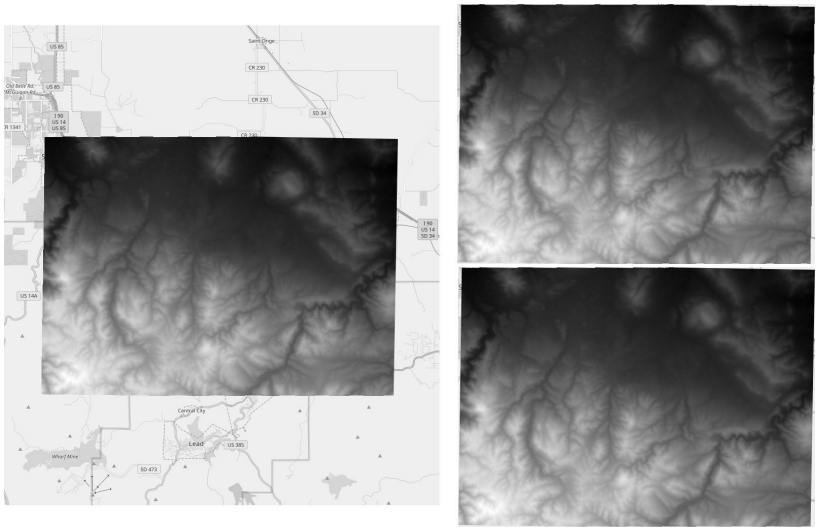


Fig. 1. Spearfish60 DEM as traditional raster reprojected to Web Mercator (EPSG:3857) with some OpenStreetMap context (left). The same layer displayed as a coverage with the Canvas renderer (upper right), and with the WebGL renderer (lower right)

Implementation

After having a working traditional raster renderer for visual comparison (*Fig. 1.*), the coverage renderer was firstly implemented for the Canvas engine. For this renderer, the original vector rendering engine was slightly modified, but no severe changes were done. Besides a custom ol/renderer/canvas/CoverageLayer class, only common, renderer independent classes were developed and used. In this case, rendering cells became the responsibility of the existing polygon renderer.

The WebGL implementation needed more changes, and renderer related classes. Considering WebGL's customizability, this engine was more carefully tailored to the coverage model. That not only resulted in an ol/renderer/webgl/CoverageLayer class, but also a new vector rendering class: ol/render/webgl/CoverageReplay. The latter class can take a list of cells as input, and can draw them on the map canvas efficiently.

Due to conditions beyond the author's control, the fate of the implementation is yet to be decided. Currently the code can be reached at the author's OpenLayers fork on GitHub (Internet1). Later, it will either get merged in the OpenLayers code base, or released as an independent module in a dedicated GitHub repository.

Results

The implementation process involved constant monitoring for both of the rendering engines, helping to track down bottlenecks and applying improvements. However, this was only done to the extent of feasibly creating a first viable product, therefore there is still some space for further optimizations.

Canvas implementation: the first steps

Since the first version of the coverage renderer was built for OpenLayers' Canvas rendering engine, some general, coverage related, but renderer independent development had to be done in this phase. Converting a raster file to a coverage layer has three major steps:

1. Parse and style raster data (usual raster processing)
2. Create a vector grid with styled cell values assigned. Reproject if needed.
3. Draw the vector grid to the map canvas.

While the first step is part of common raster processing and styling, the other two needed additional coding. In the implementation, the vector grid was created according to a pattern (e.g. rectangular, hexagonal, custom), reprojected in place, and cached. Drawing on the other hand – as pixel positions change with panning and zooming – had to be called frequently. As a result, the major bottleneck in the process could be identified as drawing speed (*Table 1*).

Thanks to OpenLayers' optimized rendering pipeline, there are two kind of rendering processes. One of them is the complete redraw of a frame, which occurs when the map comes to a stop. The other one is a replaying mechanism for speeding up rendering during an animation or interaction. During a replay, OpenLayers caches everything it can from the previous complete redraw, therefore new features are not introduced to the scene.

While the one time cost of creating grids can be called optimal, redrawing the whole layer was very expensive. Moreover, as only about 24% of total CPU time could be spared by caching, the overall performance of the Canvas engine was unacceptable for the coverage model. Making performance even worse, additional measures had to be applied on cells with edges not parallel with axes (*Fig. 2.*). In these cases, the renderer occasionally left pixel-wide gaps between cells, which could be resolved by using a cosmetic stroke on the cells. While this method required minimal additional code, stroking added 868.7 ms drawing time with little space for further optimizations.

Table 1. Performance of different phases of rendering the Spearfish60 DEM as a coverage using the Canvas engine

	Create grid	**Redraw**	**Animate**
Time (ms)	769.3	2202.1	1678.6
Frames per second	1.3	0.5	1.7

Table 2. Memory footprint of different permanent structures created during rendering Spearfish60 DEM as a coverage with the Canvas engine

	Cached by renderer (animation)	**Grid without R-Tree**	**Grid with R-Tree**
Memory (MiB)	140.0	69.3	112.5

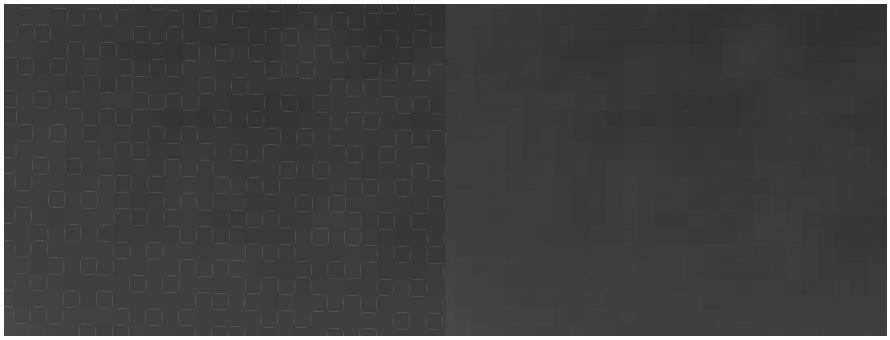


Fig. 2. The same scene before (left) and after (right) applying a cosmetic stroke using the Canvas engine

Although the Canvas experiment could not be considered successful, a renderer independent problem was still identified and resolved: constant drawing times. One of the advantages of the vector model is the ability of reducing processing time by filtering out irrelevant features using a spatial filter. This advantage could be utilized for the coverage model by indexing cell geometries using a spatial index, like an R-Tree. While loading already cached cells into an R-Tree caused minimal overhead (290 ms), it only affected the one time cost of creating grids. However, consumed memory was considered (*Table 2*), as originally only the raw coordinates of grid cells were stored in memory. While using an R-Tree doubled the required memory, it was still lower than the renderer's memory footprint. Furthermore, as performance on higher zoom levels increased drastically, using a spatial index was considered beneficial.

Making the model faster using WebGL

In case of the WebGL engine, storing geometries without spatial indexing was not considered due to the benefits of using an R-Tree. While this implementation needed more custom classes, there were less considerations to make regarding performance. In the first phase – like in case of vector geometries – cell coordinates were passed to the GPU as vertex attributes, and colors as uniform values. That is, when a color changed between drawing two successive cells, the drawing process was halted, and the new color value was passed to the GPU. On the other hand, vertices were handed over in a single pass, using an array.

While the overall performance – mostly due to faster animations – was better than using the Canvas renderer (*Table 3*), it was still unfeasible for general use. Since the rendering pipeline was already tailored to the coverage model, time complexity could only be reduced easily on the expense of space complexity. Consequently, the drawing procedure was modified to hand over colors in a single pass along with cell coordinates to the GPU (*Table 3*).

Passing colors as vertex attributes had the largest impact on the first implementation, resulting in the first viable product. Complete redraws still took a lot of time, however, it had only minor effect on user experience, as during interactions

Table 3. Performance of complete redraws and animations with two different methods using the WebGL engine on the Spearfish60 DEM.

	Colors as uniforms		Colors as vertex attributes	
	Redraw	**Animate**	**Redraw**	**Animate**
Time (ms)	3009.6	410.2	2299.1	48.1
Frames per second	0.3	2.4	0.4	20.8

(e.g. pan, zoom) no lags could be observed. In order to have a full picture about the changes, memory footprints were also examined using both of the rendering methods (*Table 4*). Although supplying colors as vertex attributes multiplied the memory footprint of rendering, it was more advantageous than using the Canvas renderer.

Future improvements

There is still space for improving the coverage model in Web mapping applications further, although these are not trivial, and require further experiments. By using pyramids, and precalculating the overview matrices of coverages, the Canvas engine could be improved, and it might reach feasible performance. However, pyramids are only trivial for rectangular coverages. For other types, a general method has to be created, which can approximate overviews accurately.

Furthermore, the WebGL coverage renderer can be enhanced by porting grid calculations to the GPU. This method would not only increase performance, but also reduce memory consumption. On the other hand, only a subset of cell shapes could be supported this way, with their own hard coded rendering routines.

Conclusion

In this paper, the first Web application supporting the coverage model was presented. While the vector based coverage model offers clear benefits over the traditional raster model, its feasibility is not trivial. By exploring various rendering methods using two different engines of the web mapping library OpenLayers, a first viable program was created. This program is still far from optimal, although it showed promising results. Using the hardware-accelerated and thoroughly customizable WebGL rendering engine, 20.8 frames per second (fps) could be reached with the Spearfish60 DEM raster, treated as a coverage. Its memory footprint is quite large (112 MiB for caching the whole layer), however, it can be improved with nontrivial optimization techniques, like storing pyramids, or porting some of the calculations to the GPU.

Table 4. Memory footprints of cached data during a replay with the two WebGL rendering methods using the same dataset.

	Colors as uniforms	Colors as vertex attributes
Memory (MiB)	30.8	112.0

Acknowledgements

This study was supported by the ÚNKP-17-3-I New National Excellence Program of the Ministry of Human Capacities, Hungary.

References

Birch, C. P. – Oom, S. P. – Beecham, J. A. (2007): Rectangular and hexagonal grids used for observation, experiment and simulation in ecology. Ecological Modelling. 206(3), pp. 347–359.

Bugya T. – Farkas G. (2018): An Alternative Raster Display Model. Proceedings of the 4th International Conference on Geographical Information Systems Theory, Applications and Management (GISTAM 2018), pp. 262–268.

Crockford, D. (2008). JavaScript: The Good Parts. O'Reilly Media, Inc.

de Sousa, L. M. – Leitão, J. P. (2018): HexASCII: a file format for cartographical hexagonal rasters.Transaction in GIS, 22(1), pp. 217–232.

Jurasinski, G. – Beierkuhnlein, C. (2006). Spatial patterns of biodiversity-assessing vegetation using hexagonal grids. Biology and environment: proceedings of the Royal Irish Academy, pp. 401–411.

Lienert, C. – Jenny, B. – Schnabel, O. – Hurni, L. (2012): Current Trends in Vector-Based Internet Mapping: A Technical Review. Online maps with apis and webservices, pp. 23–36.

Lim, H. (2008): Raster Data. Encyclopedia of GIS, pp. 949–955.

Internet resources

Internet 1 – https://github.com/GaborFarkas/ol3/tree/raster_base, Downloaded: March 2018.

Nagy felbontású magasságmodellek alkalmazása felszínmozgás-veszélyességi térkép készítéséhez

Gerzsenyi Dávid[1] – Albert Gáspár[2]

[1] Térképész MSc hallgató, Eötvös Loránd Tudományegyetem, gerzsd@map.elte.hu
[2] Adjunktus, Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék, Eötvös Loránd Tudományegyetem, albert@ludens.elte.hu

Abstract: We address the problem of updating the existing landslide inventory database, the National Landslide Cadastre on the Gerecse Hills region. Our method is based on a relative landslide hazard map made by applying Chung's „likelihood ratio function model" on the TanDEM-X DEM (0,4" res.), and data acquired from geological maps. The model compares the distribution of morphometric parameters derived from the DEM and categorized geological features on the landslide affected sample area to their distribution outside the sample area. The estimated relative hazard values show to what extent a certain area is similar to the sample area and thus, its likelihood to be affected by slope movements. We checked the accuracy of the results on the field and compared them to a hazard map made by applying similar methods on the SRTM-1. We also address the limitations of the model and the used datasets.

Bevezetés

A Gerecse-hegység felszínmozgásai ma is aktív felszínformáló erőként vannak jelen a hegység területén, sok esetben veszélyt jelentve a művelés alá vont vagy a lakott részeken. A terület felszínmozgásos folyamatainak kutatása régóta zajlik, és több térkép is készült a területről e kutatásokhoz kapcsolódóan (pl. Schweitzer F. 1989; Kis É. – Balogh J. 2013). A hegység felszínmozgásainak átfogó, rendszerezett dokumentálása és felvételezése az Országos Felszínmozgás Kataszterbe (Internet1) pedig az 1970-es évek óta folyik kisebb-nagyobb megszakításokkal.

A vizsgált mintaterület a hegység egyik leginkább felszínmozgásosnak mondható része. Nyugatról az Által-ér határolja, keleten Lábatlanig húzódik, Észak-déli irányban pedig a Dunától Szomód vonaláig tart. Így magába foglalja az Északnyugat-Gerecse hegylábi lejtőit, a Dunaalmás és Neszmély környéki patakvölgyeket és a Bikol-patak völgyét is.

Kutatásunk során geomorfometriai módszerekkel vizsgáltuk a hegység északi részének felszínmozgásait. A „likelihood ratio function" modellt (Chung C. 2005) alkalmaztuk a TanDEM-X magasságmodellre, majd az eredményeket összevetettük a korábban hasonló módszerekkel az SRTM-1-en elvégzett elemzés (Gerzsenyi D. – Albert G. 2017) eredményeivel. Az alkalmazott módszer veszélyességi értékeket állapít meg a vizsgált területre a domborzatmodellből levezetett morfometriai paraméterek és a terület földtani jellemzőinek felhasználásával, annak függvényében, hogy felszínmozgásosként jelölt, illetve nem jelölt területekre vonatkozóan e paraméterek eloszlása között milyen különbségek tapasztalhatók. A felszínmozgás-

veszélyességi térkép a mintaként használt felszínmozgásos területekre leginkább hasonlító, tehát legveszélyesebb területeket jelöli ki. A vizsgált terület veszélyességi térképe egyrészt az Országos Felszínmozgási Kataszter bővítését, aktualizálását segíti, másrészt a későbbiekben komplexebb, a hegység felszínfejlődését vizsgáló kutatásoknak is alapjául szolgálhat.

Anyag és módszer

A „likelihood ratio function" modell három kvantitatív és két kvalitatív változót használ a mintaterületen található felszínmozgásos területek vizsgálatára. A kvantitatív adatok a magasságmodell magasság értékei, illetve az abból levezetett meredekségi és kitettségi értékek. Kvalitatív, tematikus adatok a terület felszínmozgásos és nem felszínmozgásos részét elkülönítő felszínmozgás kataszter, valamint a terület földtani térképéből levezetett kategorizált földtani tulajdonságokat tartalmazó állomány.

A felszínmozgások helyét jelölő tematikus réteg adatait az Országos Felszínmozgás Kataszter digitális változatának poligonjai szolgáltatták (Internet1). A Kataszter felvételezése egységes szempontrendszer szerinti felvételezési lapokra 1972-ben kezdődött meg. A felvételezés során a felszínmozgások helye mellett azok típusát, aktivitását és egyéb tulajdonságait is rögzítették (Pécsi et al. 1976). A Kataszter aktuális változata WFS/WMS rétegként érhető el és országosan 1650 felszínmozgást tartalmaz pont illetve poligon formában. Az elemzéshez a gerecsei mintaterületre eső 28 poligont és 1: 50000 méretarányú kéziratos földtani térképről átvett, a Kataszterben még nem szereplő suvadásos foltokat használtunk fel.

Az elemzés során felhasznált földtani adatokat Magyarország Földtani Térképe (1:100 000, Gyalog L. – Síkhegyi F. 2005) szolgáltatta. A vizsgált terület földtani képződményeit a térképhez készült magyarázó (Gyalog L. 2005) segítségével összesen hat kategóriába soroltuk:

1. Cementált (negyedidőszaknál idősebb) törmelékes üledékek
2. Folyóvízi üledékek
3. Cementált fiatal (negyedidőszaki) karbonátos kőzetek
4. Löszök
5. Idős karbonátok
6. Negyedidőszaki áthalmozott, lejtőn mozgó törmelékes üledékek

Az elemzés során a kb. 12 m-es felbontású (0,4") TanDEM-X globális lefedettségű magasságmodellt használtuk. A tudományos célokra pályázat útján hozzáférhető anyag a magasságmodell mellett többek között automatizált módon megállapított vízborítottsági maszkot is tartalmaz. Ezt a valóban vízzel borított területek leválogatása után felhasználtuk a vizes területek kifedéséhez. A modell felvételezéséhez az interferometrikus szintetikus apertúrájú radar (inSAR) X-sávját használták, ennek sajátosságaiból adódóan az épített és a növényzeti fedettség hatása is jelentkezik a magassági adatokban (Wessel B. 2016).

Az extra magassági hatás az erdőfoltok szélein akár 20 m hirtelen

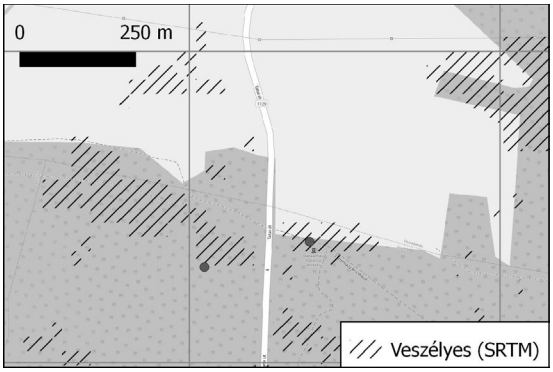
magasságkülönbséget is okozhat. Mivel az alkalmazott morfometriai változók között a meredekség is szerepel, a modell korrekciója szükséges volt. Ennek során a TanDEM misszióval közel azonos időben, 2010-ben készült légifelvételek felhasználásával kijelöltük az erdővel borított területeket, majd a poligonhatárok menti, kb. 30 m szélességű pufferzóna legkisebb és legnagyobb magasságának összehasonlításával meghatároztuk a határ menti magasságkülönbségeket. Az így becsült famagasság értékekből az erdőfoltok széleihez közel eső belső területekre (3 cella) interpoláltuk a kivonandó értékeket, az ettől beljebb eső területek pedig a határokon becsült értékek átlagát kapták. A maszkra egy simító szűrőt alkalmaztunk, majd korrigáltuk vele a modellt, majd az illesztéskor keletkezett egyenetlenségeket is simító szűrővel korrigáltuk. Az épületek okozta hatás az erdőkénél jóval csekélyebb volt, így azt külön nem korrigáltuk. Az így előkészített magasságmodell alkalmasabbá vált a morfometriai elemzésre, de az elemzés eredményeinek értelmezésénél szükséges a magasságmodell és a korrekciós módszer sajátosságainak a figyelembe vétele is.

A korrigált magasságmodellből a SAGA GIS (Conrad et al. 2015) Slope, Aspect, Curvature moduljával (Haralick R.M. 1983) vezettük le a lejtőmeredekség (0–90°) és a kitettség (0–360°) értékeket. Ezután meghatároztuk a négy paraméter (magasság, meredekség, kitettség és kategorizált földtani tulajdonságok) a Kataszter szerint felszínmozgásos és a nem felszínmozgásos területre vonatkozó eloszlását. Az eloszlások összehasonlításával pedig egy-egy relatív valószínűségi értéket kaptunk a paraméterek egyes értékeire. Pl.: a löszös kategória aránya a felszínmozgásos területeken belül 74%, azon kívül 63%, így 1,16 értéket kapott. A valószínűségi értékeket tartalmazó grid-ek szorzatából pedig a terület egyes részeire vonatkozó relatív veszélyességi értékek álltak elő. A veszélyességi térkép az egyes grid cellák a veszélyességi értékek rangsorában elfoglalt százalékos helyét mutatja. Tehát a felszínmozgásos területekre legkevésbé hasonlító tulajdonságú cella 0%, a leginkább hasonlító, legveszélyesebb pedig 100%-os értéket kapott.

Eredmények

A vizsgált terület így elkészített relatív felszínmozgás-veszélyességi térképén a legveszélyesebb 90–100%-os kategóriába tartozó területeket tekintettük olyannak, amelyek valóban veszélyesek lehetnek, azonban a 75%-felettiek üledékei is jórészt nem csuszamlásos eredetű lejtős tömegmozgások során jöttek létre (pl. lejtőtörmelék). A legveszélyesebb 5%-ba tartozó területek túlnyomó többsége löszös fedettségű, meredekebb (átlagosan 16°), főként észak-északkeleti irányú lejtő a hegylábi részeken, illetve a magaspartok északi lejtői és a Duna felé alacsonyodó patakvölgyek oldalai is ide tartoznak. A déli és délnyugati lejtők területét általában kisebb arányban sorolta veszélyesek közé a modell.

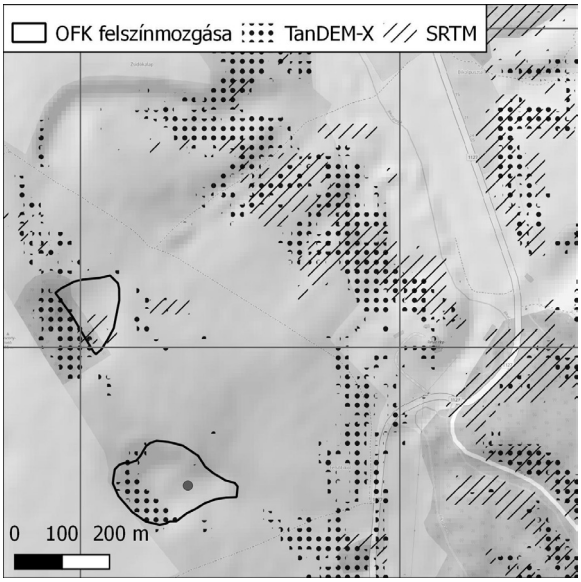
Az eredmények ellenőrzéséhez, illetve az eredmények a korábbi SRTM-1-ből levezetett veszélyességi térképpel (Gerzsenyi D. – Albert G. 2017) történő összehasonlításához terepi munka során gyűjtöttünk adatokat. A terepi ellenőrzés



1. ábra Helytelen becslés a Tatai út mellett Szomód és Dunaalmás határában

során felkeresett helyszíneknek két típusát különíthetjük el. Az első típusba azok a helyszínek tartoznak, amelyeket csak az egyik DEM-ből levezetett veszélyességi térkép jelöl veszélyesnek. A felkeresett helyszínek második csoportját a mindkét térkép szerint veszélyes területek adják. Mindkét fajta terület esetében elsősorban felszínmozgásos tevékenységre utaló nyomokat kerestünk, ezek lehettek például suvadások, szakadások nyomai, hiányzó növényzet vagy a lejtővel ellentétes irányban dőlő, illetve görbén nővő fák. Helytelennek ítélt becslés esetén a lehetséges okokat jegyeztük fel.

A terepi ellenőrzés során a felkeresett és a modell által veszélyesnek ítélt helyszínek 78%-ában igazolható volt területen a lejtős tömegmozgás jelenléte annak ellenére, hogy az a Kataszterben nem szerepelt. A korábbi modell ezeknek csak 61%-át ítélte veszélyesnek, illetve olyan helyszíneken, ahol csak a korábbi modell jelölte



2. ábra Az SRTM és a TanDEM-X felhasználásával készített veszélyességi térképek becslései (95-100%) a Bikol-patak és az Asszony-tető környékén

veszélyesnek a területet, a terepbejárás során nem találtuk nyomát erre utaló jeleknek.

Ilyenek voltak például azok a területek Szomód és Dunaalmás között, amelyek azért jöttek létre, mert az SRTM-ben az erdőfoltok magassága hozzáadódik a magassági értékekhez, így e foltok széleinél keletkező meredek lejtők nem valósak a korábbi térképen (*1. ábra*).

A *2. ábra* pedig egy olyan területet mutat be, ahol a két veszélyességi térkép hasonlóan és helyesen becsült.

Konklúzió

Kutatásunk során a TanDEM-X magasságmodell, földtani térképek és az Országos Felszínmozgás Kataszter adatainak felhasználásával elkészítettük a Gerecse északnyugati részének „likelihood ration function model" szerinti relatív felszínmozgás veszélyességi térképét. A modell eredményeinek terepi ellenőrzése és korábbi kutatási eredményeinkkel történő összevetése után a következő következtetések vonhatók le:

– A TanDEM-X DEM ezen feladatra történő alkalmazásához mindenképpen szükséges az erdők okozta extra magasság korrigálása. Ez az általunk alkalmazott módszerrel többnyire sikerült, ám az általunk kijelölt erdőfoltokon belüli famagasság különbségek és a tisztások, írtások korrekciója nem minden esetben volt sikeres, ezt figyelembe kell venni az eredmények értelmezésénél.

– Az OFK-ben már szereplő felszínmozgásos területek mellett a megfelelő eredményhez szükséges volt a korábbi terepi észleléseinkre és újabb földtani térképekre támaszkodva újabb területeket is bevonni a mintaként használtak (felszínmozgásosnak tekintettek) közé. A most kapott eredményeket is felhasználva egy következő iteráció során pedig még pontosabb mintából dolgozva még pontosabb becslést kaphatunk a veszélyes területek helyére.

– Ugyan sok esetben az SRTM-1 és csak az OFK poligonjainak felhasználásával készített veszélyességi térkép is helyes becslést ad a felszínmozgásos területekre a mostani nagyobb felbontású DEM-ből készített, pontosabb mintákat használó veszélyességi térkép a terepi tapasztalatok alapján legtöbbször pontosabban jelöli ki a felszínmozgásokra hajlamos területeket.

Köszönetnyilvánítás

Az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-17-2 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült.

A kutatás a Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahr (DLR) által rendelkezésünkre bocsátott TanDEM-X DEM felhasználásával készült. – ©DLR 2017

Felhasznált irodalom

Chung, C. (2005): Using likelihood ratio functions for modeling the conditional probability of occurrence of future landslides for risk assessment. Computers & Geosciences, 32., pp 1052–1068.

Conrad, O. – Bechtel, B. – Bock, M. – Dietrich, H. – Fischer, E. – Gerlitz, L. – Wehberg, J. – Wichmann, V. – Böhner, J. (2015): System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA) v. 2.1.4. Geoscientific Model Development, 1991–2007, p. 8.

Gyalog L. (szerk.) (2005): Magyarázó Magyarország fedett földtani térképéhez (az egységek rövid leírása). Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI), Budapest.

Gyalog L. – Síkhegyi F. (2005): Magyarország földtani térképe, (1 : 100 000). – Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI), Budapest. https://map.mfgi.hu/fdt100/ Letöltés ideje: 2017.06.26.

Gerzsenyi D. – Albert G. (2017): Landslide susceptibility estimations in the Gerecse Hills (Hungary). Poszter előadás, EGU General Assembly 2017, Austria, Vienna.

Haralick, R. M. (1983): Ridges and Valleys on Digital Images. Computer Vision, Graphics, and Image Processing, 22, pp. 28–38.

Kis É. – Balogh J. (2013): A Gerecse felszínmozgásos területei. In Kis É. (szerk.): Terresztrikus domborzatfejlődés a Vértes és a Gerecse környezetében a bérbaltaváriumtól a holocénig, Budapest, Magyar Tudományos Akadémia, Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, pp. 121–137.

Pécsi M. – Juhász Á.– Schweitzer F. (1976): Magyarországi felszínmozgásos területek térképezése. Földrajzi Értesítő, 25(2–4), pp. 223–235.

Schweitzer, F. (1989): Surface movements of the Gerecse Mountain's northern part. Selected enviromental studies, Budapest: Geographical Research Institute of HAS, pp. 34–35.

Wessel, B. (2016): TanDEM-X Ground Segment – DEM Products Specification Document. EOC, DLR, Oberpfaffenhofen, Germany, Public Document TD-GS-PS-0021, Issue 3.1

Internetes források

Internet Magyar Bányászati és Földtani Hivatal (MBFH): Országos Felszínmozgás Kataszter – http://www.mbfh.hu/home/html/index.asp?msid=1&sid=0&hkl=676&lng=1, Letöltés ideje: 2016. december.

Digitális domborzatmodellek használata tájrekonstrukciós célra szigetvári és mohácsi területeken

Gyenizse Péter[1] – Bognár Zita[2] – Halmai Ákos[3] – Morva Tamás[4] – Simon Bertalan[5]

[1] egyetemi docens, PTE TTK Földrajzi és Földtudományi Intézet, gyenizse@gamma.ttk.pte.hu
[2] doktorandusz, PTE TTK Földtudományok Doktori Iskola, zita.bognar88@gmail.com
[3] tanársegéd, PTE TTK Földrajzi és Földtudományi Intézet, halmaia@gamma.ttk.pte.hu
[4] doktorandusz, PTE TTK Földtudományok Doktori Iskola, morvatamas@gmail.com
[5] doktorandusz, PTE TTK Földtudományok Doktori Iskola, asimonbertalan@gmail.com

Absztrakt: Az elmúlt öt évben két kutatási projekt keretében foglalkoztunk a Szigetvár és Mohács körüli területek múltbéli tájhasználatának vizsgálatával, rekonstruálásával. Az ezekhez tartozó geoinformatikai modellezések alapját különböző forrásból származó, különböző kiterjedésű és felbontású domborzati modellek adták. A Szigetvár körüli területek domborzatmodelljét felhasználtuk az Idrisi szoftver Land Change Modeller moduljában és segítségével modelleztük a terület XVI–XVII. századi felszínhasználati formáit. Megállapítottuk, hogy az erdők és legelők valószínűleg nagyobb, a szántók kisebb kiterjedésűek voltak. Valószínűsítjük, hogy a gazdálkodás mozaikosabb lehetett és a domb tetején fekvő egykori Turbék város környezetében több szántó és kevesebb szőlő lehetett, mint ma. Fotogrammetriával és LIDAR-ral előállított domborzatmodellek segítségével kimutattuk a Turbéki erőd körüli védelmi árok maradványát és évszázadok óta nem használt utak nyomvonalára bukkantunk.

Bevezetés, célkitűzés

A PTE TTK Földrajzi és Földtudományi Intézetének munkatársaiként évek óta részt veszünk olyan interdiszciplináris projektekben, amely a XVI. századi Magyar Királyság életében kiemelkedő jelentőségű eseményeket, pontosabban azok természeti környezeti viszonyait igyekeznek rekonstruálni. 2013 óta foglalkozunk Szigetvárral és környékével, 2017 óta Moháccsal és környékével (Fodor et al. 2016; Pap N. – Kitanics M. 2017). Mindkét helyszín nevezetes csatának adott helyet az 1500-as években és mostanában ünnepeltük/fogjuk ünnepelni ezek 450, illetve 500 éves évfordulóját.

1526. augusztus 29-én Mohács közelében zajlott le a mohácsi csata, ahol a II. Lajos magyar király, Tomori Pál kalocsai érsek és Szapolyai György szepesi gróf által vezetett kb. huszonötezer fős magyar és szövetséges hadak vereséget szenvedtek az I. Szulejmán és Paragli Ibrahim nagyvezír vezette kb. hatvanezer fős oszmán hadseregtől.

A másik esemény pedig Szigetvár 1566-os ostroma, amikor szintén I. Szulejmán oszmán szultán megostromolta a várat és legyőzte Zrínyi Miklós védő seregét. De a siker előtt, 1566. szeptember 6-ról 7-re virradó éjjel a szultán sátrában elhunyt. Belső szerveit a korabeli források alapján, a sátra helyén temették el, testét Isztambulba szállították. 1577-re Szulejmán szultán számára Szigetvár mellett türbét

emeltek, ami a XVII. század végéig állt, majd lerombolták. A romok helye feledésbe merült, de a környezetére vonatkozó néhány leírás megmaradt.

A történelmi események mélyebb értékelésével, valamint azok politikai, gazdasági, társadalmi kapcsolatrendszerével most nem szándékozunk foglalkozni. Azonban az utóbbi években célul tűztük ki, hogy a természetföldrajz és a geoinformatika eszközeivel megpróbáljuk elősegíteni a fenti események pontos térbeli lokalizációját, ugyanis 2015 előtt nem volt ismert az I. Szulejmán belső szerveit rejtő türbe helye, továbbá a mohácsi csata pontos lokalizációja még ma sem ismert.

Ezen környezeti rekonstrukciókhoz többek között a korábbi évszázadokban készült térképeket, valamint különböző domborzati modelleket használtunk fel. Jelen cikkben a kutatások során felhasznált domborzati modellek készítésével és azok felhasználásával kapcsolatos tapasztalatainkat, valamint a belőlük kapott eredményeket mutatjuk be.

Anyag és módszer

Különböző térbeli léptékű vizsgálatainkhoz más-más felbontású domborzati modellt használtunk. Több tíz km²-es területek esetén elegendő volt 2–10 méter/pixel térbeli felbontású modell, viszont volt, amikor csak 2–3 hektáros terület részletes vizsgálatáról volt szó, akkor centiméteres térbeli felbontásra volt szükségünk.

A XVI–XVII. századi Szigetvár környéki táj (dél-zselici dombság) domborzati és növényzeti rekonstruálásához és más elemzésekhez az 1980-as évek végén készült 1:10.000-es méretarányú topográfiai térképek szelvényeit használtuk fel a szintvonalak digitalizálására. Egyes szelvényeken méterenként, másokon 2,5 méterenként követték egymást az alapszintvonalak, amelyek mindegyike digitalizálásra került Cartalinx szoftverben. A centiméterben megadott magasságértékekkel rendelkező szintvonalakat vektoros állományba exportáltuk, amelyet az Idrisi nevű programban használtunk föl. Itt először raszterizáltuk a vonalas elemekből felépülő réteget, majd interpolációval létrehoztuk a domborzatmodellt. A modellen 7x7-es átlagoló szűrőt futtattunk le. A modell térbeli felbontása 2 méter/pixel lett.

A mohácsi csata helyszínét magába foglaló Mohácsi-sík esetében már nem mi készítettük el a nagy terület domborzati modelljét, hanem megvásároltuk a Budapest Főváros Kormányhivatala Földmérési, Távérzékelési és Földhivatali Főosztályától. Ennek térbeli felbontása 5 méter/pixel. Ez az 1: 10 000-es méretarányú topográfiai térképek szintvonalrajzaiból készített, sztereofotogrammetriai kiértékeléssel javított domborzatmodell (Internet1).

A Szigetvár melletti turbéki szőlőhegyen beazonosítottuk Szulejmán türbéjének romjait és azóta is részletes vizsgálatok folynak ennek területén. Ebben a műveletben szintén nagy szerepe volt a domborzati modelleknek, de már sokkal jobb horizontális és vertikális pontosságra volt szükségünk. Ezeket fotogrammetriai és

LIDAR módszerrel készítették el megbízott partnereink.

2015. márciusában merevszárnyú drón-repülőgéppel készített felvételezést a Pazirik Kft., amiből 97 darab képet választottak ki feldolgozásra, amiből 4 cm/pixel felbontású ortofotó és digitális felszínmodell készült Photoscan szoftverrel (Pazirik Kft. 2015). A földi koordináták pontosítását ebben az esetben Topcon HiPer Pro RTK GPS-el végeztük el.

A szigetvári vártól északkeletre eső, a drónok képességeit felülmúlóan nagy kiterjedésű területre 2016. március 9-én a gyöngyösi Károly Róbert Főiskola Távérzékelési és Vidékfejlesztési Kutatóintézete (ma Eszterházy Károly Egyetem Gyöngyösi Károly Róbert Campus Távérzékelési és Vidékfejlesztési Kutatóintézete) munkatársai készítették el a LIDAR felvételezést a repülőgépre szerelt LEICA ALS-70HP lézerszkenner segítségével. A felmérésből 25,1 GB adat származott. A pontfelhő felbontása a felszínen négyzetméterenként átlagosan nyolc pont volt. Az állomány pontosságára jellemző, hogy a legkritikusabb koordináta, azaz az átlagos tengerszint feletti magasság maximális pontatlansága sehol sem haladja meg az 7 centimétert (Gyenizse et al. 2016)

Eredmények

Felszínborítás domborzatmodellel segített rekonstrukciója

Alapvető célunk az volt, hogy modellezzük a XVI–XVII. századi domborzati viszonyokat, vízrajzot és földhasználatot Szigetvár körül, hogy a Szulejmán szultán halálához, temetéséhez, sírjához kapcsolódó korabeli forrásokat még pontosabban tudjuk értelmezni.

A korabeli leírásokból kiderült, hogy az ostrom közben a szultán sátrát valószínűleg (legalább egyszer, de nem kizárt, hogy többször) áthelyezték, s a második helyen türbét emeltek a szultán halálát követően. A sátorozási helyszínek nem ismertek pontosan, de a sátor és a türbe természeti környezetére vonatkozóan több helyen szerepelnek információk. A levéltári források, a korabeli leírások tartalmaznak (különböző mélységű) utalásokat a vizsgált területen található tavakra, mocsarakra, erdőkre, legelőkre, szántóföldekre, szőlőre és gyümölcsös kertekre, de ezeket nem tudtuk kellő pontossággal térképekre vinni, mivel a dokumentumok nagy része nem adja meg ezek térbeli kiterjedését, nem közöl térképeket, és részletes leírásokkal sem szolgál. Ezért a GIS modellezés kínált megfelelő megoldást. A XVI–XVII. századi felszínhasználati térkép elkészítéséhez az Idrisi szoftver Land Change Modeller modulját használtuk. Ez a GIS modul két ismert, különböző időpontban készült térkép felszínhasználati formái alapján kiszámolta a felszínhasználat-változás irányát, illetve gyorsaságát, és ezt extrapolálja egy harmadik időpontra. Hangsúlyoznunk kell a „modellezés" szót, mivel az eredmény a betáplált adatoktól, illetve az alkalmazott matematikai modelltől függ. A bemenő adatok a domborzati modellből levezetett meredekségi és kitettségi térképi rétegek, valamint a felszínborítási rétegek voltak.

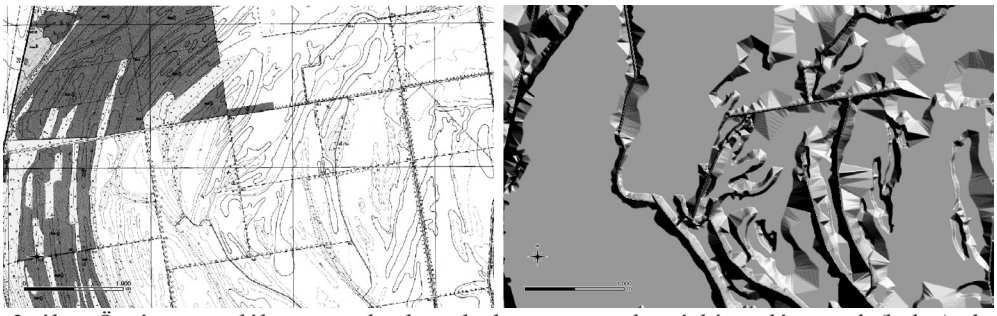


1. ábra A Land Change Modelerrel 1689-re számított fontosabb tájhasználati típusok (1=Szigetvár) (szerk.: Gyenizse P. – Bognár Z.)

Első lépésben kiszámoltuk az RUSLE modullal az elmúlt 450 év talajpusztulását. Arra az eredményre jutottunk, hogy a vizsgált területen alig található 6%-nál nagyobb meredekségű lejtő, továbbá a talajtípus is nagyon hasonló. Ebből kifolyólag bizonyossággal állíthatjuk, hogy a terület nagy részén az elmúlt 450 év alatt a kisebb (1–2%) meredekségű lejtőkön kb. 6 cm talajréteg mosódott le a csapadék hatására, míg a legmeredekebb (kb. 6%) lejtőkön ennek nagysága kb. 43 cm volt. Ezekkel az értékekkel módosítottuk a mai domborzatmodellt és elvileg megkaptuk a XVI. századi felszínt.

Fontos kutatási feladatunk volt a XVI–XVII. századra vonatkozó tájhasználati térkép elkészítése, amely segített térben elhelyezni a korabeli szövegekből kibontakozó területhasználati formákat. Utóbbiakat a Dél-Zselic első (1783–84, 1:28.800), második (1859, 1:28.800), harmadik (1880, 1:25.000), valamint 1950–1951-es katonai felmérési térképeiről (1:25.000) digitalizáltuk. A későbbi elemzésekhez az eredeti felbontást 20x20 méteres pixelméretre csökkentettük, így a kisebb térbeli hibákat sikerült kiküszöbölnünk.

A bevitt adatokat az Idrisi szoftver Land Change Modeler nevű moduljával dolgoztuk fel. A program számára elsősorban a természeti folyamatok modellezhetők, ezért a települések, kertek változásainak vizsgálatára nem került sor. A program úgy működik, hogy két különböző időpont tájhasználatát ábrázoló térképből következtet egy harmadik időpont felszínborítottságára. A rekonstrukcióhoz tehát el kellett készítenünk a kizárólag felszínborítottságot mutató GIS rétegeket. A modul ezután statisztikai kimutatást és térképet készített, amely megmutatta, hogy mely tájhasználati kategória milyen irányban és milyen mértékben változott a két ismert, különböző időpontban készült és összehasonlított térképen. Például azt is kiszámítottuk, hogy mely területek voltak azok, amelyeken a kiindulási térképeken még erdők voltak, de a másik időpontban készült térképen már szántóföldek vették át a helyüket. Ezen statisztikai számítások után még meg kellett adni a szoftvernek a terület talajveszteség-térképpel módosított domborzatmodelljét, a lejtőmeredekségi,



2. ábra Övzátony-sarlólapos területek, melyek a szintvonalas térképen látszanak (balra), de az árnyékolt domborzati modellen nem jelennek meg (jobbra) (szerk.: Gyenizse P.)

valamint a kitettségi viszonyokat tartalmazó GIS rétegeket, amely aztán ezeket is figyelembe vette a 16. és 17. századi területhasználat modellezésénél.

A Land Change Modelerrel egyrészt 1689-re, másrészt 1566-ra számíttattuk ki a tájhasználatot. A digitalizált térképeket felhasználva három párosításban végeztünk rekonstrukciós számításokat. Közülük a legjobb megbízhatóságot az 1950–1951-es és az első katonai felmérés (1783–1784) területhasználati adataival értük el. A program a 130 hektárnál nagyobb méretű tájhasználati változásokat vette csak figyelembe. A szoftver visszajelzése alapján a táj rekonstruálása ebben az esetben 40,9%-os megbízhatóságú volt (*1. ábra*).

A modell segítségével megállapítható, hogy az erdőterületek kiterjedése nagyobb lehetett, elsősorban a vizsgált terület északi részén fekvő domboldalakon, az Almás-patak árterén, valamint a nedvesebb legelők területén.

A XVIII. századi állapothoz képest a legelők-kaszálók részesedése nagyobb, ezzel szemben a szántóké kisebb. A legelőterületek a patakok közelében és a közepesen magas térszíneken is nagy területeket foglalnak el.

A szántók területe a későbbi történelmi korokhoz képest jóval kisebb. A modellben a középmagasan fekvő legelők alatt és fölött húzódnak főleg, de meglehetősen tagoltan, keveredve azokkal. Az első katonai felmérés idejéhez képest több kisebb szántót ábrázol Szigetvárhoz közelebb.

A szőlőterületek határa bizonyul a maihoz leginkább hasonlónak. A Turbéki-hegy területén szántókat jósol a modell a szőlőben, ami azt jelzi, hogy a belső részeken lehettek más használati formák is, ami egyébként megfigyelhető napjainkban is a dombsági szőlőterületeken (szántók, legelők, gyümölcsösök). Ez különösen fontos megállapítás, mert a történeti források is utalnak a dombtetőhöz közeli, szőlőterületekkel és a türbével határos szántóföldekre (Pap et al. 2015).

Hasonló modellezést fogunk elvégezni a mohácsi-sík területére is. Ezen a területen azonban a kevésbé változatos domborzat miatt nem gondoljuk, hogy a kitettségnek és meredekségnek akkora szerepe lesz, mint Szigetvár esetében. Inkább a természeti viszonyokból (mikrodomborzat) adódóan a Duna vízszintje fölötti relatív magasság lesz a meghatározó várakozásaink szerint. Sajnos az már

első összehasonlítások után is látszik, hogy a Budapest Főváros Kormányhivatala Földmérési, Távérzékelési és Földhivatali Főosztályától vásárolt 5 méter/pixel terepi felbontású domborzati modell nem igazán jó a változatos mikrodomborzatú ártéri felszínek vizsgálatára. A övzátonyok és sarlólapos területek szépen látszanak az 1:10.000-es topográfiai térképek szintvonalainak futásán, de az ugyanezen szintvonalakat használó domborzati modellen úgy látszik, hogy a fotogrammetriai felvételekkel történő javítás ezeket eltüntette (*2. ábra*).

A szigetvári vár láthatóságának elemzése domborzatmodell segítségével

A RUSLE modell eredményeivel korrigált domborzati modellt felhasználtuk beláthatósági vizsgálatokra is. Az Idrisi program Viewshed modulja alkalmas arra, hogy egy domborzatmodell birtokában kiszámíttassuk a programmal, hogy egy pontból vagy területből nézve a terep mely pontjai láthatóak. Ez természetesen fordítva is igaz, azaz a terep azon pontjaiból látható a kijelölt pontunk. Esetünkben igen fontos volt meghatározni, hogy a török hadsereg irányítását végző szultán honnan figyelhette meg legjobban a hadmozdulatokat. Csak olyan helyen állhatott a sátra, ahonnan az egész várat (és nem csak annak csúcsát) meg tudta figyelni. Megállapítottuk, hogy a vár teljesen, vagy közel minden részletre kiterjedően látszik/látszott a vártól keletre fekvő kis temetődombról, valamint a szőlőhegy nyugati-délnyugati oldaláról (a turbéki templomtól és Turbékpusztáról), de nem látszódott az Almás-patak völgytalpának jelentős részéről (ahova a korábbi kutatók jelentős része gondolta a sátrat és a türbét) (Gyenizse P. – Bognár Z. 2014)

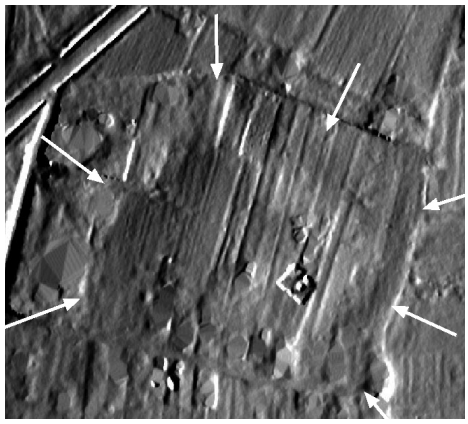
A Turbéki erődítményt körülvevő árok maradványának kimutatása domborzatmodellből

A 2015. márciusi Pazirik Kft. által készített digitális domborzatmodellt Gyenizse Péter elemezte Idrisi, QGIS és Blender szoftverekkel. A feldolgozás során többek között kimutatta a turbéki rommezőt körbevevő árokrendszer északnyugati, északi és délkeleti oldalának nyomát (az árok déli része út- és házépítések miatt ma már megsemmisült). Térinformatikai módszerrel összevetette Esterházy Pál 1664-es rajzán szereplő falakat, árkot, illetve a geofizikai mérésekből származó térképeket a domborzatmodellből kimutatott árokrendszerrel. Ez az elemzés fontos bizonyítékot adott arra (még a régészeti feltárás előtt), hogy a vizsgált rommező nem mást, mint Szulejmán szultán türbéje és az azt körülvevő, árokkal körülvett erődítmény (*3. ábra*).

Később a DGPS mérésekkel is megerősítésre került az egykori erődöt körbevevő árok megléte (tehát nem fotogrammetriai műtermékről van szó).

Korábbi útvonalak meghatározása LIDAR felmérés domborzatmodelljének segítségével

A 2016. március 9-i LIDAR felvételezés magában foglalta a szigetvári vár környezetét és a tőle keletre fekvő turbéki szőlőhegy nagy részét is. Ekkora területet



3. ábra Az egykori turbéki erődítményt körbevevő árokrendszer mára elsimult nyomai a domborzati modellen (szerk.: Gyenizse P.)

drónnal felmérni nagyon körülményes lett volna. A pontfelhőből kapott domborzati modell számos olyan (valószínűsíthetően) antropogén felszínformát tárt fel a turbéki szőlőhegyen, amelyek a szintvonalas térképekről nem olvashatók le. Ilyenek a mai útvonalhálózattól jelentősen eltérő futású, a mai útvonalakhoz képest szélesebb bevágódást mutató egykori szőlőhegyi utak. Ezek korát nem tudjuk még megállapítani, azt sem tudjuk, hogy egyszerre keletkeztek, egy időben használták őket vagy sem. Többségük nem igazodik a mai domborzathoz és telekhatárokhoz. Valószínűleg tehát mesterséges formákkal állunk szemben. Ezek futásának és kereszteződéseinek részletesebb vizsgálata azért érdekes, mert segíthetnek megtalálni a Turbék erődje melletti polgári települést, ahol két-háromszáz ember is élhetett. Mind a domborzati modell vizsgálata, mind a terepbejárások még folynak, eredményeikről később adunk hírt.

Köszönetnyilvánítás

A kutatásokat az alábbi projektek támogatták:

NKFIH K 116270 számú, Szigetvár és Turbék politikai, katonai és szakrális szerepe az oszmán-Habsburg nagyhatalmi vetélkedésben és a magyarországi török berendezkedésben – tények és emlékezet című projektje keretében.

MTA Kiválósági Együttműködési Program – Mohács 1526-2026 – Rekonstrukció és emlékezet.

Felhasznált irodalom

Fodor P. – Pap N. – Kitanics M. (2016): Szulejmán szultán elveszett zarándokvárosa. Rubicon, XXVII(5–6), pp. 158–161.

Gyenizse P. – Bognár Z. (2014): Szigetvár és környéke 16–17. századi tájrekonstrukciója

kartográfiai és geoinformatikai módszerekkel. Mediterrán és Balkán Fórum, 7, pp. 73–90.

Gyenizse P. – Bognár Z. – Pap N. – Kitanics M. – Morva T. (2016): Egy dél-zselici mintaterület múltbéli területhasználatának modellezése geoinformatikai módszerekkel. In: Füleky Gy. (szerk.): A táj változásai a Kárpát-medencében. Tájgazdálkodás, tájtermelés; hungarikumok és helyi értékek a mezőgazdaság területén – történeti áttekintés. Gödöllő, Környezetkímélő Agrokémiáért Alapítvány, pp. 216–221.

Pap N. – Kitanics M. (2017): Nagy Szulejmán szultán szigetvári türbéjének kutatása (1903–2016). In: Pap N. – Fodor P. (szerk.) Szulejmán szultán Szigetváron: A szigetvári kutatások 2013–2016 között. Pécs, PannonCastrum Kft., pp. 25–47.

Pap N. – Kitanics M. – Gyenizse P. – Hancz E. – Bognár Z. – Tóth T. – Hámori Z. (2015): Finding the tomb of Suleiman the Magnificent in Szigetvár, Hungary: historical, geophysical and archeological investigations. Erde, 146(4), pp. 289–303.

PAZIRIK KFT. 2015: Remote sensing examination by drones. – Kutatási jelentés, megrendelő: GeoResearch Nonprofit Kft., 8 p. (mellékletekkel együtt)

Internetes források

Internet1 – http://www.ftf.bfkh.gov.hu/portal/index.php/termekeink/magassagi-adatok/domborzat

Ground-surface deformation investigation in Paks NPP area in Hungary using D-InSAR and PSI techniques

Muhannad Hammad[1]– Boudewijn van Leeuwen[2] – László Mucsi[3]

[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, mucsi@geo.u-szeged.hu

Abstract: Ground-surface deformation can be monitored using leveling measurements. However, this method is costly and time-consuming. In addition, it can monitor just a limited number of benchmarks. Interferometric synthetic aperture radar (InSAR) can provide sub-centimeter accuracy when time series analysis techniques such as permanent scatterer InSAR (PSI) technique or differential interferometric synthetic aperture radar (D-InSAR) technique are employed. Also, InSAR has an additional advantage because it can monitor large areas. D-InSAR and PSI techniques were employed in this research with the help of GIS to determine ground-surface deformation in Paks' nuclear power plant area. The results reveal ground-surface deformation along the satellite line-of-sight with maximum value reaches to around –10 mm in Paks NPP site, while maximum rate of this deformation reaches to around –20 mm/year.

Introduction

The Paks' nuclear power plant, which belongs to the Hungarian Electricity Company, is the only nuclear power plant in Hungary. It is located on the western side of Danube river and about 5 kilometers from Paks town in the center of Hungary with an elevation of 97.15 m above mean sea level. In the site, the maximum flood level is 96.07 m, and the low water level of the Danube river is 84.65 m (Volent G. 2018).

It is always necessary to study and monitor all the potential hazards that may negatively affect the work efficiency of such sensitive facilities and thus the safety of people in the same area. One of the most important hazards which should be monitored is the deformation in the ground-surface. Using InSAR techniques to monitor ground-surface deformation has become common worldwide nowadays.

The basic principle of D-InSAR technique depends on using the phase information of the radar waves to obtain the ground-surface deformation phase – the so-called displacement phase – from the complex interferogram generated from two images in the repeat-pass mode. The complex interferogram generated by these two images has fringes which represent the different components of the phase information ϕ as follows (Mora et al. 2003; Veci L. 2016):

$$\phi = \phi elev + \phi disp + \phi atmos + \phi flat + \phi noise$$

where

$\phi elev$ is the topographic phase;

$\phi disp$ is the displacement phase which is caused by the deformation of a ground-surface pixel location along the satellite line-of-sight direction (slant-range);

$\phi atmos$ is the atmospheric phase which is a signal delay error caused by the changing atmospheric heterogeneities in time and space;

$\phi flat$ is the flat-Earth phase which is an error caused by the curvature of the reference surface;

$\phi noise$ is the phase of noise caused by either variability in scattering from a pixel, thermal noise or co-registration errors.

Through the interferometric processing, we always try to eliminate other sources of error to be left with only the contributor of interest which is typically either elevation phase or displacement phase which their values are wrapped between $-\pi$ and $+\pi$. Snaphu is a freely available software runs on most Unix/Linux platforms and uses suitable algorithm for phase unwrapping to obtain the absolute unwrapped phase value. Interferometric fringes, which represent a full 2π cycle, appear on an interferogram as cycles of arbitrary colors, with each cycle representing half the sensor's wavelength. Relative ground movement between two points can be calculated by counting the fringes and multiplying them by half of the wavelength. The closer the fringes are together, the greater the strain on the ground. In interferometric processing also the coherence estimation can be generated. The coherence between master and slave images can show if the images have strong similarities and are therefore good candidates for producing good interferometric results. Loss of coherence can produce poor interferometric results. Loss of coherence can be caused by any of temporal (time between acquisitions), geometric (orbit errors) and volumetric (vegetation) reasons.

The PSI technique allows better selection of coherent pixels. It detects stable pixels or scatterers that are almost not affected by noise, and tries to estimate deformation rates and height differences parameters from their phase (Ruccia et al. 2012). The PSI technique uses a software package, runs in matlab under Linux, called Stanford method for persistent scatterers (StaMPS), multi-temporal InSAR (MTI) version, for unwrapping processes of different time series SAR data through advanced algorithms in order to determine the relative values of the line-of-sight (LOS) deformation (Hooper et al. 2012; Hooper et al. 2013).

In general, the relative values of the deformation in LOS direction have a strong relationship with the absolute vertical displacement values, since the line-of-sight deformation is considered as the projection of the vertical displacement on the LOS direction. The linear relation between a subsidence profile and the horizontal displacement measurements in LOS direction can be drawn taking into consideration that the tilt was defined as the first derivative of the subsidence profile (*Fig. 1*).

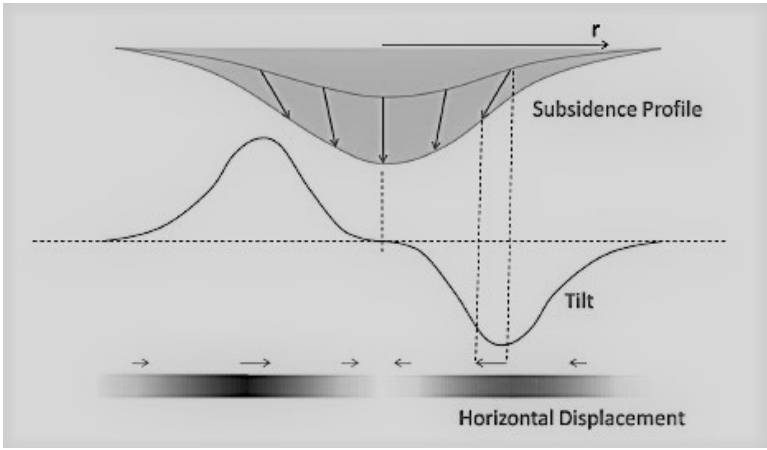


Figure 1 The linear relation between subsidence profile, tilt and horizontal displacement measurements in LOS direction (Esfahany 2009)

Material and methods

In this research, both D-InSAR and PSI techniques were employed to detect and compare the ground-surface deformation in Paks' nuclear power plant (Paks NPP) and the surrounding area.

For the D-InSAR technique, Sentinel-1 data of single look complex (SLC) images in interferometry wide swath mode (IW) with VV polarization and descending direction for two acquisition dates 16 December 2017 and 26 May 2017 were co-registered as master and slave respectively. These two images, which have a 67.48 m perpendicular and a 204 days temporary baseline and a coherence of about 76 % between the whole two SAR images (*Table 1*) were used after subtraction processes for both of flat-earth phase and topographic phase to generate a complex interferogram for Paks NPP site and the surrounding area using the Sentinel-1 Toolbox in the free open source ESA's software, SNAP.

WGS84 geometric reference system was used as a reference surface to subtract the flat-earth phase, and a referenced DEM from SRTM 1Sec HGT (Auto Download) were used to subtract the topographic phase. Coherence estimation was also included in the produced complex interferogram, and maximum coherence value in the area was 99.2 % (*Fig. 2*).

Table 1 Overview of Sentinel-1 data used in D-InSAR technique in this study

File Name	Mst/Slv	Acquisition	Bperp [m]	Btemp [days]	Modeled Coherence
S1A_IW_ SLC_20171216	Master	16Dec2017	0.00	0.00	1.00
S1A_IW_ SLC_20170526	Slave	26May2017	–67.48	–204.00	0.76

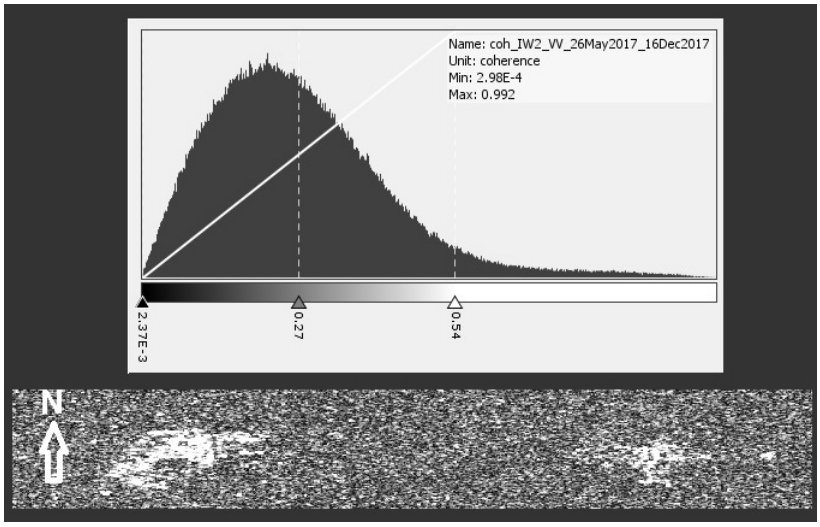


Figure 2 Coherence values between 26May2017 and 16Dec2017 SLC SAR images of the study area

After interferogram formation process, deburst process was applied to seamlessly join all burst data into one single image (Grandin 2015). Also, Goldstein phase filtering was applied to the interferogram phase to remove the noise phase from the complex 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 interferogram phase was unwrapped to recover the integer number of cycles so it can be added to the wrapped phase of the complex interferogram in order to get the unwrapped phase (Ferretti et al. 2007). Finally, the values of the

Table 2 Overview of Sentinel-1 data used in PSI technique in this study

Acquisition	Mst/Slv	Bperp [m]	Coh.	Acquisition	Mst/Slv	Bperp [m]	Coh.
15May2017	Slave	–61.11	0.86	31Aug2017	Slave	–36.67	0.96
14Jun2017	Slave	–31.50	0.91	06Sep2017	Slave	98.45	0.90
02Jul2017	Slave	–15.79	0.94	12Sep2017	Slave	–66.18	0.92
08Jul2017	Slave	68.60	0.91	18Sep2017	Slave	10.08	0.96
14Jul2017	Slave	–23.16	0.95	24Sep2017	Slave	–14.36	0.95
20Jul2017	Slave	–28.63	0.95	30Sep2017	Slave	–80.88	0.90
26Jul2017	Slave	–7.95	0.97	06Oct2017	Slave	58.34	0.91
01Aug2017	Slave	–18.00	0.97	12Oct2017	Slave	–87.02	0.88
07Aug2017	Slave	46.31	0.95	18Oct2017	Slave	77.18	0.88
13Aug2017	Slave	–43.54	0.96	30Oct2017	Slave	–27.40	0.91
19Aug2017	Master	0.00	1.00	17Nov2017	Slave	76.39	0.86
25Aug2017	Slave	31.37	0.97	17Dec2017	Slave	129.45	0.79



Figure 3 23 unwrapped phases of 23 different interferograms from 24 Sentinel-1 images for Paks area

unwrapped phase were converted into displacement values using SNAP in order to get the relative ground-surface deformation values in the LOS direction.

When applying the PSI technique, 24 Sentinel-1 SLC images in IW mode with VV polarization and descending pass direction and acquired between 15 May and 17 December of 2017 were used to generate 23 different interferograms. The image of 19 August 2017 was used as a master (*Table 2*).

Then, the StaMPS matlab code was used under Linux for the unwrapping process to generate the unwrapped phase from each interferogram. So, in total, 23 unwrapped phases were generated for Paks NPP area (*Fig. 3*).

Then, the values of the unwrapped phases were processed and converted into relative displacement values.

Results

InSAR time-series analyses indicates the presence of LOS ground-surface deformation in the Paks NPP area.

Mainly, in InSAR, the results of ground-surface deformation with positive values correspond to the motion toward the satellite, and the results of ground-surface deformation with negative values correspond to the motion reverse the satellite.

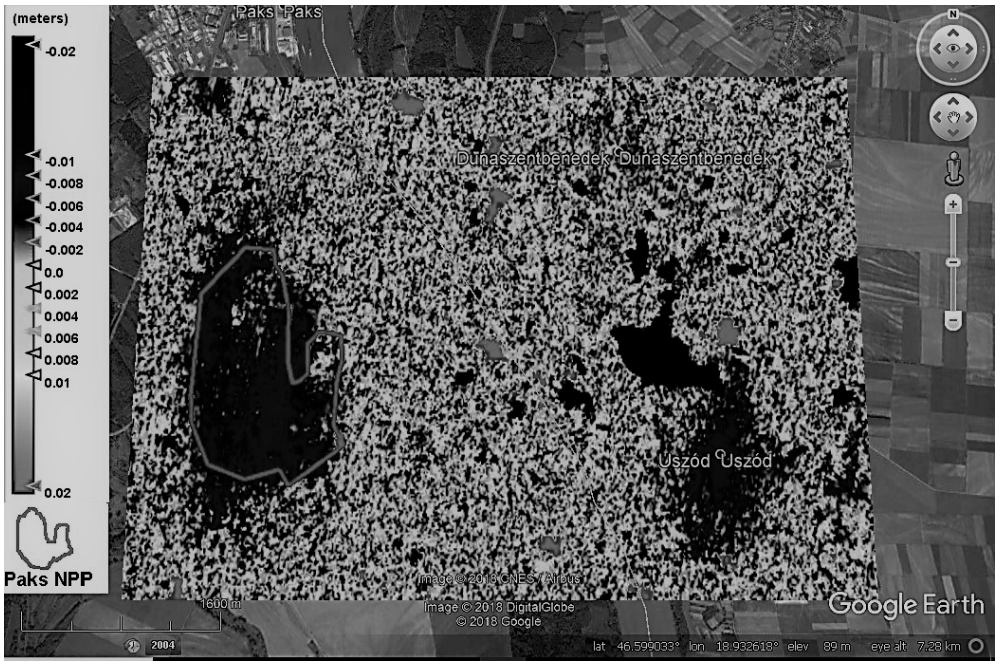


Figure 4 Ground-surface deformation in Paks area on Google Earth image using D-InSAR between the two SAR images 26May2017 and 16December2017

The D-InSAR technique shows ground-surface deformation at the Paks NPP site when the result was laid on a Google Earth image with help of ArcGIS. The ground-surface deformation values in the satellite line-of-sight direction at the Paks NPP site between 16 December 2017 and 26 May 2017 reached to around –10 mm (*Fig. 4*).

In contrast, the PSI technique shows all pixels that present low decorrelation with time and baseline and nondeformation signals are reduced by modelling or filtering. As a result of using this technique, ground-surface deformation was detected at the Paks NPP site when the results was laid on a Google Earth image with help of ArcGIS. The annual ground-surface deformation rate value at the Paks NPP site was around of –20 mm/year (*Fig. 5*).

Nevertheless, these values are basically reflect the ground-surface deformation in just east – west direction along the LOS direction.

Discussion

This research demonstrates the potential and capability of In-SAR time-series to detect and monitor points and patterns of ground-surface deformation, and also to measure millimeter variations in the line of sight distance over time using freely available data and software.

The D-InSAR technique can be considered as an attractive technique and



Figure 5 The annual rate of ground-surface deformation for Paks area on Google Earth image using PSI technique

operational tool for geodetic tasks such as ground-surface deformation detecting and monitoring. Furthermore, the PSI technique is a very promising technique since the SAR data become more and more freely available, and it is very effective technique in urban areas where permanent scatterers remain coherent within a multi-temporal SAR data-set.

More studies are needed to check and understand different circumstances of ground-surface deformation in the Paks NPP area, and if there is a possible relationship between the ground-surface deformation and the ground-water level variation in the area.

Above all, satellite-data-based ground-surface deformation precise calculations are complementary to the field measurements, but for sure do not replace them.

References

Esfahany, S. – Hanssen, R. – Van Thienen-Visser, K. – Muntendam-Bos, A. (2009): On the Effect of Horizontal Deformation on InSAR Subsidence Estimates. Proceedings of FRINGE 2009 workshop.

Ferretti, A. – Guarnieri, A. – Prati, C. – Rocca, F. – Massonnet, D. (2007): InSAR Principles: Guidelines for SAR interferometry processing and interpretation [ESA TM-19]. ESA Online Publications.

Grandin, R. (2015): Interferometric Processing of SLC Sentinel-1 TOPS Data. Proceedings of FRINGE 2015 workshop.

Hooper, A. – Bekaert, D. – Spaans, K. – Arikan, M. (2012): Recent advances in SAR interferometry time series analysis for measuring crustal deformation. Tectonophysics, 514–517, pp.1–13.

Hooper, A. – Bekaert, D. – Spaans, K. (2013): StaMPS/MTI Manual Version 3.3b1. University of Leeds Publications. URL: http://homepages.see.leeds.ac.uk/~earahoo/stamps/StaMPS_Manual_v3.3b1.pdf Downloaded: March 2018.

Li, Z. – Dinga, X. – Huanga, C. – Zhub, J. – Chena, Y. (2008): Improved filtering parameter determination for the Goldstein radar interferogram filter. Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, 63, pp. 621–634.

Mora, O. – Mallorquí, J. – Broquetas, A. (2003): Linear and Non-Linear Terrain Deformation Maps from a Reduced Set of Interferometric SAR Images. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 41(10), pp. 2243–2253.

Ruccia, A. – Ferrettib, A. – Monti Guarnieria, A. – Roccaa, F. (2012): Sentinel 1 SAR interferometry applications: The outlook for sub millimeter measurements. Remote Sensing of Environment, 120, pp. 156–163.

Veci, l. (2016): TOPS Interferometry Tutorial. ESA Online Publications. URL: https://www.scribd.com/document/353837718/S1TBX-TOPSAR-Interferometry-With-Sentinel-1-Tutorial Downloaded: March 2018.

Volent, G. (2017): Severe accident management at Paks NPP, Presentation. URL: https://nucleus.iaea.org/sites/gsan/act/CN-251/presentations/G.%20Volent.pdf Downloaded: March 2018.

Debrecen helyi közforgalmú közlekedésének 25 éve (1992–2017)

Hegedűs László Dávid

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

Abstract: Debrecen is Hungary's second largest city, remarkable regional centre with about 200,000 inhabitants, so its local public transport system is relevant and important for a lot of people. The formations in public transport system's network one of the most spectacular research, compare the tendencies in several time. Behind the network changes there are social and economical processes, which are made pressure into the provider. This article shows how the local public transport network of Debrecen changed in the last 25 years between 1992 and 2017.

Bevezetés

A közlekedési vizsgálatokkal kapcsolatban, a közforgalmú közlekedés terén az egyik leglátványosabb elem a vonalhálózat formálódásának feltérképezése. Ennek során a rendelkezésre álló információk segítségével nem csak a közlekedési hálózat mutatható be, de bizonyos megállapítások tehetőek, például az adott terület gazdasági, demográfiai folyamataihoz kapcsolódóan. E folyamatok kvalitatív megértése mellett természetesen szükségesek bizonyos kvantitatív adatok, mint az igénybe vehető vonalak száma, indított járatok, az elérési idő, az utazás sebessége, az átszállások és rágyalogolás mértéke (Kecskésné Völgyi Á. 2012; Bói L. 2014; Kiss B. 2016), melyek több időben mért értékeivel bemutathatóak a rendszerben végbement változások, az esetleges fejlődés és hanyatlás is. Többek között az elérési idő, valamint a járatszám segítségével meghatározhatók vonzáskörzetek, illetve egyfajta közlekedési hierarchia, amely a vizsgált térség vagy település részei közötti kapcsolat erősségét, a részeken belüli elérhetőség erősségét képesek bemutatni (Kiss B. 2016). Mindezen folyamatok ábrázolása a térinformatikai és általában az informatikai fejlesztések, valamint az újabb eszközök nyomán egyre hétköznapibbá, szemléletesebbé és egyszerűbbé vált (Hegedűs L. 2018).

Debrecen helyi közforgalmú közlekedése

Esetünkben sem a terjedelmi korlátok nem teszik lehetővé a város helyi közlekedésének teljes történeti leírását, sem nem lényeges a teljes történetet ismerni, ezért e fejezetben célszerű röviden összefoglalni az utóbbi 25 év leglényegesebb pontjait, egyfajta betekintést adni arra vonatkozóan, hogy milyen közegben, milyen alapvető folyamatok árnyékában történtek mindazok a változások, melyek befolyásolták, befolyásolják Debrecen helyi közforgalmú közlekedésének mindennapjait.

A város helyi közlekedését a Debreceni Közlekedési Vállalat (DKV Zrt.) látja el autóbuszokkal, trolibuszokkal és villamosokkal (Magyarországon Budapest és Szeged mellett Debrecen a harmadik olyan város, ahol mindhárom közlekedési mód előfordul). 2009. július 1-től tartozik hozzá az autóbusz-közlekedés szolgáltatása is, ugyanis ekkor vette át a feladatot a Hajdú Volántól az Inter-Tan-Ker Zrt.-vel közösen, Cívisbusz konzorcium néven (Ács A. 2011a). Ez a változás a vonalhálózat helyenként jelentős átalakításával járt, csökkent a futáskilométer, valamint az új flotta is kevesebb (a hivatalos indoklás szerint viszont több) férőhelyet tett lehetővé, az autóbuszok darabszáma 161 helyett csak 140 darab lett, a csuklósok száma pedig 86-ról 40-re csökkent (Ács A. 2011a; Ács A. 2011b) ugyanakkor az alacsonypadlós autóbuszok részaránya 100%-ra nőtt. 2009 előtt ez a feladat azonban megosztott volt, hiszen a Hajdú Volán felelt az autóbuszokért, a DKV Zrt. pedig a kötöttpályás közlekedésért, tehát a villamos és trolibusz-közlekedésért. Ez a megosztás ma Magyarországon Szegeden található meg, ahol az SZKT (Szegedi Közlekedési Társaság) és a DAKK Zrt. (korábban Tisza Volán) osztozik a város helyi közforgalmú közlekedésének szolgáltatásán. Ezért szükséges igénybe venni mind a Hajdú Volán, mind a DKV Zrt. adatait, hiszen az utóbbi 25 évből mindössze kilenc év volt olyan, amikor kizárólag egy szolgáltatója volt a debreceni helyi közlekedésnek.

Jelenleg a városban több helyi decentrum található, Ezek a vasútállomásnál lévő Nagyállomás, a belváros nyugati peremén található Segner (János) tér, a város északi részén, az Egyetem főkampuszától északkeletre fekvő Doberdó utca, valamint a Tócóvölgy lakótelep (és maga Debrecen) délnyugati területén lévő Vincellér utca. Minden járat végállomása valamiképp kapcsolódik ezekhez az alközpontokhoz, a Vincellér utcához szervezésileg kapcsolódik a tőle északra lévő Jégcsarnok végállomás (19-es, 30-as és 30A jelzésű viszonylatok), ahol kiszolgáló létesítmények híján az autóbuszok rezsimenetben kapcsolódnak a Vincellér utcai pihenőhelyhez.

Módszertani háttér

Jelen kutatás esetében a vizsgálati területet Debrecen városa képezi, amely helyi közforgalmú közlekedésének utóbbi 25 évét kívánom bemutatni térinformatikai elemzés alapján, 1992 és 2017 közötti időszakra vonatkozóan.

Bár a terjedelmi korlátok az elemzés mélységének gátat – legalábbis szűkebb határokat – szabnak, ugyanakkor a rendelkezésre álló adatokkal egy átfogó, általános, a vonalhálózati rendszert alapvetően szemléltetni képes elemzés válik lehetővé, melyet a QuantumGIS programmal végeztem el.

A vizsgálat alapját négy idősáv adja meg, az 1992-ben, a 2001-ben, a 2011-ben és a 2017-ben érvényes menetrendekkel, melyeket az Észak-magyarországi Közlekedési Központ, valamint a Debreceni Közlekedési Vállalat bocsátott rendelkezésemre. Az 1992-es, valamint a 2001-es menetrendeket az ÉMKK Zrt. debreceni üzemága (korábban Hajdú Volán) nyomtatott, míg a 2011-es menetrendet a DKV Zrt. digitalizált példányban nyújtotta át. A 2017-es menetrendi adatok a

DKV Zrt. honlapjáról aktuálisan letöltve, illetve saját frissítések alapján kerültek feldolgozásra.

Az egyes viszonylatok járatszámait atribútum-adatokként dolgoztam fel, majd szakaszonként összesítettem az alábbiak szerint: „iskolai munkanap", „munkanap (tanszünetes)", „szabadnap", „munkaszüneti nap". Ezt követően a heti járatszám kiszámolásához a munkanapokat ötszörös, a szabadnapot egyszeres és a munkaszüneti napot is egyszeres szorzóval (Kiss J. 1999) vettem figyelembe. Jelen kutatásban az iskolai munkanapokkal számoltam a heti járatszámokat, ezt pedig elvégeztem minden vizsgált évre vonatkozóan.

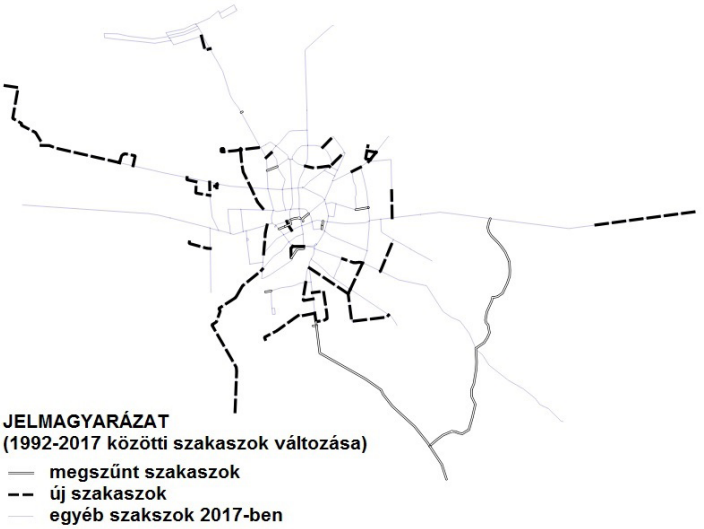
A korábbi menetrendek formátumai több esetben nem garantálják a teljes pontosságot, mivel a sűrűbben közlekedő járatoknál megfigyelhető volt, hogy csak a követési időket tüntették fel, a pontos indulási időt nem. Azon viszonylatok és azon időközök esetében a járatszámot úgy számoltam ki, hogy az érintett órákat percben vettem figyelembe, majd az időközök (pl. 4–6 percenként, 3–5 percenként) átlagaival elosztottam az órákban megadott perceket.

Alapvető hálózati változások

Az alábbi fejezetben elsősorban azokat a változásokat mutatom be, amelyek a hálózat kiterjedésében mutatkoznak meg, elsősorban a két időbeli végpont, 1992 és 2017 esetében. Az elmúlt negyed évszázad során a hálózat egyre inkább kiterjedt a város egyre nagyobb részére, egyre több területet kapcsol be a közlekedésbe, mely különösképp a szatellit városrészek számára lett előnyös. 1992 és 2017 között bekapcsolódott a helyi közforgalmú közlekedésbe Nagymacs, Szepes és Haláp, Kismacsnál bővült a feltárt terület nagysága a Napraforgó utca – Orgona utca szakasz, illetve ezek megállói által, ugyanakkor továbbra is hiányos az ellátottság Dombos esetében.

A város belsejének közlekedése is jelentősen átalakult az elemzett idő alatt, többek között megszűnt a Bajcsy-Zsilinszky utcai végállomás, mely az azóta nem létező, de 1992-ben még kifejezetten nagy forgalmú 28-as autóbuszok (Bajcsy-Zsilinszky utca – Doberdó utca) végállomása volt. Ugyancsak megszűnt végállomási csomópontként az Attila tér, amely 2011-ig volt a rendszerben (utoljára a Halápra közlekedős 37-es autóbuszoknak). Ez a végállomás 1992-ben még Baross utca néven a 3-as (Baross utca – Határ utca, amely a mai Kishatár utca), a 9-es (Baross utca – Bánk), a 15A jelzésű (Doberdó utca – Attila tér / Baross utca) és a 17-es (Attila tér – Ondód) viszonylatoknak adott otthont. E viszonylatok alapvetően integrálódtak más viszonylatokhoz, vagy más decentrumokhoz. Napjainkban ugyanis alapvetően már csak a négy, korábban említett decentrumból, valamint a Jégcsarnoktól indulnak járatok.

Az útvonalak változásánál azonban nem csak a belvárosi végállomások vagy decentrumok megszűnése és a szatellit városrészek bekapcsolódása emelhető ki, hanem számos egyéb, a központi várostest peremén lévő lakó- és ipari területek



1. ábra Debrecen helyi közforgalmú közlekedésének hálózati szintű változása 1992 és 2017 között. Forrás: Hajdú Volán és DKV Zrt. adatai alapján saját szerkesztés.

bekapcsolódása is. Erre példaként szolgál, hogy a nyugati Ipari Park területén már körbejárnak az autóbuszok (korábban Házgyár néven a 33-as főúthoz közel esett végállomás, valamint a Kishatár utcán közlekedtek járatok), bekapcsolódott még többek között Epreskert, Kerekestelep, Lencztelep vagy épp Júlia-telep nagyobb területi feltárás mellett, csatlakozott a hálózathoz Akadémiakert, Tócóliget és Köntöskert is (*1. ábra*).

Az útvonalak tekintetében egyértelmű és látványos visszafejlődés a város délkeleti részén található (*1. ábra*), melyen még látszanak – az egyébként épp 1992-ben megszűntetett – „kirándulóbuszok" útvonalai. Ekkoriban közlekedett a 26-os (Nyugati utca – Vekeri tó), a 32-es (Nyugati utca – Cserei parkerdő), és a 33-as (Vekeri tó – Cserei parkerdő) nyomvonalakon, melyek elsősorban hétvégente, valamint áprilistól októberig közlekedtek. Mai szemmel furcsa belegondolni, hogy a helyi közlekedésben elérhetőek voltak ilyen nyomvonalakon ilyen kikapcsolódást elősegítő opciók.

Változások a járatszámok szerint

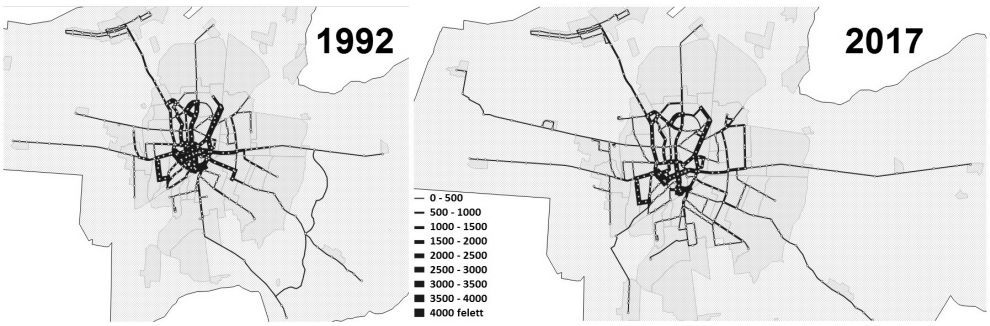
Az egyes szakaszok járatszámainak változásánál kifejezetten fókuszáltam az adatsor két végén történő változásokra, arra, hogy milyen értékek mellett mely szakaszok a legsűrűbb és a legritkább heti járatszámmal rendelkezők, ezek a járatok számát tekintve és területileg hogyan változtak.

Alapvetően kijelenthető, hogy a legmagasabb értékeket rendszerint a belvárosi decentrumok körül találjuk, míg a legalacsonyabb értékek a külvárosokban, esetleg a belváros peremén, kevés és ritkán közlekedő viszonylatok által feltárt szakaszon találhatóak.

A járatok számára vonatkozó alapvető negatív tendencia – hiszen az alábbiakban leírtak szerint egyértelművé válik egy viszonylag nagy arányú járatritkulási arány – nem kimondottan Debrecen esetében jelentkezik, hanem jellemző minden nagyobb város esetében is. A rendszerváltás óta megnövekedett a személyautók száma, az utazói preferenciák pedig ezt a közlekedési módot részesítik előnyben, ez a tendencia pedig a közforgalmú közlekedés esetében utasszám-vesztést jelentett, ami további járatritkítást eredményezhet, tehát egy negatív irányú spirális folyamatrendszer rajzolódik ki (Hegedűs L. 2014).

1992-ben a legforgalmasabb szakaszon 7552 járat közlekedett hetente, ez 2001-re 6958 járatra (az előző szakaszon 5250-re), 2011-ben 5254, 2017-re 4417 járatra csökkent, ami az 1992-es értéknek mindössze 58%-a. Ugyanakkor a legritkább szakaszokon is történtek változások, egyrészt a lista végén részben más szakaszokat találunk, másrészt 1992-ben az 5. legritkább szakaszon még csak 16 járat közlekedett hetente (Cserei parkerdő és a Panoráma út között), addig 2017-ben már 73 járat közlekedett hetente az 5. legritkább szakaszon (ez egyébként a Repülőtérre vezető út az Airport-járatokkal). A legkisebb heti járatszámmal bíró szakaszok esetében az indított járatok számában nem, a szakaszban viszont találunk változást. 1992-ben ez a szakasz még a Kondorosi csárda és a Panoráma út között volt található a Vámospércsi úton 8 járattal, ez 2001-re már a Gizella utca 10 járattal, ami ezt a pozíciót és ezt az értéket a további 15 évben is megtartotta.

A legforgalmasabb szakasz szinte minden évben a Nagyállomás decentrum, 2001-ben azonban a Nyugati utca (a Hatvan utca és a Széchenyi utca közötti szakaszon) valamivel forgalmasabb volt. E két szakasz (tehát a Nagyállomás és a Nyugati utca) minden vizsgált időszakban az 5 legforgalmasabb szakasz között volt, mellettük a Széchenyi utca, a Piac utca, a Segner tér és az Erzsébet utca (a Nagyállomás és a 47-es főút közötti szakasz) fért még fel időnként a listára. A Nyugati utca értékeihez érdemes lehet hozzátenni, hogy a Segner tér decentrum épp ehhez a szakaszhoz kapcsolódik, számos innen induló és ide érkező, illetve itt csak áthaladó vonal található itt. Maga a Segner tér pedig egyre forgalmasabbá és fontosabbá vált, olyannyira, hogy a 2017-es adatoknál a decentrum önmagában a harmadik legmagasabb értékkel bírt, 17 viszonylaton heti 3684 járat indításával.



2. ábra Debrecen helyi közforgalmú közlekedésének heti járatszámmutatója 1992-ben és 2017-ben. Forrás: Hajdú Volán és DKV Zrt. adatai alapján saját szerkesztés.

A *2. ábrán* a belvárosi területeket szemlélve észrevehető, hogy amíg 1992-ben a sűrűséggel arányos vonalvastagság szinte teljesen értelmezhetetlenné teszi a területet (a nagy járatsűrűség miatt), addig 2017-ben ugyanazzal az 500 járatonként történő, heti 4000 járat feletti kategóriát egységesen kezelő kategorizálás mellett már jobban „olvashatóvá" válik a belváros, a járatszám tehát drasztikusan csökkent. Ebben a – nevezzük így – olvashatóságban azonban bizonyos mértékig a belvárosi nyomvonalak változása is szerepet játszik, hiszen a Kossuth sétálóutcává / reprezentatív főtérré alakítása által a személyautók és az autóbuszok már nem közlekednek a Nagytemplom előtt, másrészt megszűnt a Bajcsy-Zsilinszky utcai végállomás, amely nagy forgalmú vonalat látott el, igaz, a Tisza István utca a józsai viszonylatokkal viszont bekapcsolódott a hálózatba.

Az elemzés során a járatszámmutatóval rendelkező vonalhálózati térképek szerkesztésénél minden időpontra vonatkozóan egységes kategóriákat alkalmaztam. Ennek természetesen megvannak az előnyei, hiszen könnyen összehasonlíthatóvá válnak az egyes szakaszok változásai (mint a már említett belvárosi terület), azonban hátrány, hogy bizonyos mérték mellett vagy bizonyos értéken túl már nem differenciál. Utóbbi esetre példa a 4000 járat feletti kategória, ahol a szintén korábban említett 4417 járat (ami a 2017-es rekord) és a 6958 (ami 1992-ben volt a legforgalmasabb szakasz értéke) ugyanabba a kategóriába tartoznak. Ez által a 4000 járatnál nagyobb érték elemzése során az adatok pontos elemzésére van szükség, de ugyanez okoz problémát a legkisebb kategóriában is, ahol az 500 járat alatt esik minden ugyanabba az ábrázolási csoportba. Azonban a véleményem az, hogy mivel ez az 500 járatonként való csoportosítás is kilenc külön kategóriát jelent, ezek ábrázolása (különböző színek, vonaltípusok szerint) is az átláthatóság határán van, de az alapvető összehasonlítást szavatolja, mint a *2. ábrán* látható.

Konklúzió

Összességében elmondható, hogy a járatszámok változásával és azok vonalhálózatra vetítésével hatékony elemzés válik lehetővé. Debrecen helyi közforgalmú közlekedésének 1992 és 2017 közötti változása során láthatóvá váltak kisebb-nagyobb eltérések, melyek pozitív vagy negatív irányban, de módosították az elérési lehetőségeket. Bár jelen kutatás kiélezte az 1992-es és 2017-es állapotokat, azok közvetlen összehasonlítását, a köztes időpontokat (2001 és 2011) is figyelembe véve egyfajta evolúciónak lehetünk tanúi. Kirajzolódik a vonalhálózatban az útvonalak fejlődése vagy épp megszűntetése, reagálva az újabb kihívásokra és tendenciákra.

Köszönetnyilvánítás

Ezennel szeretném megköszönni az Észak-magyarországi Közlekedési Központ, valamint a Debreceni Közlekedési Vállalat munkatársainak segítségét az adatok hozzáférésére, kezelésére vonatkozóan.

Felhasznált irodalom

Ács A. (2011a): A debreceni szolgáltatóváltás – I. rész. Indóház Online:
http://iho.hu/hir/a-debreceni-szolgaltatovaltas-i Elérés: 2018. március 21.

Ács A. (2011b): A debreceni szolgáltatóváltás – I. rész. Indóház Online:
http://iho.hu/hir/a-debreceni-szolgaltatovaltas-ii Elérés: 2018. március 21.

Bói L. (2014): Két középvárosi vonzáskörzet (Karlsruhe és Debrecen) közlekedési modelljeinek értékelése. Doktori disszertáció, Debrecen, p.149.

Hegedűs L. (2014): Kecskemét helyi tömegközlekedési rendszere és a társadalmi különbségek elemzése. Szakdolgozat, Szeged, p. 48.

Hegedűs L. (2018): Debrecen szatellit városrészeinek közlekedési-elérhetőségi differenciái. Közlekedéstudományi Konferencia 2018, pp. 370–377.

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.

Kiss J. (1999): A város-vidék peremzóna személyközlekedésének átalakulási folyamatai az Alföld négy megyeszékhelyén (1980–1998). Alföldi Tanulmányok 1998/99, pp. 112–130.

A Buda-környéki erdők állapotának vizsgálata tériformatikai módszerekkel

Imre-Horváth Sándor

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Budai lakosként gyakran kirándulok a közeli erdőkben, így az urbanizáció hatásait is tapasztalom. Ugyanakkor rendszertelen, személyes benyomások alapján nem lehet objektív módon értékelni egy jelenséget vagy egy terület állapotát. Ezért választottam kutatásom céljául a Buda-környéki erdők állapotának vizsgálatát tűztem ki. Elsősorban az erdőirtások és építkezések jelentőségét, hatását kívántam meghatározni, valamint az emberi tevékenység okozta zavarásokat felmérni. A feladathoz legalkalmasabb módszernek a távérzékelt adatok feldolgozását találtam. Korábbi munkáim révén már rendelkeztem tapasztalattal ezen a területen, a szükséges adatok pedig kellően hosszú időszakból álltak rendelkezésre egy idősoros elemzés végrehajtásához.

Első lépésként megfigyeléseim alapján felállítottam egy 3 állítást tartalmazó kiindulási elméletet, így a vizsgálatok és az eredmények értékelése konkrét irányok mentén történhetett. Kiindulási állításaim a következőek voltak:

I. Megfigyeléseim szerint Buda környékén nő a beépített területek és csökken az erdők kiterjedése.

II. A két folyamat közvetlen ok-okozati viszonyban áll egymással.

III. A két folyamat együttes eredménye a természeti környezet állapotának romlása.

A fenti állításokra alapozva elkészítettem egy munkatervet, azonban az elérhető adatok és eszközök összegyűjtése után ezt módosítanom kellett. Erre részben az adatforrások korlátozott térbeli felbontása, részben a rendelkezésemre álló idő rövidsége miatt volt szükség. A módosított munkaterv szerint nem szigorúan az erdők állapotát, hanem a felszínborítás változását elemeztem, miközben az erdőterületeknek továbbra is kiemelt figyelmet szenteltem.

Noha munkám döntő részét a QGIS térinformatikai rendszerben végzett munka tette ki, mely jellege alapján elsősorban problémamegoldásnak, ill. módszerfejlesztésnek volt tekinthető, a helyes megközelítés érdekében szükség volt a szakirodalom áttekintésére is. Az irodalmi előkészületek során megismerkedtem a távérzékelés elméleti alapjaival és gyakorlati megvalósításával. A természetvédelmi és ökológiai művek tanulmányozása az erdők jelentőségének és a természetes növényzet változásainak megértéséhez volt fontos, míg a vonatkozó jogszabályok a vizsgálatok eredményeinek értelmezését segítették.

A célterületet 11 település közigazgatási határai alapján jelöltem ki (Budapest II. és XII. kerülete, Budakeszi, Nagykovácsi, Remeteszőlős, Solymár, Pilisszentiván, Piliscsaba, Perbál, Budajenő, Telki, Páty), így munkám során összesen 27143 ha területet vizsgáltam.

Kutatásomban nagy jelentősége volt a nyílt hozzáférésű adatoknak és eszközöknek. Egyetemistaként nincs lehetőségem költséges szoftverek vagy adatsorok beszerzésére. Mára azonban nyílt hozzáféréssel elérhetőek mind a kutatáshoz szükséges adatok (pl. műholdfelvételek), mind a feldolgozáshoz szükséges eszközök (pl. QGIS). Ezek hiányában a kutatás csak széleskörű terepi munkával lett volna megvalósítható, ami erősen korlátozta volna a megvizsgálható terület kiterjedését.

Elsődleges adatforrásként a Copernicus Program keretében elérhető Corine felszínborítási adatsorokat használtam. Az 51 osztályt használó, 100 m névleges felbontású adatok 1990 és 2012 között 4 időállapotra érhetőek el többféle formátumban. A Corine fő előnye az ingyenes hozzáférhetőség, valamint az egységesített és folyamatosan fejlesztett módszertan, mely biztosítja az adatok konzisztenciáját és összehasonlíthatóságát. Ugyanakkor a 100 m névleges felbontás mögött a tényleges feldolgozást egy 5, ill. 25 ha nagyságú térképezési egységgel végzik. Ebből kifolyólag a Corine adatsorok elsősorban nagy területeket lefedő vizsgálatokhoz ideálisak, helyi léptékű feladatokhoz – amilyen az enyém is – csak korlátozottan alkalmasak.

Mivel Corine-felszínborítás csak 2012-ig áll rendelkezésre, ezért a jelenállapotot jellemző 2017-es felszínborítást nekem kellett elkészítenem. Ennek megvalósítása előtt azonban a Corine-adatsorok alapján létrehoztam egy 5 osztályból álló, egyszerűsített felszínborítási osztályozást, mely alapját képezte a saját készítésű 2017. évi felszínborításnak és biztosította az adatok konzisztenciáját.

A 2017-es felszínborítást QGIS rendszerben, Landsat-8 felvételekből kiindulva készítettem egy erre a célra szolgáló bővítmény alkalmazásával. A munka során törekedtem a Corine-adatsorok készítéséhez használt módszertan reprodukálására. Így két időállapot felhasználásával egy 100 m felbontású rasztert készítettem, melyet pontráccsá alakítva használtam fel. Nem alkalmaztam azonban a Corine 5 ill. 25 ha-s térképezési egységeit, a tényleges és a névleges felbontás egyaránt 100 m volt. Bár ez jelentős többletmunkával járt, véleményem szerint elengedhetetlen volt a megfelelő pontosság eléréséhez. A 2017 évi felszínborítás elkészítése után megvizsgáltam és rögzítettem a 2012 és 2017 közötti felszínborítási változásokat is.

A végső elemzéshez a statikus és a változási Corine-állományok kombinálásával egységes adatsorokat készítettem, melyet kiegészítettem a 2017-es felszínborítás adataival is. Ezek alapján először általános, összegző jelleggel, majd részletesen is elemeztem a felszínborítás változásait 1990 és 2017 között.

A nagy kiterjedésű célterületre és a változók számára való tekintettel szükség volt egy saját elemzési módszer kidolgozására mivel sem a raszter-, sem a poligonszerkezetű vektorformátumot nem találtam alkalmasnak a feladat elvégzésére. A megoldást a kvázi-raszternek nevezett módszer jelentette. A vizsgálati területet állandó távolságú, szabályosan elhelyezkedő vektorpontokkal fedtem le,

ami rendelkezik a raszteradatok előnyeivel, ugyanakkor egy ponthoz számos változót rendelhettem az attribútumtáblában, és kihasználhattam a vektorformátumú adatok kezelésére szolgáló algoritmusokat is.

A kvázi-raszter módszerrel QGIS környezetben állítottam elő a felszínborítást, ill. annak változásait leíró adatsorokat több időállapotra. Ezt követően a pontrácsok attribútumtábláit MS Excelbe exportáltam, ahol a felszínborítási kódok alapján egyszerűen tudtam statisztikai elemzéseket végezni.

A vizsgálatok alapján először a felszínborítás változásának fő irányait azonosítottam 1990 és 2017 között. Jelentős növekedést tapasztaltam a beépített (+5,0%), illetve a nem erdő jellegű természetes növényezettel borított területek (+5,7%) kiterjedésében, ezzel szemben az erdők (–3,9%) és a mezőgazdasági területek (–6,5%) aránya csökkent. Ezzel a kiindulási elmélet I. állítását sikerült bizonyítsam.

A II. állítás feltételezte, hogy a beépítés növekedése és az erdőterületek csökkenése közvetlen ok-okozati viszonyban áll. Ennek eldöntéséhez időszakonként összegeztem a különféle felszínborítási változások által érintett területek kiterjedését, majd azokat tematikusan is csoportosítottam (beépítés, erdőirtás, mezőgazdasági művelésbe vonás, ill. annak felhagyása). A számadatok összehasonlításából kitűnt, hogy sem a közvetlen *erdő → beépített felszín*, sem a közvetett *erdő → köztes állapot → beépített felszín* változások nem számottevőek. A kétféle változás által érintett területeket összeadva összesen 206 ha beépítés céljából kivágott erdőt kapunk. Ez az összes erdőirtásnak 15,7; az összes beépítésnek 13,1%-a (a teljes vizsgált területnek viszont csak 0,8 %-a). Ez, bár nem elhanyagolható arány, mégsem tekinthető meghatározó folyamatnak. Az erdőirtás és a beépítések közötti közvetlen kapcsolat tehát egyértelműen megcáfolható.

Miután az építkezések és az erdőirtások ok-okozati kapcsolatát sikerült megcáfoljam, nyitott kérdés maradt, hogy milyen folyamat(ok) vezet(nek) mégis az erdőterületek folyamatos csökkenéséhez. Felszínborítási szempontból a megszűnt erdőterületek 86,9%-át nem erdő jellegű természetes növényzet váltotta fel. A Buda-környéki erdőket kezelő Pilisi Parkerdő ZRt. honlapján elérhető információkat is figyelembe véve arra a következtetésre jutottam, hogy az erdőterületek ilyen típusú csökkenésének oka a nem környezetbarát, tarvágásos véghasználati mód.

Nem hagytam figyelmen kívül a legnagyobb területet érintő változást, mely a mezőgazdasági művelés további hasznosítás nélküli felhagyásaként határozható meg. Ennek a változásnak a fő problémáját az jelenti, hogy az ilyen területeken jellemzően nem megy végbe rekultiváció (pl. erdőtelepítés). Ez pedig elősegíti az allergén (pl. parlagfű, üröm) és invazív (pl. akác, aranyvessző) növényfajok terjedését.

A legnagyobb nehézséget a kiindulási elmélet III. állításának vizsgálata jelentette. Az állítás szerint: „*A két folyamat [erdőirtás és beépítés] együttes eredménye a természeti környezet állapotának romlása*.” Az eredmények értékelése során azonban kiderült, hogy pontatlan megfogalmazás miatt ez az állítás nem segít a vizsgálati eredmények értelmezésében. Ráadásul az általam végzett vizsgálatok sem alkalmasak a természeti környezet állapotának részletes minősítésére és értékelésére.

A felszínborítás változásait értékelhetem természetvédelmi szempontból, azonban egy átfogó állapotfelméréshez a felhasznált adatok felbontása nem elegendő.

Végeredményben elmondható, hogy bár az eredeti elgondolást elsősorban külső okok miatt nem sikerült megvalósítani, a lehetőségek felmérése után módosított munkatervet teljesíteni tudtam, és a feltett kérdéseket kielégítő pontossággal tudtam vizsgálni. A munka során számos tapasztalatot szereztem a térinformatika és távérzékelés területén, melyeket további tanulmányaim és munkám során hasznosítani tudok. Az elvégzett elemzés pedig több lehetőséget is kínál a további vizsgálatokra, így a kutatás eredményei későbbi kutatások alapjául szolgálhatnak.

Az elvégzett munka alapján a további vizsgálatok elvégzését két fő irányban tartom érdemesnek. Egyrészt, az erdők és a természeti környezet állapotának részletes elemzése nagy felbontású adatok és széleskörű információgyűjtés segítségével, másrészt a jelen vizsgálatok során alkalmazott módszertannal a pesti oldalon végbement felszínborítási változások felmérése, és az eredmények összehasonlítása a budai oldalról származóakkal. Természetesen az elemzési módszerek további pontosítása is fontos szempontja lehet a későbbi munkának.

A kutatás az Európai Unió támogatásával készült.

Metrikus tér homotóp transzformációja a térinformatikai vizualizációban

Jankó József Attila [1] – Szabó György[2]

[1] tanszéki oktató, BME Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék, janko.jozsef@epito.bme.hu;
[2] egyetemi docens, BME Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék, szabo.gyorgy@epito.bme.hu

Absztrakt: Tanulmányunkban a metrikus tér homotóp transzformációjának módszertani kutatásában elért eredményeinket mutatjuk be. Vázoljuk a tudományterület matematikai hátterét, szemléltetve a problémakör aktuális kihívásait. Leírjuk a munkánk során kidolgozott rekurzív folyamat állandó, és változó paramétereinek viselkedését, amelyek a kezdeti topológia megőrzését biztosíthatják. Az eredmény minőségét jelentős módon befolyásolják a bemeneti adatokhoz rendelt transzformációs paraméterek és a folyamat leállását meghatározó célfüggvény-határértékek. Kutatásunk célja az iteratív algoritmikus eljárás gyakorlati alkalmazása a térinformatikai vizualizációban. A több-dimenzióban értelmezett jelenségcsoportokat egy vonalas (idő-geográfia), valamint egy felületi (terület-kartogram) esettanulmányban mutatjuk be. A kidolgozott eljárás térinformatikai gyakorlati jelentőségét az adja, hogy a metrikus tér homotóp transzformációja segítségével olyan szocio-ökonómiai, környezeti és infrastrukturális jelenségek észlelése, helyes humán döntések meghozatala válik lehetségessé, amelyek az Euklideszi tér hagyományos geometriai vizualizációjával téves következtetéseket eredményeznének.

Bevezetés

A tematikus térképek általában a fizikai tér egy részletének szabatos geometriai szabályok követésével való leképezése az adott terület elvonatkoztatott jelenségcsoportjának képi megjelenítése céljából. A kartogram egy elvonatkoztatott jelenségcsoport olyan ábrázolása, amely során az adott terület transzformációja a jelenségcsoport helyzetgeometriájának a függvénye. A folytonos terek generalizálási eljárásainak mérföldköveit mutatja be Nusrat S. – Kobourov S.G. (2016). Markowska A. – Korycka-Skorupa J. (2015) néhány korszerű (nyílt- és zárt forráskódú, ingyenes és licence díjas) térinformatikai alkalmazásokba épített terület-kartogram készítő modult értékelt ki. Dorling D. (1996) a saját fejlesztésű kör-kartogram algoritmusát közölte. Mindenekelőtt megállapítható, hogy univerzális, bemeneti geometriától és jelenség-sajátosságoktól független megoldás nem létezik (Keim et al. 2004). A kartogram készítés alapjául szolgáló egyedi jellemzőknek (topológia, attribútum) megfelelően az általános algoritmus egyedi paraméterezést követel meg. Jelen tanulmányban a metrikus terek homotóp leképezését végrehajtó algoritmus gyakorlati alkalmazási problémáit vizsgáljuk, különös tekintettel a bemeneti geometriára, a jelenség szemantikai jellegét reprezentáló attribútumok eloszlására, és az algoritmus peremfeltételeire, paramétereire.

Anyag és módszer

Munkánk során PostregSQL/PostGIS adatbázisban tárolt hagyományos téradatokat (G), pl/pgsql procedurális strukturált lekérdezőnyelven szerkesztett algoritmussal transzformálunk és QGIS segítségével jeleníttetjük meg kartogram formában. A transzformáció alapvető elve, hogy az elemalkotó pontokat az elemhez tartozó attribútummal és segédparaméterekkel egy átmeneti táblába gyűjtjük: P(A(G: i = 1; A_{i-1}: i > 1)$_i$. Ezt követően az elemet magába foglaló téglalap geometriai középpontjából centrálisan vetítjük az új helyre a töréspontokat. A vetítés egy előzetes transzformációval (P') és utólagos korrekcióval (P*) történik. A segédparaméterek hordozzák azokat az értékeket, amelyek a transzformációt és az elem (poligon vagy vonallánc) visszaállítását szolgálják. Az egyik jelentős segédparaméter a topológiailag azonos, de más elemhez tartozó töréspontok egyedi u_j^{gi} csoport-azonosítója, ami révén a későbbi konszolidáció történik. A geometria topológiai sajátosságai, az elemek attribútum értékeinek eloszlása, valamint a transzformáció segédparaméterei egyedileg befolyásolják a kartogram előállításához szükséges iterációk számát és annak minőségét.

A célfüggvény meghatározása

A célfüggvény, $K(G^a)$, egy olyan egyértelmű algoritmus (Algoritmus 1), amely során a bemeneti geometria elemének (G^g) eredeti t_g mérete homotóp módon az a_g attribútum numerikus értéke szerinti t^K_g méretet közelíti meg ε határértéken belül (*1. egyenlet*); az egyes elem új mérete az ag eredeti összértékére normalizált t'_g kiterjedést nyeri (*2. egyenlet*):

$$\left|t_g^K - t'_g\right| \leq \varepsilon, \quad \forall g \in G; \tag{1}$$

$$\frac{t'_g}{\sum_{j=1}^{n} t'_j} \pm \delta_g = \frac{a_g}{\sum_{j=1}^{n} a_j}, \qquad \forall \delta_g \leq \varepsilon'; \tag{2}$$

Az iteráció jelentősége

A transzformációhoz egyszerű geometria esetén egy lineáris egyenlet-rendszer is elegendő. Ilyen bemeneti adat pl. egy csillag-gráf modellel leírható geometria, ahol az elemeknek csak egy topológiai csomópontja van és az kötöttnek tekinthető. Kötött elem-alkotó alatt azokat a pontokat értjük, amely pontok az eljárás során nem változtatják meg eredeti helyüket. Ilyen pontok pl. egy geometria befoglaló körvonalát alkotó pontok, vagy egy út-idő kartogram kiinduló csomópontja.

Általános esetben az elemek cél-méret megközelítésében a szomszédos elemek méretváltozás-igénye korlátozó tényezőként hat. A topológiailag közös elemalkotó pontok helyének megváltozását egyidejűleg érvényesítő attribútum értékek meghatározta előzetes transzformáció a topológiai csomópontokat diszjunkt

helyzetbe hozza. A transzformáció paraméterét a cél-méret és az előző iterációban elnyert méret arányának gyöke képezi:

$$c_i^g = \sqrt{t_g^K / t'_{g,i-1}}, \qquad \forall g \in G'; \tag{3}$$

Akár a geometria méret-szórása, akár az attribútum érték szórása meghalad egy homotópia megtartása szempontjából kedvezőtlen mértéket a transzformáció topológiai megkötés megsértése miatt meghiúsulhat. Ennek kiküszöbölésére transzformáció korlátozást vezettünk be:

$$p = [k \vee 1 + 0{,}1 \times \min(i,k) \times \ln(\sqrt{\min(i,k)})]; \tag{4}$$

A *p* korlát kedvező topológia esetén lehet k konstans, ami kellően nagy érték esetén a korlátozás feloldását, az iterációk optimalizálódását eredményezi. A korlátozó tényező olyan dinamikus értéket is felvehet, amely az egyes iterációban növekvő mértékű (l. pl. *4. egyenlet*), fokozatosan feloldva a korlátozást.

A súlyvektor meghatározása

Az utólagos korrekcióval a topológiailag azonos (diszjunktta vált) törés-pontokat w_{gi} inverz súlyvektor alkalmazásával konszolidáljuk:

$$w_j^{gi} = 1/c_i^g \qquad \{c_i^g \le Ll\}, \quad \forall j \in P' \ (\mathrm{Ll} < 1) \tag{5a}$$

$$w_j^{gi} = 1 - 1/c_i^g \qquad \{c_i^g \ge Lu = 1/Ll\} \quad (\mathrm{Lu} > 1) \tag{5b}$$

$$w_j^{gi} = -1 \qquad \{Ll < c_i^g < Lu\} \tag{5c}$$

$$w_j^{gi} = \left|\max(w_u^{gi})\right| \quad \{w_j^{gi} = -1 \wedge w_j^{gi} \subseteq w_u^{gi}\}; \tag{5d}$$

ahol *Ll* a célfüggvényben csökkenő, *Lu* a növekvő méretű elemen értelmezett határérték, u^{gi} a topológiai csomópontok egyedi csoport-azonosítója. Az *5. egyenlet* c) pontja átmeneti –1 súly-értéket ad a határértéket elérő méretű elemek alkotóinak. Az így előállt súlyvektor az 1-hez legközelebbi súlyú, vagy a legkisebb méret-változást igénylő elem töréspontjait részesíti előnyben. Ez elősegíti az aránytalanul nagy geometriai változás okozta topológiai megkötés esetleg megsértésének elkerülését.

A határ-érték meghatározása

Az iteráció mindaddig tart, amíg:

a) eléri az iterációk megengedett maximális számát (*I*), vagy

b) a célfüggvény eléri a határértéket (*Ll* és *Lu*), vagy

c) a méret-változás egyik elemen sem haladja meg a küszöbértéket (*La*).

Az egyes iteráció végén kinyert S statisztikai mutatók közé tartozik a C_i transzformációs paraméterek átlaga, a legkisebb és a legnagyobb értékek. Az eljárás során:

$$\lim_{i \to I}\left(c_i^g\right) = 1, \qquad \forall g \in G_i', \qquad \forall c^g \in C; \tag{6}$$

Stagnálás akkor következik be, ha:

$$\left|c_i^g - c_{i-1}^g\right| < La, \qquad \forall g \in G_i', \{i > 1\}; \tag{7}$$

A határértéket 1 környezetében vesszük fel (pl. *Lu* =1.1, *Lu* =1.01). A kisebb határérték több iterációt tehet szükségessé, ugyanakkor a kartogram jobban tükrözi az ábrázolt jelenséget.

Eredmények

Az algoritmus gyakorlati alkalmazhatóságát egy felület és egy vonal-lánc jellegű geometriai reprezentációra támaszkodó esettanulmányon teszteltük. A terület-kartogram felület típusú geometrián ábrázol numerikus értékkel kifejezett jelenséget. Az eljárással vonal-lánc típusú téradatot is transzformáltunk olyan kartogrammá, amelyen a megjelenített attribútum (menetidő) és a jelenségcsoport (közúti közlekedés) sajátosságai nem területi jellegűek.

Terület-kartogram

Szabályos geometrián különböző szórású attribútumokkal végrehajtott eredményeinket szemlélteti az *1–2. ábra*. A cél-terület és az iterációk után nyert elem-terület méret-aránya jól megközelítette az 1-et. Az elemek alakja az attribútum érték szórásának függvényében esetenként olyan torzulást szenvedett, hogy az elem megsértette a topológia megkötést. A transzformáció korlátozást az alábbi értéken felvéve a transzformáció homotóp maradt:

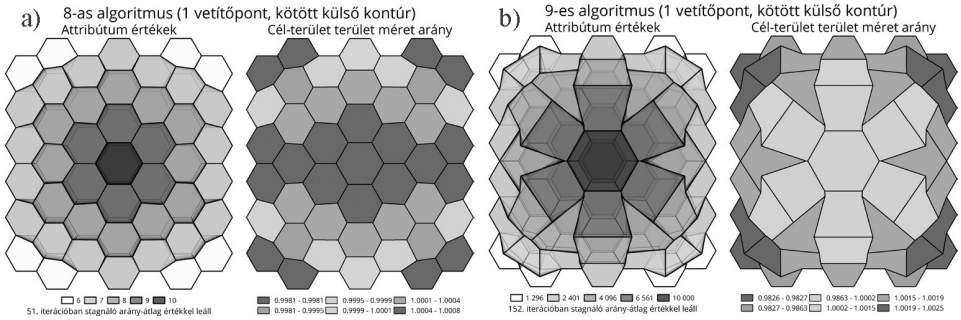
$$p = 1 + 0{,}01 \times \ln\left(\sqrt{i}\right)]; \tag{8}$$

Az algoritmus részét képezi a transzformáció topológiai korrekciója. Ennek leírása azonban nem része jelen tanulmányunknak.

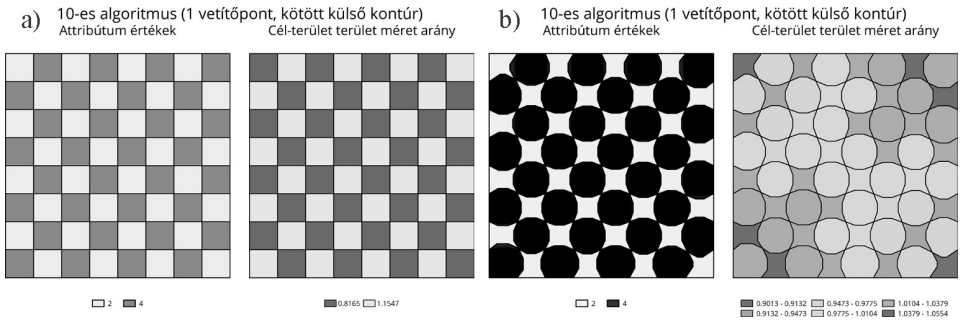
A *2a. ábrán* olyan triviális esetet szemléltetünk, ahol a geometria és az attribútum értéke olyan együttállásban van, amelyre nem létezik homotóp transzformáció. A *2b. ábra* olyan alternatív eljárás eredményét szemlélteti, amelyben az eredeti elemek alkotó élein töréspontokat helyezünk el.

Idő-geográfia

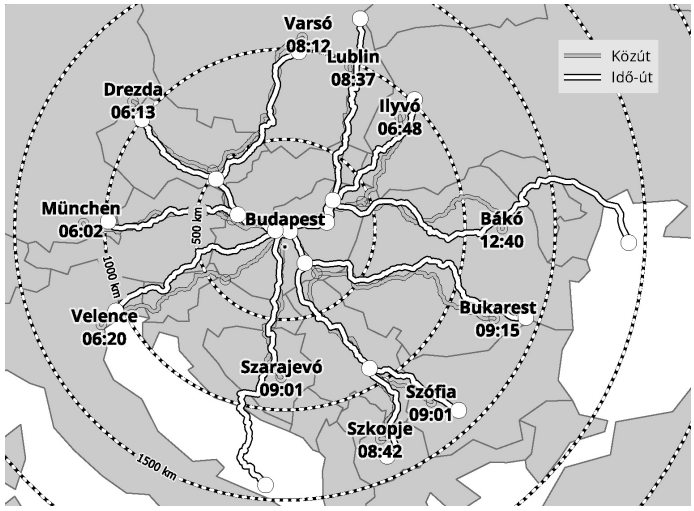
Az idő-geográfia egyik típusa az „idő-utazás”. Ennek a típusú kartogramnak az a jellemzője, hogy a közlekedési útvonal egy előzetesen meghatározott kiindulási



1. ábra Hexagon cellákon alkalmazott algoritmus a) 6-10, b) 1 286-10 000 attribútum értékkel



2. ábra A folytonos tér generalizálásának korlátait szemléltető: a) sikertelen homotóp és b) diffúz transzformáció



3. ábra Idő-geográfia: Néhány környező település elérhetősége távolság- és idő metrikával

pontból a különféle célállomások elérési ideje függvényében kerül ábrázolásra. A *3. ábra* budapesti indulással tizenegy európai célállomás megközelíthetőségét mutatja be. A települések földrajzi helye és a kartogram közti eltérésekről megállapítható, hogy a nyugat-európai desztinációk megközelítése gyorsforgalmi közlekedés

szempontjából viszonylag fejlettebb közúti infrastruktúrán lehetséges. A kelet-európai és balkáni térség, nemzetközi és regionális jelentőségű településeinek megközelíthetősége aránylag nem csak kedvezőtlenebb, de nagyobb szórást mutat a közlekedési hálózat fejlettsége. Bákó és Szarajevó viszonylagos megközelíthetősége Budapestről meglehetősen kedvezőtlen.

Konklúzió

Tematikus jelenségek térinformatikai vizualizációja céljából metrikus tér homotóp transzformációjára dolgoztunk ki algoritmust. Az eljárást nyílt forráskódú környezetben fejlesztettük az adathordó PostgreSQL/PostGIS eredeti procedurális strukturált lekérdezőnyelvén. Kétségtelen, hogy nem univerzális térinformatikai termékhez jutottunk, ahogy az nem is lehetett cél, de elősegítheti a szocio-ökonómiai, környezeti és infrastrukturális jelenségek valóság-közelibb észlelését. Az eljárás alkalmasnak mutatkozott tetszőleges folytonos teret leképező topológikus adatszerkezet kartogram formában történő megjelenítésére és kiértékelésére vezetői döntés, összehasonlító tudományos kutatás, elemzés céljából.

Tanulmányunkban egy jelenség egy attribútumban való értelmezését tárgyaltuk. Az algoritmus azonban alkalmas lehet több, egymással összegfüggő jelenségcsoport vizualizációjára. Másod-, illetve harmadlagos jelenséget jeleníthet meg a kartogram elemein alkalmazott színkód, vagy kiegészítő szimbólum. Az attribútumba (előzetes adatfeldolgozással) is beépíthető olyan index, ami pl. a megtett úton megtett idő mellett az útvonal panoráma-élményének mutatóját is magába foglalja. Ilyen további eljárásra épülhet pl. olyan turisztikai desztináció-menedzsment, ami adott időkorlátok között bejárható útvonalakra tesz javaslatot felhasználói igények figyelembevételével.

Algoritmus 1: Kartogram attribútum érték alapján

Bemenet: n darab téradat (G), g = 1…n, paraméterek
Kimenet: kartogram, statisztikai mutatók
1: munkaközi táblák inicializálása, téradat átvétele;
2: K(G) célfüggvény iteratív megközelítése:
while *i* <= iterációk megengedett maximális száma **loop**
  p := H(i); -- *transzformáció korlátozás*
  if i = 1 **then**
    A(G(g)); -- *eredeti téradat*
  else
    A(A(g)$_{i-1}$); -- *megelőző iteráció kimenete*
  változó munkaközi táblák inicializálása;
  P(A(g)$_i$); -- *geometria-alkotó pontok regisztrálása*
  c_{gi} := C(A(g)$_i$); -- *cél-geometria transzformációs paramétere*
  P'(P$_i$, min(c_{gi}, p)); -- *geometria-alkotó pontok előzetes transzformációja*
  w$_{gi}$:= W(A(g)$_i$) -- *homotópia súlyvektor előállítása*
  P*(P'$_i$, w$_{gi}$); -- *geometria-alkotó pontok utólagos korrekciója*
  geometria-alkotó pontokból a célgeometria G'(P*$_i$) előállítása;
  S := K(G) – G'$_i$ -- *statisztikai mutatók*
  if S ≈ L **then**
    endloop; -- *határérték elérése*
  elseif S$_i$ – S$_{i-1}$ ≤ *La* **then**
    endloop; -- *stagnálás*
endloop;

Felhasznált irodalom

Dorling, D. (1996): Area Cartograms: Their Use and Creation, Concepts and Techniques in Modern Geography, Department of Geography, University of Bristol, Bristol.

Keim, D.A. – North, S.C. – Panse, C. (2004): CartoDraw: A Fast Algorithm for Generating Contiguous Cartograms, AT&T Shannon Laboratory, https://svn.labri.fr/repos/visu/PacificVis_2011_geotaxo/biblio/keim2004.pdf.

Markowska, A. – Korycka-Skorupa, J. (2015): An evaluation of GIS tools for generating area cartograms. Polish Cartographical Review, 47(1), pp. 19–29.

Nusrat, S. – Kobourov, S.G. (2016): The State of the Art in Cartograms. CoRR. http://arxiv.org/abs/1605.08485

Minőségi téradat-szolgáltatások fejlesztése

Kolesár András

Budapest Főváros Kormányhivatala; Földmérési, Távérzékelési és Földhivatali Főosztály; Térinformatikai Osztály; kolesar.andras@bfkh.gov.hu

Absztrakt: Téradatokat szolgáltatunk interneten keresztül. Fejlesztéseink során a gyakori hibákat elkerülve nyílt forráskódú szoftverek seregével dolgozunk, hogy megfeleljünk a szigorú minőségbiztosítás követelményeinek.

Téradat-Szolgáltatások

Hivatalunk országos lefedettségű állami alapadatokat tesz közzé interneten keresztül a nap 24 órájában folyamatosan elérhető szolgáltatásokon keresztül. Ügyfeleink ezeken keresztül térképeket böngészhetnek, lekérdezéseket indíthatnak, adatokat tölthetnek le.

Szolgáltatásainkat a világháló HTTP adatátviteli protokolljára épülő WMS, WMTS, WFS téradat-szabványok szerint nyújtjuk. REST API felületet is kínálunk, ahol GeoJSON formátumú választ adunk a lekérdezésekre.

Szempontok

Kollégáimmal azon dolgozunk, hogy szolgáltatásaink minél jobban megfeleljenek az igényeknek, minden szempontból.

Ügyfél szempontjából

Ügyfelünk azt kapja-e a szolgáltatástól, amit vár? Rendelkezésre áll-e folyamatosan? Mennyi idő alatt kap választ? Jól dokumentált?

Hivatal szempontjából

Alakítható az időközben felmerült igényeknek megfelelően? Személyhez kötődik az üzemeltetés és továbbfejlesztés vagy bárki be tud kapcsolódni? Milyen hardver- és szoftver igényt támaszt?

Fejlesztő/üzemeltető szempontjából

Milyen formában dokumentált az igényelt környezet? Jól olvasható ember és/vagy gép által? Átlátható a működése? Csak a szerzője érti meg, vagy bárki? Telepítés kézzel történik vagy automatikusan? (összetevők, fájlrendszer, adatbázis)

Minőségbiztosítás szempontjából

Értesülünk arról, ha hiba történik? Mikor? Hogyan? Tudjuk, hogy kiket érintett a hiba? Látjuk a hiba keletkezésének helyét a forráskódban?

Elrettentő És Kerülendő Példák

Számos tényezőn múlik a fejlesztés és üzemeltetés sikeressége. Az alábbiakban felsoroljuk a gyakori hibákat.

Zártság

Függés a beszállítótól, zárt szoftver (licencdíjak), jó esetben van esély frissítésekre (fizetős), rossz esetben nincs lehetőség továbbfejlesztésre (pénzért sem).

Naplózás rosszul

Nincs naplózás, vagy van, de senki sem nézi, kipörög hamar, vagy addig írja a fájlt, amíg meg nem telik a lemez, a napló tele van zajjal elkerülhető programhibák miatt.

Hibakezelés hiánya

Nincs hibakezelés a programban, ezért hiányos választ ad, amiről nem derül ki elsőre, hogy hibás, esetleg kiír valamit a kimenetre (összezavarva az ügyfelet).

Tesztkörnyezet hiánya

Élesben módosítanak, mert nincs is tesztkörnyezet, az alkalmazás egyetlen példánya az éles szerveren található, hibás változtatás esetén azonnal érinti az ügyfeleket is.

Verziókövetés hiánya

Jobb esetben van régi változat valakinél, de senki sem tudja mi változott azóta. Ha vannak is eltárolt verziók, túl távoliak egymástól, nem láthatók a verziók közötti különbségek elemi lépésenként.

Csoportmunka életveszélyes formában

Egyszerre többen módosítanak ugyanabban a példányban, ugyanazt a fájlt egyszerre többen is nyitva tartják, mentéskor felülírva egymást. Szintén probléma, ha egy alkalmazáson egyetlen fejlesztő dolgozik, minden a fejében (amíg nálunk dolgozik).

Gyakorlatunk

Nem követjük el a fent felsorolt hibákat. A zártság elkerülésére nyílt forráskódú szabad szoftvert használunk, központilag naplózunk, programjainkat hibakezeléssel írjuk, elszigetelt tesztkörnyezetben próbáljuk ki, verziókövető szoftvert használunk a csoportmunkával járó egyidejű módosítások követésére és az eredmények összefésülésére.

Szabad szoftver

Nincsenek licencdíjak, működése átlátható, igény szerint módosítható. Szabad a teljes eszközkészletünk: operációs rendszer, programnyelv, adatbázis-kezelő, stb. A következőkben bemutatandó eszközök költsége nulla forint.

Külső szoftver-összetevők

Nem írunk meg mindent nulláról, hanem igénybe vesszük a nyitott nemzetközi közösség eredményeit. Mi is közzé tesszük módosításainkat, így mások is építhetnek ránk, mi is másokéra, kölcsönös segítséget adunk egymásnak.

Szoftverkörnyezet

Közös bennük, hogy a felmerülő kérdésekre interneten pillanatok alatt választ találunk. Széles felhasználó táborukban ugyanis valószínű, hogy a bennünk felmerült kérdést már feltették korábban nyilvános fórumokon és a nemzetközi közösség lelkes tagjai már meg is válaszolták. A szoftvertámogatás sebessége így nem függ attól, hogy a fejlesztő vagy képviselője mennyi idő múlva válaszol, a válasz akár egy percen belül megtalálható.

PHP

Széles körben használt magas szintű objektum-orientált programnyelv. Csomagkezelőjében (composer) széles választékban találunk összetevőket szabad licenc alatt. Saját csomagok is készíthetők, akár csak szervezeten belüli felhasználásra is, segítve ezzel a programkód újrafelhasználását.

PHPUnit

Programjainkat nem csak akkor próbáljuk ki amikor elkészülünk egy adott fejlesztéssel, hanem minden későbbi módosítást követően. Így tudunk meggyőződni arról, hogy a módosítások nem visznek hibát az elvárt és korábban kipróbált működésbe.

Automatikus tesztelésnek nevezzük, ami arra utal, hogy az ismételt próbák gépesítve történnek, mégpedig a másodperc töredéke alatt. A tesztesetek megírása nem automatikus, azokat a program készítésével egy időben, szerencsés esetben még az előtt megtesszük, ez esetben a fejlesztést tesztvezéreltnek nevezzük, (TDD, Test Driven Development).

A tesztek ideális esetben megmozgatják a teljes programkódot, annak minden elágazását. Az így ellenőrzött működés egyben a program specifikációja is. Ezáltal védőhálót adnak a fejlesztők számára, mert bármikor gyorsan meggyőződhetnek arról, hogy a program megfelel az elvárásoknak.

PHP Static Analysis Tool

Futtatás nélkül elemzi a forráskódot, például kimutatja a hivatkozott de nem definiált neveket. Segítséget nyújt hibák kimutatására még akkor is, ha esetleg nincsenek tesztek.

PHP CodeSniffer

Formai követelmények betartását ellenőrzi, kérésre automatikusan javítja is a hibákat. Segít olvasható programot írni, ezáltal távol tart ezáltal hibalehetőségektől és időveszteségtől.

Laravel

PHP alapú keretrendszer, gyors fejlesztést tesz lehetővé. Segítségével jól áttekinthető és más fejlesztők által is könnyen megérthető alkalmazások készíthetők.

Vagrant

Fejlesztőkörnyezet alakítható ki vele gyorsan és kényelmesen. A fejlesztő saját gépétől teljesen független virtuális gépek hozhatók létre. A gép kialakításának receptje az alkalmazás részeként dokumentálja a működéshez szükséges környezetet.

Docker

Alkalmazások futtathatók egymástól elszigetelt környezetben, a virtualizáció többlet erőforrás igénye nélkül. Saját alkalmazások is becsomagolhatók, másokét is le lehet így tölteni, ezek egyetlen paranccsal telepíthetők.

Ansible

Segítségével több kiszolgálón egyszerre hajthatók végre parancsok, akár a virtuális gép létrehozásától kezdve. Erre szükségünk is van, mert magas szintű rendelkezésre álláshoz és nagy terhelés zavartalan kiszolgálásához számos kiszolgálóra van szükség.

Sentry

Központi naplózást és hibakezelést végez. A hibákról emailben is küld értesítést egyenként vagy összesítve, az eseményeket csoportosítja és összegzi, például egyből látjuk a hibával érintett felhasználók számát. A naplózott hibák sorsát követhetjük benne, szemünk előtt maradnak, amíg meg nem oldjuk őket.

GitLab

A forráskód verziókövetésén túl feladatkezelőt és belső fórumot is biztosít számunkra. A forráskód és a feladatok között hivatkozásokat hozhatunk létre, amelyek alapján jól átlátható, hogy az egyes módosítások milyen feladatok megoldása érdekében történtek.

Alapvető eszközünk a párhuzamos csoportmunkában, képes tárolni, majd

egyesíteni több fejlesztő egyidejű módosításait. Segíti a fejlesztések éles üzembe állítását (CI, Continuous Integration), beleértve az automatikus tesztek futtatását is.

Összefoglalás

Nyílt szoftverek használatával pontosan tudjuk, hogy mi történik a forráskódban és a szervereken. Számos eszközzel keressük és naplózzuk az esetleg felmerülő hibákat. Mindehhez csupa szabad szoftvert használunk, ingyen. A minőség tehát nem pénz, hanem elhatározás és odafigyelés kérdése.

Spektrális indexek a klímaváltozás földrajzi hatásainak értékelésében

Kovács Ferenc[1] – Gulácsi András[2]

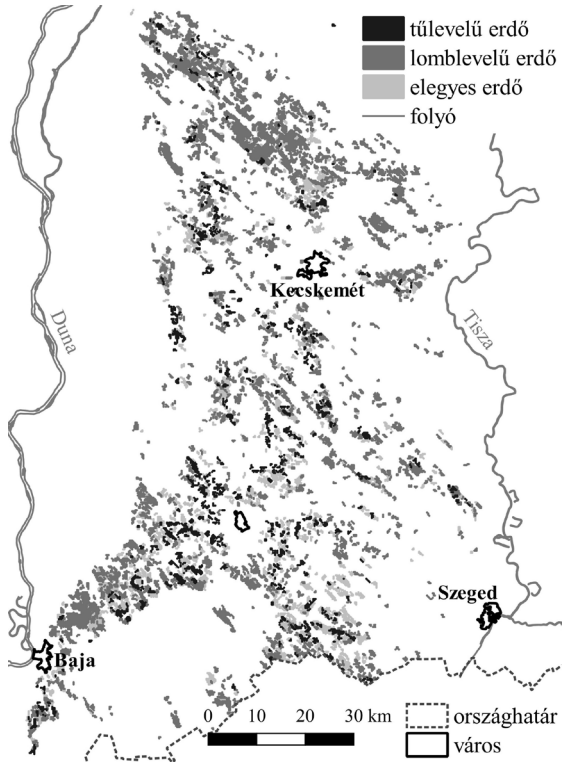
[1] egyetemi adjunktus, Szegedi Tudományegyetem (SZTE) Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, kovacsf@geo.u-szeged.hu;
[2] PhD hallgató, SZTE Földtudományi Doktori Iskola, guland@protonmail.com

Absztrakt: Az éghajlatváltozás által generált folyamatok rendszerszemléletű táji vizsgálatot követelnek, amelyben a vegetáció klímaindikátor szerepe kiemelhető. A fásszárú növényzetet ért hatások mértékét távérzékelési módszerekkel – spektrális indexekkel – számszerűsítve megvizsgáltuk, hogy a klímaváltozás regionális léptékben a 2000-es év óta felismerhető-e a vegetáción. A folyamatosan adatokat gyűjtő monitoring a távérzékelési rendszereknek köszönhetően napi időfelbontással működhet; ennek része az ezredforduló óta érzékelő MODIS szenzor. Térbeli-statisztikai eredményekkel megadható, hogy az erdőgazdálkodás a közeljövőben miként alkalmazkodjon a mezoklimatikus adottságokhoz.

Bevezetés

Az IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) jelentései révén a melegedés ténye elfogadottá vált és a klímaváltozás, mint részdiszciplína is intézményesül (Jankó et al. 2010). A hazai területi tervezésben jelen lévő koncepcionális szint (pl. Nemzeti Aszálystratégia, II. Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia, Nemzeti Éghajlatváltozási Program) mellett nem jelennek meg hatékonyan cselekvési programok; igaz ez akkor is, ha tervezési követelményként Települési és Területi Klímastratégiák, valamint területi és ágazati éghajlati sérülékenység-vizsgálatok készülnek. A klímaváltozás általában ritkán érvényesül az országok, régiók fejlesztési elképzeléseiben (Mika J. 2014). Az erdők és a klímaváltozás kapcsolatát illetően a Nemzeti Erdőstratégiában, a Nemzeti Tájstratégiában az erdőterület növelése, a klimatikus viszonyoknak megfelelő fafajok felhasználása, az erdőkárok mennyiségi növekedése is szóba kerül. A meghatározások számszerűsítése, lehatárolása tér- és időbeli értékelésekkel valósítható meg.

A vegetációt ért hatások vizsgálatára a Duna-Tisza köze jó mintaterület a klímaváltozás mértéke, a fásszárúak magas aránya, az intenzív erdősítés miatt (Rakonczai et al. 2012; Kovács F. – Gulácsi A. 2016) (*1. ábra*). Itt az utóbbi 30 évben +1,2–1,5 °C melegedés és 20–30-al több nyári nap jellemző és a vízigény a közeljövőben fokozódni fog (Mezősi et al. 2016, Internet1). A változások földrajzi értékelését az erdőterületek 2000–2016 nyári félévi (81–288. napok) monitoring vizsgálatával dolgoztuk fel. A MOD13Q1 250 m-es felbontású műholdkép termékeken a Corine Land Cover (2000, 2006, 2012) térképek alapján határoltuk le az erdőket. A nagyobb területeket érintő, természeti zavarás megfigyelésére ez a felbontás alkalmas (Xin et al. 2013).



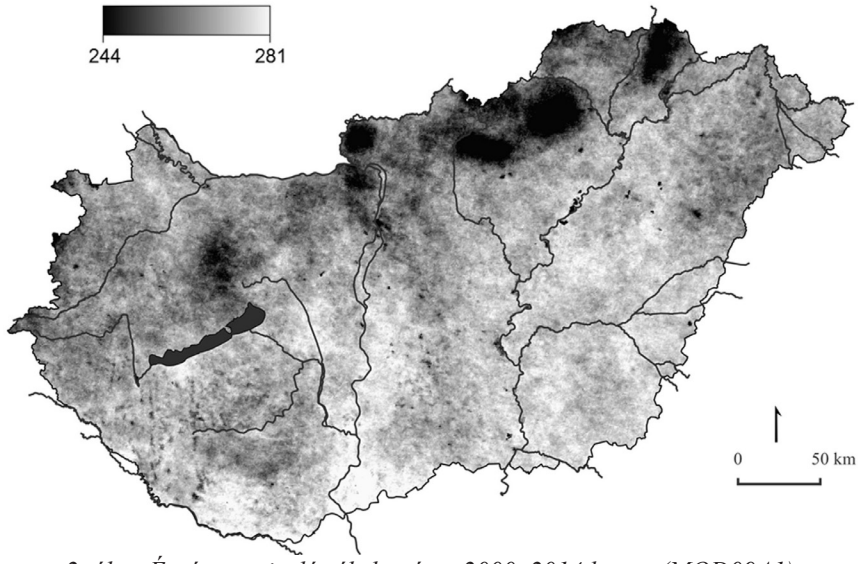
1. ábra Vizsgálatba vont erdőterületek a CLC 2012 példáján

Anyag és módszer

A MODIS, mint a regionális vegetáció-monitoring elemzések fő adata a 2005. év óta globális, 4 km-es, 7 napos, validált NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) szolgáltatást működtet. A MODIS Maximum Value Composit (MVC) előfeldolgozás a cellához az NDVI maximum által prezentált pálya reflektanciáját párosítja. A pályák átfedéseivel és a minőségi vizsgálattal a keringés miatt megadott 16 napos időtartamban 5–10 kép várható. A kompozit pixelek 87%-a a geometriailag pontosabb ±30°-os látószögű tartományban van. Az alkalmazott 5. verzió csökkentett a GRID hibáin, napi reflektancia alapú, 1200*1200 km²-es, szinuszoidális egységekben érhető el (Solano et al. 2010). 16 napos, 250 m-es NDVI/EVI (Enhanced Vegetation Index) kompozittermék alapján elemeztünk.

A 2000–2016 közötti időszak vegetációs index (VI) értékeit tekintve 442 felvétel alapján értékeltünk, így a minőségi adatok részletes elemzését programozási megoldásokkal hajtottuk végre (Gulácsi – Kovács 2015), és átlagosan 75%-ban érvényes pixelértéket kaptunk (2. ábra). A felvételeken elemzésre alkalmas az időpont, ha a homogén erdős cellák minimum 80%-a jó minőségű; ezek alapján a teljes időtartam 96%-a megfelelő.

A ’70-es évek óta használt vegetációs indexekkel a növényzetről gyűjthető



2. ábra Érvényes pixelértékek száma 2000–2014 között (MOD09A1)

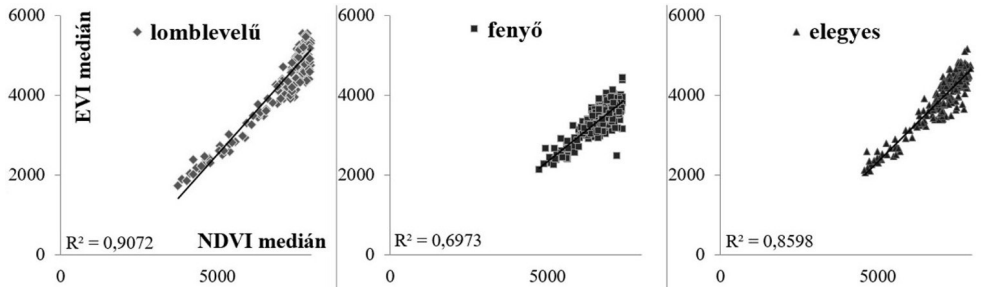
információ kb. 90%-a mérhető (Solano et al. 2010). Biológiailag összetett területen az NDVI jó a felszín változás-értékelésében (Lunetta et al. 2006), amit MOD13Q1 NDVI-vel is bizonyítottak. A talajvilágosság problémája miatt is hasznos, ha a homokterületeinken fekvő erdőket csak a vegetációs időszakban figyeljük meg. Ahl et al. (2006) +/– 0,04-es elfogadható MODIS NDVI hibával is kalkulál, ami az eleve kis értékváltozásokat mutató adatsorban fontos paraméter lehet. Terepi és MODIS NDVI mérések közötti kapcsolat a lomblevelű erdőknél elsősorban a kizöldülés és dúsulás időpontjaiban szignifikáns (Hmimina et al. 2013). Az eredmények alapján illesztett modell inflexiós pontjai kevesebb, mint 1 hetes eltéréssel illeszkednek a zöldülés (tavasz) és a sárgulás (ősz) időpontjaira.

Az EVI pontosabban becsüli a lombozat állapotát, redukálja a felszíni és az atmoszférikus hatásokat (Solano et al. 2010). Érzékeny az erdőtípusokra, a tűlevelű- és a lombos erdő EVI között 1,5-szeres az eltérés. Hangsúlyosabb a csökkenés a levélvesztés idején (Huete et al. 2002). Simább, szimmetrikusabb évszakos profilú, jobban definiált csúccsal, értéke az NDVI-nél alacsonyabb, szűkebb tartománya előny a „telítettség" kiküszöbölésében. A kétféle VI erdőknél általában nem korrelál, de mintaterületi értékeink ezt nem igazolják (*3. ábra*). Az NDVI és EVI kiegészítik egymást, így eredményesebb a változás-detektálás.

A MODIS VI standardizált anomália a Duna-Tisza közén vizsgálva aszályos években jelentős negatív eltérést mutatott (Ladányi Zs. – Blanka V. 2014).

$$EVI_{standardizált} = (EVI_{i,j} – EVI\ átlag_{i,j}) / EVI\ szórás_{i,j}$$

Mintaterületünkön száraz időszak és a sűrű vegetáció is előfordul, ezért az EVI/NDVI és a Pálfai-féle aszályindex (PAI) kapcsolatát néztük meg.



3. ábra EVI és NDVI értékek kapcsolata a Duna-Tisza köze erdőterületein (2000–2016)

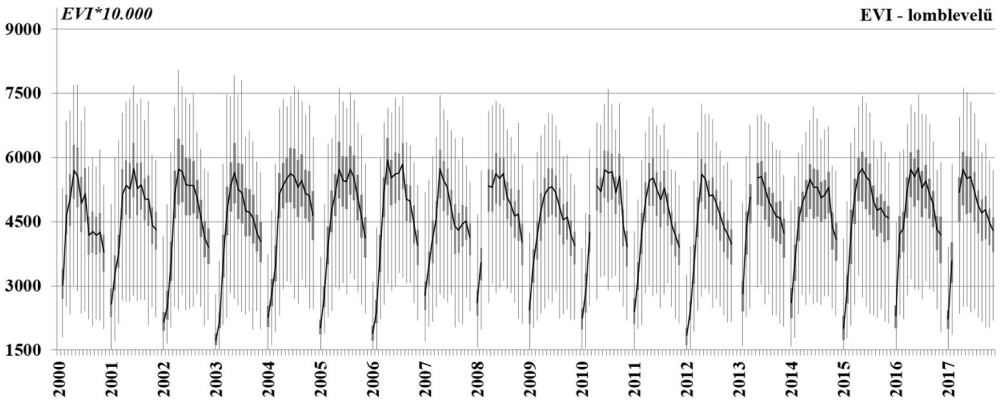
Eredmények

A 2000–2016 között az EVI adatsor az NDVI-nél szabályosabb, a külső hatásokra érzékenyebb (*4. ábra*). A tűlevelűnél az EVI már 50%-al kisebb.

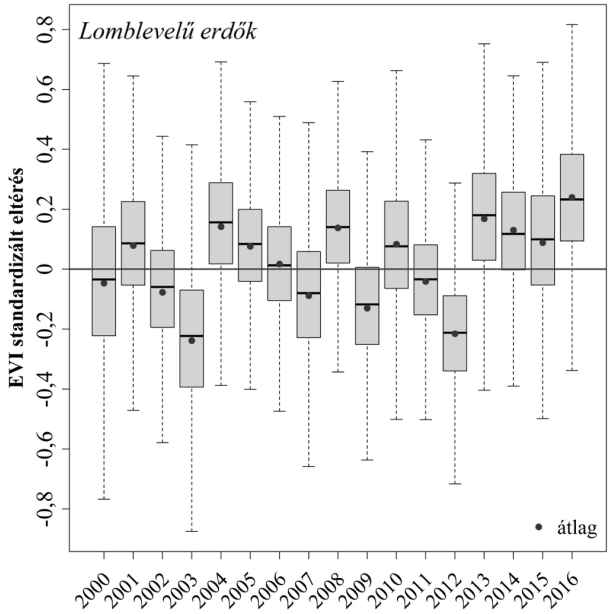
A VI idősorok a teljes időtartamban nem mutatnak trendszerű változást. A kedvező, csapadékosabb állapot növekvő VI értékei a kevésbé esős években gyorsan csökkenek; lásd. 2006–2007. Az egyedülálló nedves évek (2010), illetve aszályos évek (2015) értékei nem kiugrók. Aszályos évek értékei vízutánpótlás esetén gyorsan nőnek (2012–2013).

Csökkenési idősorok NDVI/EVI esetében: 2001–2003, 2006–2009, 2010–2013. Érdekes az éves átlagok szerint csökkenő 2004–2007, illetve 2008–2012. Jellemző a legmagasabb 1%-ot tartalmazó maximális biomassza produkció VI_{lomb} csökkenése. A pozitív hőmérsékleti- és negatív csapadékeltérés adatok, alacsony talajvízszintek által kijelölt 2000–2003, 2006.09–2009.09. magyarázzák a csökkenő biomasszát (Kovács 2013).

A VI_{lomb} növekedést mutat a 03.22–05.08. tavaszi időszakban. A 2000–2006, 2007–2012, 2013–2016 három időszak fokozatosan 20%-al emelkedő tavaszi EVI produkciót mutat. A jelentős szintnövekedés igazolhatja a melegedés miatti egyre gyorsabb, intenzívebb kizöldülést (Szabó et al. 2016). A $VI_{elegyes}$ a legnagyobb értékeknél is növekedést mutat. Feltűnő az $EVI_{fenyő}$ 06.10–06.25. közötti szinte



4. ábra Lomblevelű erdők EVI medián értékeinek alakulása (2000–2016)



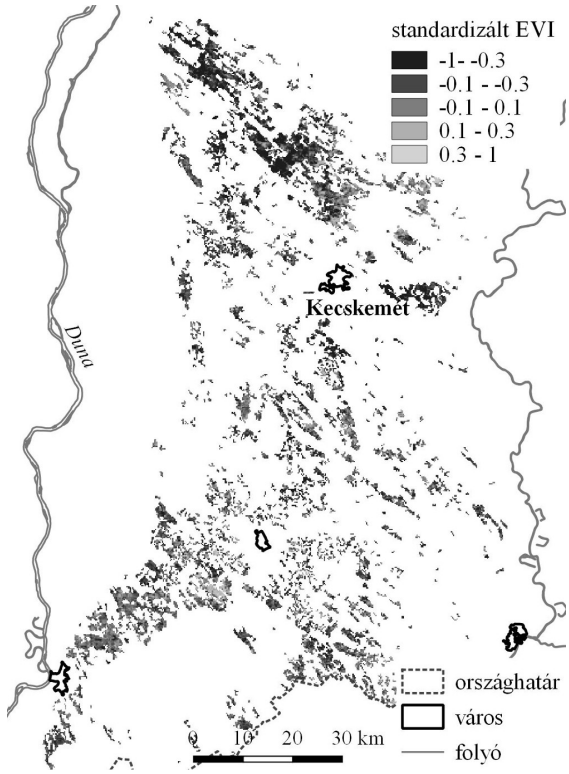
5. ábra EVI standardizált eltérése a lomblevelű erdőkategóriánál

monoton növekedése a 17 év alatt. Erdészeti szempontból kedvező, hogy a faállomány-növedék 80%-át adó 03–05–07. havi intenzív vízfelhasználás és a klimatológia szerint megadott tavaszi szignifikáns csapadékcsökkenés között elemzéseinkben nem látható kapcsolat. A fő aszályos periódusokban, a változékony 07.17–09.13. időszakokban az évek közötti ingadozás is megnő. A csapadékosabb évek után következő száraz évben azonnal lecsökken a zöldtömeg. A klimatológia egyre aszályosabb időt jelez előre, így egyre több, a 2000, 2007, illetve 2011. évhez hasonló helyzet alakulhat ki; a csökkenések tartóssá vállnak.

Az EVI standardizált eltérések esetén a biomassza produktumnál is tapasztalt periódusok rajzolódnak ki: 2000–2003, illetve 2007–2012 változékony, de inkább aszályos éveket a 2004–2006, illetve 2013–2016 közötti átlagos és pozitív eltérésű évek határolják (*5.ábra*).

A lomblevelű erdők (elegyes erdőknél kevésbé) szerint látható, hogy egy kedvező körülményekkel szolgáló év fellendülése után éveken át tartó csökkenés jellemző egy újabb pozitív évig; csökkenő periódus pl. 2008–2012. A 2013. év óta állandósult a biomassza produktum többlet. Legrosszabb a 2007–2012-es 6 éves időszak 4 db átlag alatti évvel. A 2003. év aszályossága jól látszódik, de a lomblevelű esetében 2012, a tűlevelűnél pedig 2009 hasonlóan negatív. A pozitív eltérésű 2004–2006 között a lomblevelű folyamatosan csökken, míg a tűlevelű nő. 2013–2016 közötti lomblevelű eltérés nagyobb, a tűlevelűnél a három év átlagosnak mondható.

A standardizált EVI vizsgálatban a referenciaszinttől való eltérés térbeli vizsgálatában a tartós eltérések a vízhiányt okozó klímaváltozás hatására adott vegetációs válaszok (*6. ábra*). Az ezredforduló utáni aszályosabb évek negatív



6. ábra Standardizált EVI térbeli eloszlása a Duna-Tisza közi erdők esetén a 2007. év példáján

eltérései a 2006-tól kezdődő időszakban átlagosabbá váltak, majd 2012-től jobban elkülönülnek az erősödő és a gyengülő erdők. Az aszályosság mértéke az elegyes erdőknél a teljes térképezési időszakban nőtt.

A CARPATCLIM adatbázisban rendelkezésre álló PAI raszteres állományt összevetettük az erdős celláinkkal. A determinációs együtthatók 0,72–0,85 közötti tartományban mozognak, ami kapcsolatot mutat a 250 m felbontású EVI/NDVI és a PAI között. Ez igazolja Gulácsi A. – Kovács F. (2015) Alföld-i, 8 napos MVC alapú eredményeit.

Konklúzió

A klímaváltozás földrajzi hatásaként az extrém vízhiányos időszakok hatása az erdős vegetációban, az eltérések statisztikai és térbeli megjelenésével jól értékelhető. Ezek gyakoribb előfordulása már rövidebb idősorban megfigyelhető csökkenést mutat. A vegetációs periódus egy-egy időszakának jellemző módosulásai is értékelhetők a rövidebb, 17 éves adatsorban; ilyen a tavaszi intenzitás változása, vagy a nyári produktum növekedése. A klimatológiai előrejelzések alapján a melegedés folyamata, illetve az extrém száraz, aszályos időszakok előfordulásának gyakorisága

a közeljövőben biztosan fokozódni fog, ami tartóssá teszi a jelenleg még rövidebb időszakra jellemző biomassza-produktum csökkenést.

Vizsgálataink új eredményei a több érzékelőnél is tapasztalható távérzékelési adatszolgáltatás minőségi javulásának köszönhetőek. Az adatbázisok a tanulmányban használt módszerekkel jó eredményekkel szolgálhatnak az operatívan működő, közel valós idejű, automatikus változás-érzékelés létrehozásához.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatásával készült.

A kutatást az Interreg–IPA Magyarország–Szerbia Határon Átnyúló Együttműködési Program keretében és az Európai Unió társfinanszírozásával (IPA) megvalósuló HUSRB/1602/11/0057 WATERatRISK projekt támogatta.

Irodalomjegyzék:

Ahl, D.E. – Stith, T.G. – Sean, N.B. – Nikolay, V.S. – Myneni, R.B. – Knyazikhin, Y. (2006): Monitoring spring canopy phenology of a deciduous broadleaf forest using MODIS. Remote Sensing of Environment, 104, pp. 88–95.

Gulácsi A. – Kovács F. (2015): Aszályvizsgálat lehetősége MODIS műholdképekből számított spektrális indexekkel Magyarországon. Tájökológiai Lapok, 13(2), pp. 235–248.

Hmimina, G. – Dufrêne, E. – Pontailler, J-Y. – Delpierre, N. – Aubinet, M. (2013): Evaluation of the potential of MODIS satellite data to predict vegetation phenology in different biomes: An investigation using ground-based NDVI measurements. Remote Sensing of Environment, 132, pp. 145–158.

Huete, A. – Didan, K. – Miura, T. – Rodriguez, E.P. – Gao, X. – Ferreira, L.G. (2002): Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. Remote Sensing of Environment, 83, pp. 195–213.

Jankó F. – Móricz N. – Pappné Vancsó J. (2010): Klímaváltozás: tudományos viták és a társadalomföldrajz feladatai (1. rész). Földrajzi Közlemények, 134(4), pp. 405–418.

Kovács F. (2013): GIS analysis of short and long term hydrogeographical changes on a nature conservation area affected by aridification. Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, 8(3), pp. 97–108.

Kovács F. – Gulácsi A. (2016): Klímaváltozás szempontú, multispektrális monitoring mezőgazdasági- és erdőterületeken. In.: Pajtókné Tari I. – Tóth A. (szerk.) Magyar Földrajzi Napok, Konferenciakötet, Eszterházy Károly Egyetem – Magyar Földrajzi Társaság – Agria Geográfia Alapítvány, pp. 41–48.

Ladányi Zs. – Blanka V. (2014): Az aszály és a biomassza produkció kapcsolata In.: Blanka V. – Ladányi Zs. (szerk.) Aszály és vízgazdálkodás a Dél-Alföldön és a Vajdaságban / Drought and water management in South Hungary and Vojvodina. SZTE, Természeti Földrajzi Tanszék, Szeged, pp. 103–110.

Lunetta, R.S. – Knight, J.F. – Ediriwickrema, J. – Lyon, J.G. – Worthy, L.D. (2006): Land-cover change detection using multi-temporal MODIS NDVI data. Remote Sensing of Environment, 105, pp. 142–154.

Mezősi G. – Blanka V. – Ladányi Zs. – Bata T. – Urdea P. (2016): Expected mid- and long-term changes in drought hazard for the South-Eastern Carpathian Basin. Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, 11(2), pp. 355–366.

Mika J. (2014): Szünetelő melegedés – kihívások és következtetések az IPCC jelentéseiben (2013–2014). In. Sansumné Molnár J. – Siskáné Szilasi B. – Dobos E (szerk.) VII. Magyar Földrajzi Konferencia kiadványa, Miskolc, pp. 421–428.

Nemzeti Aszálystratégia vitaanyaga (2012): Vidékfejlesztési Minisztérium, p. 88.

Nemzeti Erdőstratégia (2016): Földművelésügyi Minisztérium, p. 63.

Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia (NÉS) (2017): 2017–2030 közötti időszakra vonatkozó, 2050-ig tartó időszakra is kitekintést nyújtó. Nemzeti Fejlesztési Minisztérium, p. 223.

Nemzeti Tájstratégia (2017): 2017–2026. Földművelésügyi Minisztérium, p. 85.

Rakonczai J. – Deák J.Á. – Ladányi Zs. – Fehér Zs. (2012): A klímaváltozás és tájváltozás lapcsolata alföldi mintaterületeken. In.: Rakonczai J. – Ladányi Zs. – Pál-Molnár E. (szerk.) Sokarcú klímaváltozás, GeoLitera, Szeged, pp. 37–62.

Solano, R. – Didan, K. – Jacobson, A. – Huete, A. (2010): MODIS vegetation index user's guide (MOD13 series), p. 38.

Szabó B. – Vincze E. – Czúcz B. (2016): Flowering phenological changes in relation to climate change in Hungary. International Journal of Biometeorology, 60, pp. 1347–1356.

Xin, Q. – Olofsson, P. – Zhu, Z. – Tan, B. – Woodcock C.E. (2013): Toward near real-time monitoring of forest disturbance by fusion of MODIS and Landsat data. Remote Sensing of Environment, 135, pp. 234–247.

Internetes források

Internet1: Szépszó G. – Lakatos M. (2017): Politikai döntések hatása az éghajlat megváltozására – nagyban és kicsiben. OMSZ, http://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=1899&hir=Politikai_dontesek_hatasa_az_eghajlat_megvaltozasara_–_nagyban_es_kicsiben Letöltés ideje: 2018. 03. 28.

Voxel alapú fapozíció-meghatározás pontfelhőből

Kovács Zoltán[1] – Bekő László[2] – Burai Péter[3]

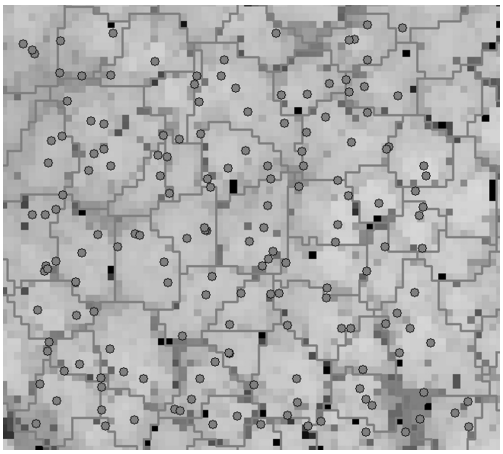
[1] mérnökinformatikus és fejlesztő, Pannónia Kft., kovacs.zoltan@pannoniakft.hu;
[2] kutatási segédmunkatárs, Eszterházy Károly Egyetem, Távérzékelési és Vidékfejlesztési Kutatóintézet, beko.laszlo@uni-eszterhazy.hu;
[3] főskolai docens, Eszterházy Károly Egyetem, Távérzékelési és Vidékfejlesztési Kutatóintézet, burai.peter@uni-eszterhazy.hu

Abstract: Parallel with the lower price of Light Detection And Ranging (LiDAR) technology a newer research area has been emerged in the forestry. Normalized digital elevation model (Canopy Height Model, CHM) based tree identification methods using local maxima can be misleading, because deciduous trees may have more peak points, and second canopy level may be hidden under the first level. This article, describe a voxel-based approach which attempt to take all the vegetation point into consideration for identifying stems. Field measurements and digitized database was used for validating the results.

Bevezetés

Napjainkban a LiDAR (Light Detection And Ranging), mint saját jelforrással rendelkező, aktív távérzékelési rendszer, egyre alacsonyabb költségei, és a létrejövő nagy pontosságú pontfelhők révén a legkülönfélébb alkalmazási területeken válik egyre elterjedtebbé a városi felszínek detektálásától (Szabó et al. 2014; Szabó et al. 2015; Szabó et al. 2016) a régészeti vizsgálatokon keresztül (Doneus et al. 2008) az erdőgazdálkodásig (Cao et al. 2016; Hu et al. 2017). A légi lézerszkennelés egyik legnagyobb előnye, hogy pontos geometriai adatokat hozhatunk létre nagy 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 újból visszaverődik. A mérés során ezeket a visszaverődéseket detektáljuk és rögzítjük.

Erdőterületen készült LiDAR felvételezés elsődleges célja a faegyedek pozíciójának és dendrológiai paramétereinek kinyerése. A pontfelhőből származtatott digitális domborzat- és felületmodell (DEM és DSM) különbségéből kapott normalizált domborzatmodell (nDSM), erdőterületen lombkoronamodell (Canopy Height Model, CHM) megmutatja a vegetáció által uralt teret. A lombkoronamodellen látható lokális maximumok az egyes faegyedek csúcsait jelezhetik. Ez fenyvesekben igen jó eséllyel mutatja az egyes faegyedek pozícióit, mivel a fenyők törzse függőlegesnek,



1. ábra Szenyér 12B terület lombkoronamodellje (világosabb részek magasabbak). A képen megfigyelhetjük a lokális maximumokból származtatott lombkorona határok (vonalak), és a terepi felmérések során GPS-szel meghatározott faegyedpozíciók térbeli kapcsolatát.

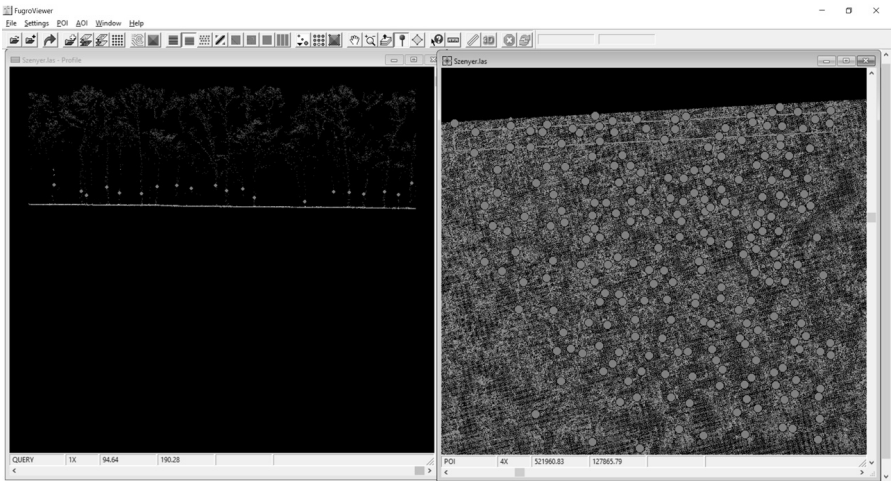
törzselágazástól mentesnek tekinthető, azaz egy lokális maximum, így egy faegyedet jelöl. Azonban többszintes, zárt lombkoronaszintet alkotó lombhullató erdőkben a faegyedek oldalágai gyakran összeérnek, a törzsek elágazhatnak, így egyes alacsonyabb faegyedekhez nem tartozik lokális maximum, más magasabb, elágazó törzzsel bíró egyedek pedig több lokális maximummal is rendelkezhetnek.

Az *1. ábrán* a Szenyér 12B erdőállomány egy kijelölt, 50m*50m-es mintaterületét láthatjuk. A letermelést követően terepen GPS-szel mért faegyedek, törzsek, tönkök pozíciói, valamint a magasságmodellből származtatott faegyedek koronavetületei nem egyeztethetők össze könnyedén. Gyakran több terepen mért faegyed található egy-egy gócpont körül (pl.: gyertyánok), amelyek modellezés során történő meghatározása a túlzott közelség miatt nem lehetséges, mert a lokális maximumok keresése közben ezek egymással átfednek. Amennyiben a felső lombkoronaszintben található egyed alá (pl.: kocsánytalan tölgy) szorulnak, akkor pedig a több alászorult egyed közül egy sem lesz azonosítható a lombkoronamodell felhasználásával.

Összefoglalva elmondhatjuk, hogy nem minden erdő esetén optimális a lombkoronamodell alapon történő lehatárolás, ezért olyan bemeneti adatsor kiválasztása szükséges, amely nemcsak a LiDAR adatok legelső és legutolsó visszatérésre vezethető vissza. Megvizsgáltuk a pontfelhő közvetlen feldolgozásának lehetőségét.

Pontfelhő alapú referencia adat

Az elemzésekbe bevont szenyéri területen nagyjából 30 pont/m²-es pontsűrűséggel történt az adatnyerés. Ez négy egymást fedő 7–8 pont/m²-es repülési sávval lett elérve. Ez a pontsűrűség igen magasnak mondható. Ez azt jelenti, hogy egy



2. ábra Szenyér 12B terület szelvénye Fugroviewer szoftverben. A vizuálisan felismerhető törzsekből új referenciaadat keletkezett.

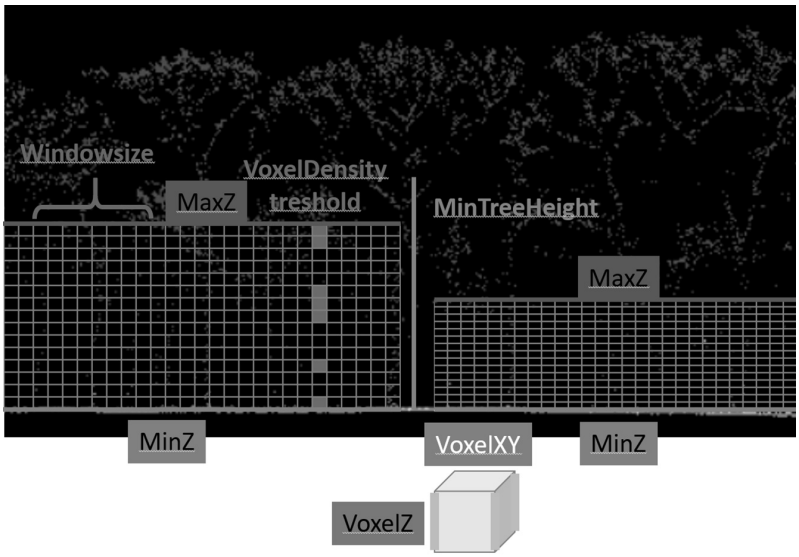
négyzetméterre átlagosan 30 sugárnyaláb jutott el, amely visszaverődéseit érzékelte a LiDAR eszköz. Egy nyaláb több, akár 4–5 visszaverődést is szenvedhetett. Minél több visszaverődés érkezett egy-egy nyalábból, annál részletesebb szerkezeteket vehetünk észre a pontfelhőben.

Az open source Fugroviewer szoftvert használtuk a pontfelhő megjelenítéséhez, ahol egy kezdő, egy végpont, valamint a bevetítés megadásával tetszőleges vonalban könnyedén létrehozhatunk keresztszelvényeket (*2. ábra*). A megjelenő szelvényeken lehetőség volt a fatörzsek helyének digitalizálásra, majd ESRI shape formátumban történő exportálására. Ezzel a terepi mérések mellé egy új, a pontfelhőre alapozott referencia adatot is kaptunk.

Erre a referencia adatra több szempont miatt is szükség volt. Egyes faegyedek már talajközelben két nagyobb fő ágra osztódhatnak. Letermelést követően a kivágott tuskót ilyenkor egy pontként lehetett terepen megfigyelni, miközben a pontfelhőn szinte két külön fatörzsnek láthatjuk. Olyan holt fák is előfordulhatnak terepen, amelyek néhány métert követően nagy törzsvastagságuk ellenére hirtelen véget érnek, de feltűnő lenne a hiányuk a modellezés során, annak ellenére, hogy a pontfelhőn nem látható a törzs.

Adatfeldolgozási módszerek

A fatörzsek automatizált megkereséséhez egy olyan módszer kifejlesztése a legkézenfekvőbb, ahol a módszer a vizuális interpretációhoz hasonló alapokon nyugszik. Ilyen a törzs alsó, elágazás- és lombmentes, függőleges szakasza, ahol talaj közelben viszonylag nagy a pontsűrűség lokális maximuma. Ennek előfeltétele az, hogy az aljnövényzet lehetőleg gyér legyen, ezért ez a módszer például erdőszéleken kevésbé alkalmazható.



3. ábra Modellparaméterek a voxel alapú modellezéshez

A törzs függőleges szakaszainak a meghatározására voxel (3D grid) alapú megközelítést (Wu et al. 2013) használtunk. Az általunk fejlesztett C# algoritmus alapját az képezi, hogy a teret elemi kis terület- (x,y kiterjedésű) és térfogategységekre (x, y, z kiterjedésű) bontjuk. Előbbi 2D-s, utóbbi 3D-s információt fog képezni számunkra. Megvizsgáltuk ezeket a 3D-s térfogatrészeket, vagyis voxeleket, hogy azok tartalmaznak-e LiDAR pontot (1), vagy sem (0). A LiDAR pontfelhő pontjainak egyenetlen eloszlásából generáltunk 2D-s adatrétegeket, például legmagasabb pont relatív magassága, gridponthoz tartozó pontok száma, pontot tartalmazó voxelek száma. A voxel alapú modellezéshez a pontfelhőt LAStools (Isenburg M. 2014) használatával szűrtük a vegetációs pontokra, valamint normalizáltuk, hogy eltekintsünk a domborzati változatosságtól a modellezés során.

Paraméterlista a voxelek hálózatának kiterjedéséhez és a fatörzsek azonosításához:

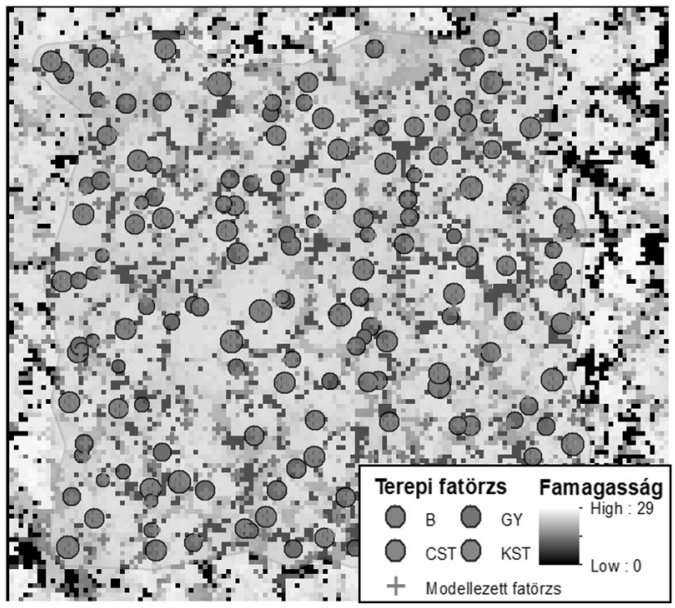
- **MinZ** – Rácsháló alsó magassági értéke a talajfelszíntől számítva méterben. Az aljnövényzet figyelmen kívül hagyása érdekében érdemesebb nem 0 métert megadni.
- **MaxZ** – Rácsháló felső magassági értéke a talajfelszíntől számítva méterben. A törzs fajtól és kortól függően elágazhat, a lombkorona terebélyesedhet.
- **VoxelZ** – Voxelek magassága, vertikális tagoltság mértéke. Minél kisebb a voxelek mérete, annál részletesebb lesz a modell. A nagyobb modell hosszabb futási idővel és memóriahasználattal jár, de az adatok térbeli eloszlása miatt nem feltétlenül kapcsolódik hozzá a modell pontosságának növelése.
- **VoxelXY** – Ezek az értékek a domborzatmodell függvényében változnak, a modell horizontális tagoltságának mértékét fogja megadni. A VoxelZ paraméterhez hasonlóan a nagyobb modell hosszabb futási idővel és

memóriahasználattal jár, de az adatok térbeli eloszlása miatt nem feltétlenül kapcsolódik hozzá a modell pontosságának növelése.

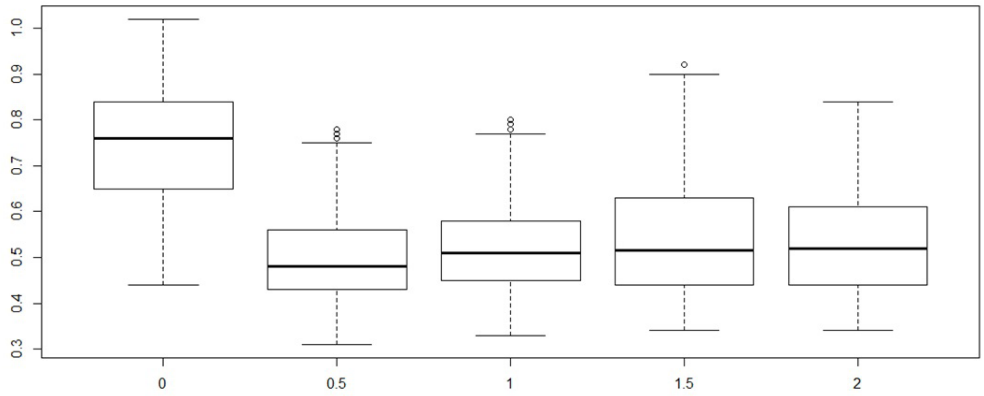
- **Windowsize** – Filterek mérete a képfeldolgozás során. Ez az érték végülis a lokális maximumok keresése miatt gyakorlatilag felfogható a fák közötti minimális távolság paramétereként is.
- **MinTreeHeight** – Minimális famagasság. Olyan területen, ahol a pixelre eső faegyed magassága nem haladja meg ezt az értéket, akkor az nem lehet faegyed. Ez a cserjék, bozótosok elhagyása miatt praktikus.
- **VoxelDensityTreshold** – A voxelsűrűség határértéke. Egy adott pixelen, az egymás felett elhelyezkedő voxelek legalább hány százalékában kell pontnak szerepelnie ahhoz, hogy azt faegyedként lehessen azonosítani.

A faegyedek megkeresése három külön fázisban történik:

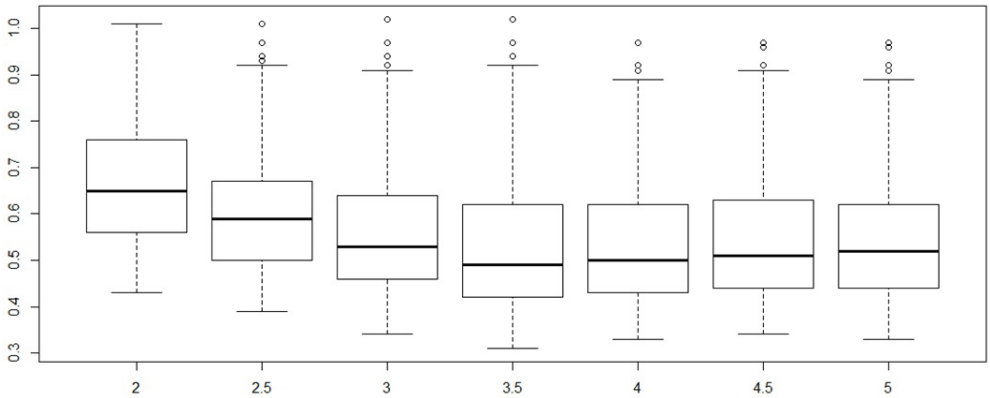
- **Fatörzskeresés metódus I.** Faegyed az, ahol lokális maximum van a pontsűrűség tekintetében, és ez az érték meghaladja a területen potenciálisan előforduló pontsűrűség bizonyos százalékát.
- **Fatörzskeresés metódus II.** Faegyed az, ahol lokális maximum van a voxelsűrűség tekintetében, és ez az érték meghaladja a területen potenciálisan előforduló voxelsűrűség bizonyos százalékát. Ezen felül, nem tartalmaz fát az I. metódus eredményei közül egyet sem a minimális fa távolságon belül.
- **Fatörzskeresés metódus III.** Faegyed az, ahol lokális maximum van a kiterjesztett pontsűrűség tekintetében, és ez az érték meghaladja a területen potenciálisan előforduló kiterjesztett pontsűrűség bizonyos százalékát. Ezen felül, nem tartalmaz fát az I. és II. metódus eredményei közül egyet sem a minimális fa távolságon belül.



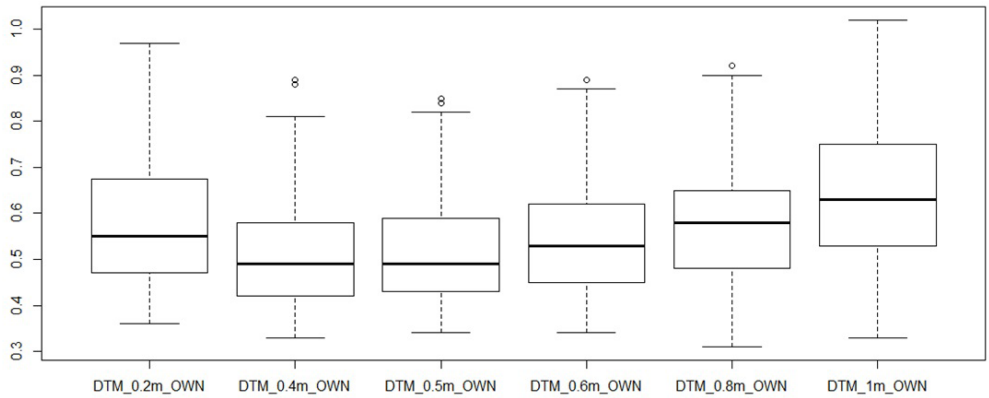
4. ábra Modellezett és terepi fatörzsek pozíciói



5. ábra A modellezés során az alsó 0,5 m elhagyása kívánatos, mert ott még érvényesül az aljnövényzet zavaró hatása



6. ábra A modellezés pontossága 3,5 m-es magasságtól válik hatékonnyá, ahol már elegendő a vizsgált törzshossz



7. ábra A modellezés során a megfelelő horizontális és vertikális tagoltság mértéke nagyban függhet a LiDAR pontfelhő pontsűrűségétől

Eredmények

A terepi, valamint a pontfelhő alapján Fugroviewerben gyűjtött referencia adatok szolgáltak a validáció alapjául. A validáció során megadható egy maximális távolság, amely alapján összerendelhetők a terepen mért és modellezett fapozíciók. Egy-egy kapcsolattal történik a validáció, ha a valós és modellezett fa messzebb van egymástól, mint a validálási limit, akkor a fapár egyik tagja bekerül a megtalált de nem azonosított, míg a másik a modellezett, de terepi fához nem rendelt pontokhoz lesz sorolva. Ennek értelmében ez a validálási rendszer igen szigorú. A terepen túl közeli pontok közül csak egy van hozzárendelve modellezett fákhoz a minimális fatávolság miatt. A találati pontossághoz bevezettünk egy hatékonysági mérőszámot, amely együttesen mutatja meg a túlosztályozás (ott is fa, ahol nincs) és alulosztályozás (terepi fák meg nem találása) jelenségét. Azok a modellek a legjobbak, ahol a túlosztályozottság (nem validált fák aránya) alacsony, de a találati arány (megtalált fa/összes terepi fa) magas. Ennek a mérőszámnak az értéke minél alacsonyabb, annál közelebb áll a valósághoz. Batch futtatással 30000 modellt építettünk fel a szenyéri mintaterületen, ahol a fent felsorolt paramétereket változtatva vizsgáltuk meg a hatékonysági mérőszám változását. Az alábbi három paraméter változtatásával lehetett a legjobb következtetéseket levonni általánosságban a szenyéri mintaterületen:

- Domborzatmodell felbontása: 0,2 m; 0,4 m; 0,5 m; 0,6 m; 0,8 m; 1,0 m;
- Rácsháló alsó magassági határértéke: 0 m; 0,5 m; 1 m; 1,5 m; 2 m
- Rácsháló felső magassági határértéke: 2 m; 2,5 m; 3 m; 3,5 m; 4 m; 4,5 m; 5 m

A modellezés hatékonyságára legnagyobb befolyással a növényzetből figyelembe vett függőleges tartomány alsó és felső határértékének a változtatása van. Az alsó érték az aljnövényzet magasságától függ, ezért ennek függvényében elhagyni az alsóbb szakaszt, így például Szenyér esetében az alsó 0,5 m-t. A felső határt pedig érdemes legalább 3,5 m-nél meghúzni, mert így már elég függőleges szakasz esik a vizsgálati tartományba ahhoz, hogy megállapítható legyen a törzsek jelenléte. Azonban ez is függ attól, hogy hol kezdődik az állományban a lomb alsó része. A vertikális és horizontális tagoltság nemcsak az állomány szerkezetétől függ, hanem a pontfelhő pontsűrűségétől is. Nagyobb pontsűrűség esetén érdemes részletgazdagabb, kisebb voxelekből álló 3D gridhálót fektetni a pontfelhőre.

A projekt kapcsán további mintaterületek és adatforrások vizsgálata is megtörtént, valamint folyamatban van. A cikkben az első szenyéri mintaterületről származó adatok és eredmények kerültek bemutatásra.

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.

Isenburg M.: LAStools – efficient tools for LiDAR processing. http://lastools.org.

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.

Hua, S. – Lib, Z. – Zhanga, Z. – Hec, D. – Wimmerd, M. (2017): Efficient Tree Modeling from Airborne LiDAR Point Clouds. Computers & Graphics, 67, pp. 1–13.

Wu, B. – Yu, B. – Yue, W. – Shu, S. – Tan, W. – Hu, C. – Huang, Y. – Wu, J. – Liu, H. (2013): A Voxel-Based Method for Automated Identification and Morphological Parameters Estimation of Individual Street Trees from Mobile Laser Scanning Data. Remote Sensing, 5(2), pp. 584–611.

Impact of the Geographic Map Based Movement on the Communication Quality of Sensor Networks

Mohamed Amine Korteby[1] – Zoltán Gál[2] – Ashraf Dabbas[3]

[1] Ph.D. Student , University of Debrecen (Faculty of Informatics), Korteby.Amine@inf.unideb.hu;
[2] Ph.D., University of Debrecen (Faculty of Informatics), Gal.Zoltan@inf.unideb.hu;
[3] Ph.D. Student , University of Debrecen (Faculty of Informatics), Ashraf.Dabbas@inf.unideb.hu

Abstract: Several Wireless Sensor Network (WSN) applications function autonomously in defective or unreachable environments, preventing maintenance or human intervention. Redundant deployment is usually considered in this scenario, making the network robust to failure and environmental changes. New applications need a connection of end-to-end delay and high reliability for various communication models. In current WSNs, the QoS deteriorates upon augmented traffic load due to congestion, the shared medium, large number of hops in data routing and the overall coverage area issue. This paper investigates the impact of the Shortest Map-Based movement model on the quality of service (QoS) of the sensor network, under three routing protocols with nine Time-To-Live (TTL) values for a simulation of ten hours each.

Introduction

Wireless sensor network is one of the structures being used for exchanging data rapidly and correctly (Meng S. 2011). Capable to be deployed with low coast in a harsh environment, where replacing or renewing their power supply becomes difficult or impossible (Kurt S. 2017). They are composed of a set of nodes that can be mobile or static, communicating via short-range wireless protocols, sensing diverse phenomena and forward the information to the destination (Chen C.P. 2015).

Other types of networks are Delay Tolerant Networks (DTNs) or Opportunistic Networks (ONs) that advanced directly from the Mobile Ad-hoc Networks (MANETs), lack of infrastructure and limited resources are the common aspects between the networks. However, they come with several diversities. MANETs sensors interconnect using basic TCP/IP protocol, while DTNs use Bundle protocols, invent to support the store to carry transmission standard to communicate with nodes (Sobin CC. 2016).

Emerging applications usually comprise challenging computations and the need for real-time requirements such as bounded end-to-end delay and guaranteed Quality of Service. Divers application can be found on WSN such as intrusion detection, weather monitoring, disaster management and detecting ambient, every one of them has a specific task to be done and depending on the data captured, some applications need immediate action to be taken after collecting event to transmit the sensed data must to the destination in a short time (Bamatraf A. 2015).

In this paper, we analyze the behavior of three routing protocol under the Geographic Map-Based mobility models and parameters, using the Opportunistic Networking Environment (ONE) simulator which is an extensible tool for evaluating protocols and mobility models for WSN. We use the provided data to analyze the impact of the movement model on the communication quality, delay and packets loss of the network by changing the TTL value and the population density of the WSN.

The rest of the paper is organized as follows. Related work is discussed in section 2. General description of the used routing protocols and mobility model is given in section 3. The measurement scenarios and the behavior description of the WSN in different cases is given in section 4. Finally, conclusions and possible perspectives of this work are presented in section 5.

Related work

S. Pramono and al compared the performance of the ZigBee protocol in two topologies (star and multihop) according to parameters quality of service, delay, throughput, and packet loss. They also measured the signal strength is for each node placement with RSSI analysis to prove whether it is related to the quality of service results obtained. A ZigBee protocol was used that supports both topologies and a circuit equipped with MQ-9 sensor which will generate sensor data and then sent from the end device node to the coordinator node (Subuh P. 2017).

G. Horvat, J. Vlaović and D. Žagar made an experimental validation for query-based communication in a star topology for various numbers of nodes and packet generation interval is performed with the proposition of a cross layered handover algorithm to improve deteriorated performance and the QoS by means of multi-channel redundancy. The results show that the proposed algorithm improves the delivery rate by 25% and the RTT by 40% in the worst-case scenario. However, it underperforms upon the heavy traffic load (Goran H. 2015).

G. Horvat, D. Žagar and D. Vinko analyzed the node deployment parameters in favors of the QoS metrics by estimating critical deployment parameters and presenting a direction towards optimal solution. Since node deployment validation is not a trivial task, they approached this problem by using a set of designed experiment to obtain optimal deployment parameters in respect to QoS metrics. The parameters are modeled and optimized using Response Surface Methodology (RSM) applied to node deployment parameters. From the proposed approach results it can be concluded that RSM can give optimal parameters for node deployment in maximizing QoS by using only a small set of experiments (Goran H. 2014).

A. Bamatraf and al, classified the type of packets transmitted based on timeness and reliability. The data traffic was classified into four categories:

- Critical (C): real time and reliable packets that require both of low delay and reliable services.
- Delay sensitive (DS): real time that require low delay.
- Reliable (R): non-real time that require high reliability.

- Normal (N): non-real time that require the best effort.

The proposed protocol assures the QoS by differentiating the data type. In order to do so, the protocol assigns different priorities to satisfies the network necessities (Bamatraf A. 2017).

Characteristics of the routing protocols in mobile networks

Epidemic Routing Protocol (ERP): A node will broadcast packets to all its neighbors that are in its sensing range. Any node receiving the message will forward to its neighbors. With this technique, the messages will reach all the nodes including the destination. Summary vector method is used by the nodes for remembering each other's to avoid broadcast storming. This protocol is ideal in the delivery time prospect in case of enough buffer size and communication bandwidth in the network.

PRoPHET (PRO): Based on probabilistic routing protocol, it uses stored information of the conveyance between the nodes to select the next-hop. This aptitude depends on spreading information in the entire network about the node's movements with time stamps. The higher is the encounter rate of two nodes, the higher is the probability to choose the same hop by these nodes.

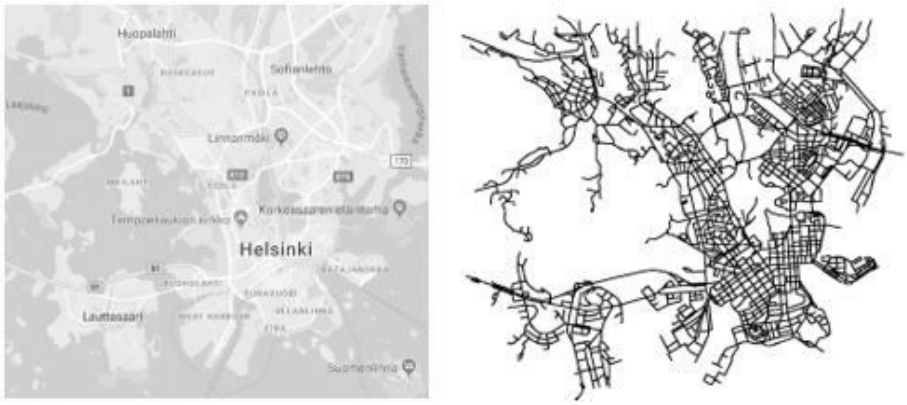
Direct Delivery Routing (DDR): The source sends the message only when direct communication possibility exists to the destination. No intermediate nodes are used to transfer the messages between the source and destination. It can be deduced easily that minimum network resources are used by the nodes, but the message delivery rate is very low because the probability of meeting directly the source and the destination is infinitesimal. This routing protocol type does not guarantee communication for sparsely populated network or slowly moving nodes.

Measurements and analysis of the sampled data sets

We analyzed the data captured from a WSN system. Three different routing protocols (Epidemic (R = 1), PRoPHET (R = 2), Direct Delivery (R = 3)) and one movement models (Shortest Path Map-Based) were applied in a Wireless Sensor Network, using the ONE simulator, with N (N = 128, 256, 512) nodes and nine different Time-To-Live (TTL) values. The simulation was executed eighty-one times (81 = 3x1x3x9). In each of the eighty-one simulation cases there were extracted following variables from the WSN system: remaining energy (E [%]) for each node, generated message creation time (CT), message size (MS), contact time duration (CD) of the nodes, delivered messages (D), number of hops (H) for each message and the delivery time (DT) for each message.

Description of the analyzed Shortest-Path Map Based (SPMB) movement model

Shortest Path Map-Based Movement (SPMM) Model offers basic movement model for Vehicular Delay-Tolerant Network (VDTN), where vehicles are



A) Helsinki map (Google Map) *B) Helsinki road map (Simulator)*

Figure 1. Helsinki road map

opportunistically exploited to offer a message conveying service. This movement model uses a map of a road and Dijkstra's Shortest Path First algorithm to create a shortest path between two nodes and a points of interest (POI). The destination is reached through multiple selection of intermediate points of interest, where the shortest path is estimated. At each intermediate POI, a new path to the next POI is calculated with the same algorithm. Two consecutively destinations usually are more than one hop far from each other (GÁL Z. 2018). *Figure 1*, represent the map of the city of Helsinki that we used in our simulation for the different routing protocols and the SPMM movement model.

Data analysis

We analyzed two aspects of the message creation, creation time difference and ECDF of message size. *Figure 3*, shows a uniformity of message generation at 30

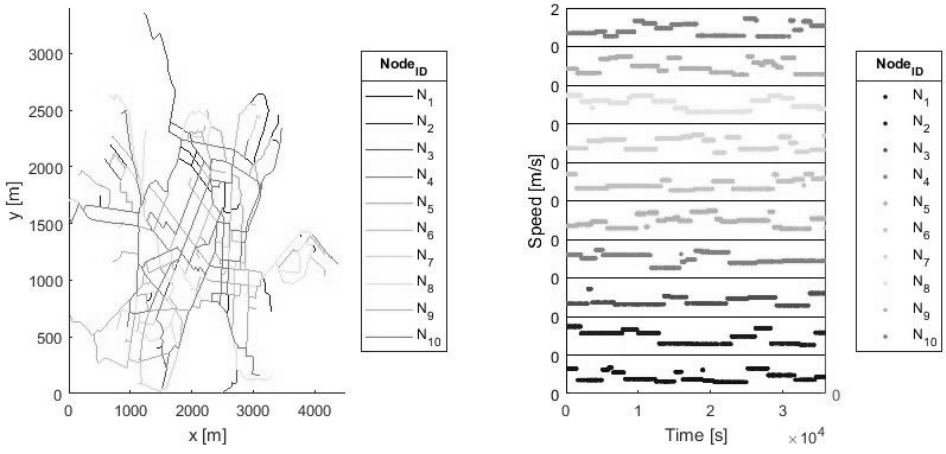


Figure 2. Characteristics of the Shortest Path Map-Based model (M = 3)
Left: Movement of 10 mobile terminals (nodes) in the simulated area;
Right: Movement speeds of the first 10 mobile terminals (nodes)

seconds and a linearity of message size. We noticed that for all the simulation cases and independently of the routing type (R), the number of nodes (N) and TTL values, the same results were captured by the simulator.

Figure 4 shows the bihistogram of the message generation, we can observe a uniform random distribution of creation time moments and message size. This phenomenon is caused by the input data at the beginning of the simulation. It was found that for all simulation cases, the same input sequence having size in between (500 kilobyte – 1 megabyte) is fixed and conform to the event generation rules, independently of the routing type (R), the number of nodes (N) and the time to live (TTL) parameters.

The log-log plot of the contact time duration (CD) histogram for three different densities of the population can be seen on *Figure 5*. The approximately linear character of these decreasing curves means that the histogram with linear scales are exponentially decaying functions. For high values of the contact time duration the histogram becomes randomly. The higher is the number of nodes, the higher is the

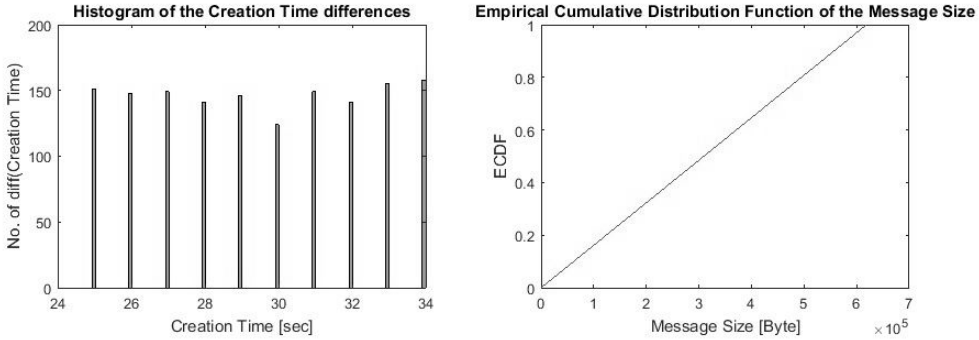


Figure 3. Message generation:
Creation time differences (left); ECDF of the Message Size (right)

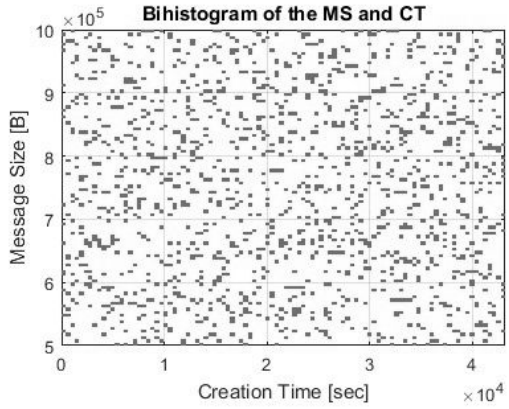


Figure 4. Bihistogram of the message generation:
Creation time moment (CT), Message Size (MS)

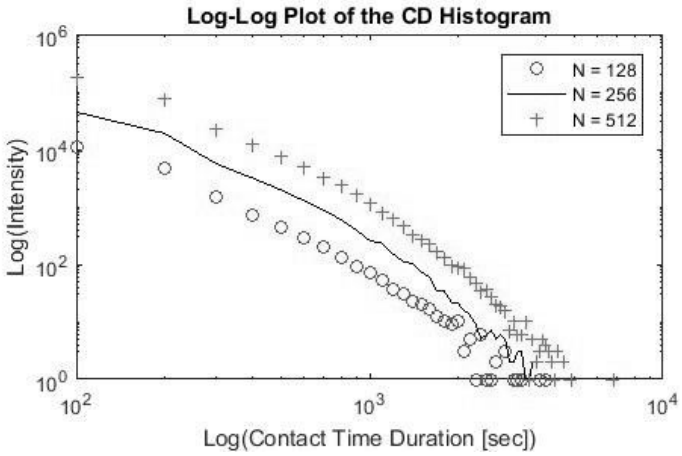


Figure 5. Log-log plot of the histogram of the Contact Time Duration (CD)

exponentially histogram. It can be observed that $log(H_{256}) = [log(H_{128}) + log(H_{512})]/2$. This implies a special relation: $(H_{256})^2 = H_{128} \cdot H_{512}$. This means that the histogram of the CD is a logarithm function of the number of nodes: $H_N = a \cdot log(N)$, where "a" is constant. Should be noted also that this histogram has following complex dependence: $H_N = a \cdot log(N) \cdot e^{CD}$.

The coefficient of variance of the delivery time plot, can be seen if *Figure 6*, where $CV_{DT} = \sigma_{DT}/\mu_{DT}$, where "$\sigma$" and "$\mu$" are the standard deviation and mean, respectively. For each routing type (R) and time to live (TTL) parameters, we can state the following: The absolute minimum which is the lowest point over the entire domain of the function has a light dependence on the number of nodes (N), a dependence on the routing type (R) and a strong dependence on the time to live (TTL) parameters. The slightly increasing delivery time for large TTL values is due to the fact that, a large TTL means that the message can be stored in a given node for a longer time, this can decrease the priority of the message that will be sent later on to the destination.

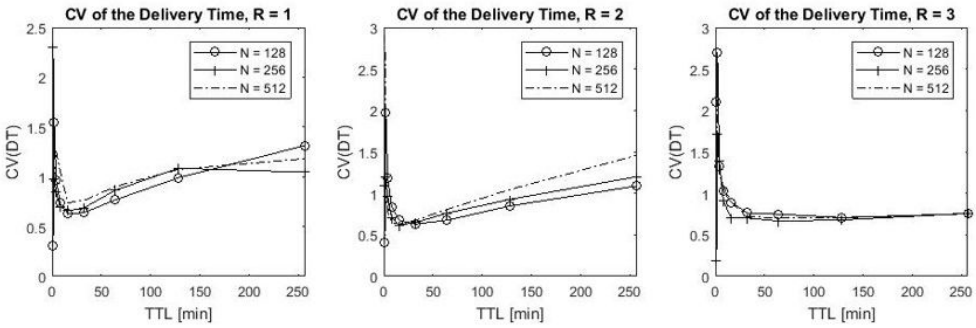


Figure 6. Coefficient of variance (CV) of the Delivery Time (DT)

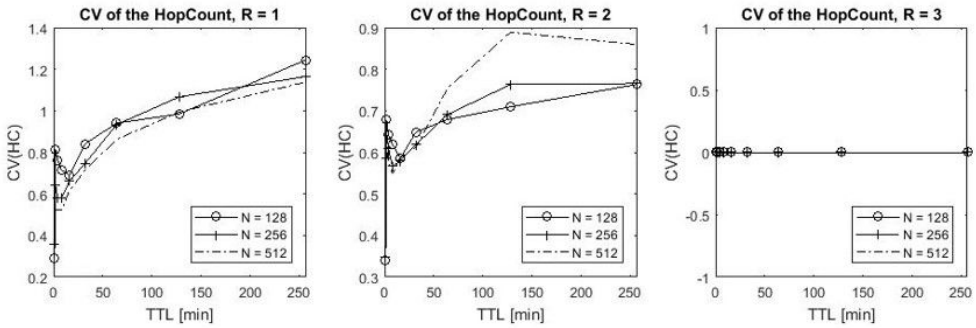


Figure 7. Coefficient of variance (CV) of the Hop Count (HC)

Figure 7 shows the coefficient of variance of the hop count, where $CV_{HP} = \sigma_{HP}/\mu_{HP}$. Both parameters σ and μ are lightly dependent on the number of nodes (N), strongly and weakly dependent on the TTL values and the routing types (R). As mentioned before, large TTL values mean larger the time for a given message to be stored in a node, which will give the message the possibility to traverse the network from node to node, increasing the number of hops, without the need to be delivered to the destination until a low value of TTL is reached. In cases of Epidemic (R = 1) and PRoPhet (R = 2) routing types the absolute minimum of the curves for TTL = 16 minutes shows peak quality of the WSN transmission service. With the Direct Delivery Routing (R = 3), we can observe a constant zero values. No hops were needed to send the message from source to destination, this is due to the special characteristic of the DDR, the source sends the message only when direct communication possibility exists to the destination. No intermediate nodes are used to transfer the messages between the source and destination.

Conclusion

In this paper we analyzed the Impact of the geographic map-based movement on the communication quality of a wireless sensor networks for three routing types, three node numbers and nine values of the time to live parameter. We extracted the fundamental information about the behavior of the WSN system. We stated that the same input sequence is fixed and conform to the event generation rules and only with to different routing type and other configurable parameter, the output differs. The delivery time and the hop count and not dependent on the nodes number, but strongly depended on the TTL values. Future works may continue in the context of more analysis of the map-based movement impact may be done in the next research work.

References

Bamatraf, A. (2015): Review of Quality of Service in Routing Protocols for Wireless Sensor Networks. Journal of Theoretical and Applied Information Technology, 74(3).

Bamatraf, A. (2017): Priority based QoS Protocol for Heterogeneous Traffic Routing in WSN. 6th IEEE Student Project Conference (ICT-ISPC), Skudai, Malaysia.

Chen, C.P. (2015): Efficient coverage and connectivity preservation with load balance for wireless sensor networks. IEEE Sensors J., 15(1), pp. 48–62.

Gál Z. (2018): Impact of the delay tolerance in wireless sensor networks: Buffer occupancy and energy consumption aspects. Future IoT Technologies (Future IoT), 2018 IEEE International Conference, Eger, Hungary.

Goran, H. (2014): Influence of Node Deployment Parameters on QoS in Large-Scale WSN. 3rd Mediterranean Conference on Embedded Computing MECO, Budva, Montenegro.

Goran, H. (2015): Improving QoS in Query-Driven WSN Using a Cross-Layered Handover. 4th Mediterranean Conference on Embedded Computing MECO, Budva, Montenegro.

Kurt, S. (2017): Packet Size Optimization in Wireless Sensor Networks for Smart Grid Applications. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 64(3).

Meng, S. (2011): Zigbee Wireless Sensor Networks and Their Applications. Department of Computer Science, National Chiao Tung University, Taiwan.

Sobin, CC. (2016): A survey of routing and data dissemination in Delay Tolerant Networks. Journal of Network and Computer Applications, 67, pp. 2483–2495.

Subuh, P. (2017): Comparative Analysis of Star Topology and Multihop Topology Outdoor Propagation Based on Quality of Service (QoS) of Wireless Sensor Network (WSN). IEEE International Conference on Communication, Networks and Satellite (Comnetsat).

Kompaktsági mutatók használata a társadalomföldrajzi kutatásokban

Kovalcsik Tamás[1] – Vida György[2] – Dudás Gábor[3]

[1] PhD hallgató, SZTE TTIK Gazdaság- és Társadalomföldrajz Tanszék, kovalcsik.tamas@geo.u-szeged.hu
[2] egyetemi tanársegéd, SZTE TTIK Gazdaság- és Társadalomföldrajz Tanszék, vidagy@ geo.u-szeged.hu
[3] tudományos munkatárs, MTA KRTK RKI ATO, Békéscsaba, dudasg@rkk.hu

Abstract: The aim of our study is to demonstrate the applicability of shape analysis in social geographic research based on compactness indicators. In the research we found that the most appropriate administrative level considering compactness is the county level and the most compact region is Southern Transdanubia. Our results also highlighted that the most compact settlements can be found on the Southern Great Plain, while the least compacts are the settlements of the South Transdanubia. Moreover, the study also revealed that the selected compactness indices can be used to compare geographic forms of spatial objects. Nevertheless, the counting method can influence the value of the compactness indicator. Therefore, it is worth examining the shape of the spatial objects by several methods.

Bevezetés

A természetföldrajzi vizsgálatok során gyakori módszer a környezetben előforduló térbeli objektumok alakjának vizsgálata (Turner M.G. – Gardner R.H. 1991). A formák kialakulásának meghatározásán túl az alakkutatás alkalmas az egyes tájak vagy felszíni formák változékonyságának vizsgálatára is (Szilassi P. 2017). Mindezeken kívül a formák milyenségének kvantifikálását célul kitűző módszer a társadalomföldrajzi kutatásokban is megjelenik. Több kutatás is vizsgálta, hogy a mesterségesen kialakított vagy természetesen kialakult, földrajzi szempontból jól determinált egységek alakja nemcsak formai, hanem tartalmi információt is hordoz és hatással lehet több, a társadalmi folyamatokat érintő jelenségre is (Banister et al. 1997; Bramley et al. 2009; Breheny M. 1995; Egyed I. 2013).

A területegységek formáinak – ezen belül is a kompaktságnak – valamilyen szempontú számszerűsítése lehetővé teszi a városok morfológiájának változásának vizsgálatát (Lo 1980), a községek összehasonlítását (Lee D.R. – Sallee G.T. 1970), valamint fontos szerepet kaphat a választókerületek kialakítása során is (Reock E.C. 1961). Mindezek mellett a földrajzi kompaktság kérdésköre felmerülhet a közigazgatási és szervezési egységek meghatározásánál is, hiszen az adott területegységen belüli hatékony kommunikáció, közlekedés és elérhetőség szempontjából elengedhetetlen a kedvező térszervezés kialakítása (Massam B.H. 1975; Rasheed S.K.B.1986).

A fentebb vázolt gyakorlati alkalmazásokon túl az alakmutatók számítási metódusainak meghatározásával is számos vizsgálat foglalkozott (MacEachren

A.M. 1985; Angel et al. 2009; Li et al. 2014) ugyanis míg a legkompaktabb területegység meghatározása esetében (kör) teljes a konszenzus, addig a különböző gyakorlati alkalmazások más-más kompaktsági fogalmat követelnek meg. Ezek alapján tanulmányunk célja, hogy rávilágítsunk a kompaktság, mint mérőszámokkal jellemzett fogalom sokszínűségére és különböző társadalomföldrajzi példákon keresztül rámutassunk a kiválasztott kompaktsági mutatók számításainak módjaira, felhasználási lehetőségeire és korlátaira.

Anyag és módszer

Kutatásaink során először Magyarország közigazgatási egységeinek (régió, megye, járás) kompaktságát [1], majd ezt követően a hazai települések lakott területeinek ([2]: landuse layer: fclass='residential') kompaktságát vizsgáljuk meg. A tanulmány első felének célja, hogy a kiválasztott kompaktsági mutatókat mesterségesen kialakított térfelosztáson teszteljük, míg a második részben egy léptékváltást követően egy valamilyen szinten kontrollált, de mégis természetes módon kialakult formákat vetjük alá a mutatóinknak, megvizsgálva az értékek alkalmazhatóságát települési szinten.

Egy, a földrajzi térben pontosan meghatározott területegység kompaktságának mérésére számos különböző módon számítandó mutató áll rendelkezésre attól függően, hogy az alak mely jellemzőjét tekintjük a vizsgálat alapjául. Néhány alapvető elvi kérdésben azonban minden kompaktságot meghatározó mérőszámnak azonosnak kell lennie. 1, az adott területegység nagysága nem befolyásolhatja az adott mutató értékét (Dusek T. 2015). 2, a mutatókat úgy érdemes skálázni, hogy azok 0 és 1 közé essenek úgy, hogy az 1-es érték mindig a legkompaktabb alakzatot, a kört jelölje, így az érték minél közelebb van a nullához, annál távolabb lesz az ideális alaktól. 3, az adott mutató az értékeit úgy vegye fel, hogy az adott kutatási témakörben meghatározott kevésbé kompakt terület ténylegesen alacsonyabb értéket vegyen fel, mint a nála (az elmélet alapján) kompaktabb területegység.

A kompaktság mérésére a kerület és a terület megfelelő aránya alkalmas, azonban ezen kívül még további három kategóriát különböztethetünk meg, amelyek egymással némileg átfedésben vannak (MacEachren 1985):

1. A területegység kerületének és területének összehasonlításán alapuló mutatók,
2. A területegységgel kapcsolatba hozható köröket és egyéb síkidomokat felhasználó mutatók,
3. Egy szabályos alakkal való direkt összehasonlításon alapuló mutatók,
4. A területegység alkotóelemeinek eloszlásán alapuló mutatók.

Kutatásunkban az első három kategóriából választottunk ki egy-egy mutatót, annak érdekében, hogy a számítási módszerek minél szélesebb körét be tudjuk mutatni tanulmányunkban.

Az első mutató a területegységek területét, illetve a hozzá tartozó kerületet hasonlítja össze az ideális aránnyal. Így a mutató érzékeny a csipkézettség

kimutatására. továbbá alkalmatlan a nagyságrendekkel különböző nagyságú területek kompaktságának összehasonlítására, ráadásul az érték nem 0 és 1 közé esik, ami a könnyebb kutatói értelmezést segítené. E problémákat megoldhatja a területből való négyzetgyökvonás és egy konstans beillesztése a képlet nevezőjébe, amely műveletek után a következő mutatót kapjuk:

$$P = \frac{\sqrt{T}}{0{,}282 * K}$$

T: adott területegység területe, K: adott területegység kerülete

A második és a harmadik kategória mutatóinak kiszámításához három speciális kör létrehozására van szükség. A terület köré írható legkisebb, a terület méretével megegyező és közös centroiddal rendelkező, valamint a terület belsejébe írt legnagyobb kör meghatározása szükséges minden területegység esetében.

A második kategóriába tartozó választott mutató a területegységbe írható legnagyobb és a legkisebb körülírható kör átmérőjének a hányadosa (R), amely egy területegység központi részének nagyságát viszonyítja a teljes szétterjedéséhez. Véleményünk szerint ezzel lehet leginkább kimutatni az urban sprawl jelenségét, mivel az érték érzékeny a kis központi területtel, viszont nagy „csápokkal" rendelkező területekre. E mutató nagy eltéréseket előreláthatólag inkább a lakott területeknél fog produkálni, mint a közigazgatási egységeknél.

A harmadik kompaktságot mérő mutató a területegység méretével megegyező, azonos középpontú kör és a területegység metszetének és uniójának hányadosa (D). Ez a mutató a kompaktság „klasszikus" fogalmát jelenítheti meg, vagyis egy terület ránézésre mennyire hasonlít az ideális formához (a körhöz). Az érték kevésbé érzékeny a csápokra, illetve a csipkézettségre, azonban a több részből álló területegységek kompaktságának meghatározásánál már problémák merülhetnek fel, mivel lehetséges, hogy az ideális kör nem is metszi a területegységet, így az érték 0.

$$R = \frac{DI}{DO}$$

DI: adott területegységbe írható legnagyobb kör átmérője

DO: adott területegység köré írható legkisebb kör átmérője

$$D = \frac{T_{clip}}{T_{union}}$$

T_{clip}: adott területegység, és a területével megegyező területű (és azonos középpontú) kör metszetének területe

T_{union}: adott területegység, és a területével megegyező területű (és azonos középpontú) kör uniójának területe

A mutatók külön jellemzéséből világosan látszik, hogy mindegyiknek vannak előnyei, illetve hátrányai a kompaktsági vizsgálatoknál. Jogosan merül fel tehát a

kérdés, hogy az egyes vizsgálatoknál mely mutató értékeit vegyük figyelembe, valamint jó megoldás-e mindegyik mutatót meghatározni és azok átlagát venni. Véleményünk szerint a számítási módszernek alkalmazkodnia kell a vizsgált területegységek tulajdonságaihoz és ahhoz az elméleti kerethez, amelyen belül a kompaktságot definiáltuk, illetve vizsgálni kívánjuk.

Kompaktsági mutatók gyakorlati alkalmazása

A hazai közigazgatási térfelosztás kompaktsági vizsgálata

A közigazgatási egységek kompaktsági vizsgálata során az alakjuk szempontjából határoztuk meg a különböző funkcionális területegységek hatékonyságának területi eloszlását, valamint a különböző területi léptékek kompaktságát. Az elemzésben az országos és a település közti három szintű közigazgatási rendszer (régió, megye, járás) elemeit használtuk fel (*1. táblázat*). Ezzel a kompaktság szempontjából vizsgáljuk azt a dilemmát, hogy melyik területi lépték az alkalmasabb a különböző állami és fejlesztési funkciók betöltésére. Hangsúlyozzuk azonban, hogy a kérdésnek ez egy rendkívül kis szelete.

A globális átlagok alapján két mutató szerint a megyei szint a legkompaktabb, míg a P érték alapján a járási szint. Mivel ez az az érték, amely érzékeny a csipkézettségre és ez a közigazgatási egységek hatékonyságának szempontjából kevésbé releváns, így kijelenthető, hogy a legjobb hatékonysággal (kompaktsági szempontból) a megyei szint rendelkezik. Abban viszont mindhárom egyetért, hogy a régiók egyértelműen kevésbé kompaktak, mint a megyék és a járások. Ha ezt területileg is megvizsgáljuk, akkor három olyan régió van, amelynek kompaktsága meghaladja a benne található megyék (vagy valamelyik megye) kompaktságát: Közép-Magyarország, Közép-Dunántúl és a Dél-Dunántúl. Az elsőnél Pest megye lyukassága, míg a másodiknál Komárom-Esztergom megye kevésbé kompakt alakja okozza ezt az eredményt. Azonban a dél-dunántúli régió valóban kompaktabb mindhárom benne foglalt megyénél, így ennek a régiónak a kialakítása indokoltnak mondható.

Összességében azonban nem lehet kijelenteni, hogy a hazai közigazgatási határok nem lennének kompaktak. Az értékek azt mutatják, hogy a határok csipkézettek ugyan (alacsony P) és rendelkeznek hosszan kinyúló csápokkal (alacsony R) is, viszont ezek mértéke az alak klasszikus hétköznapi mutatójánál annyira nem jelenik meg (magasabb D). A mutatók eltérő értékeiből is látszik, hogy nem mindegy milyen kompaktsági metódust választunk elemzésünk alapjául, mert az eredmény nem feltétlenül azt mutatja, amit kiolvasunk belőle.

Lakott területek kompaktsága Magyarországon

A hazai lakott területek alakjának kompaktsági vizsgálata során az eredményeinket kétféleképpen osztályoztuk (*2.* és *3. táblázat*). Számításaink azt

1. táblázat A közigazgatási egységek P, R és D alakmutató értékei

Megye, régió, járások átlaga	**P**	**R**	**D**
Dél-Alföld	***0,46***	***0,35***	***0,53***
Csongrád megye	0,60	0,52	0,70
Békés megye	0,55	0,52	0,72
Bács-Kiskun megye	0,54	0,42	0,67
A régió járásainak átlaga	*0,63*	*0,46*	*0,65*
Dél-Dunántúl	***0,54***	***0,63***	***0,85***
Baranya megye	0,51	0,55	0,78
Somogy megye	0,48	0,44	0,63
Tolna megye	0,46	0,47	0,68
A régió járásainak átlaga	*0,52*	*0,44*	*0,65*
Észak-Alföld	***0,41***	***0,31***	***0,47***
Jász-Nagykun-Szolnok megye	0,51	0,43	0,64
Hajdú-Bihar megye	0,58	0,59	0,75
Szabolcs-Szatmár-Bereg megye	0,48	0,45	0,71
A régió járásainak átlaga	*0,58*	*0,45*	*0,67*
Észak-Magyarország	***0,41***	***0,32***	***0,57***
Heves megye	0,50	0,46	0,64
Nógrád megye	0,47	0,37	0,62
Borsod-Abaúj-Zemplén megye	0,43	0,40	0,66
A régió járásainak átlaga	*0,52*	*0,41*	*0,61*
Közép-Dunántúl	***0,48***	***0,42***	***0,68***
Komárom-Esztergom megye	0,52	0,34	0,52
Veszprém megye	0,56	0,56	0,81
Fejér megye	0,57	0,50	0,70
A régió járásainak átlaga	*0,58*	*0,44*	*0,65*
Közép-Magyarország	***0,53***	***0,42***	***0,67***
Budapest	0,61	0,53	0,77
Pest megye	0,41	0,30	0,59
A régió járásainak átlaga	*0,65*	*0,48*	*0,70*
Nyugat-Dunántúl	***0,38***	***0,34***	***0,45***
Vas megye	0,42	0,45	0,63
Zala megye	0,59	0,65	0,81
Győr-Moson-Sopron megye	0,44	0,37	0,59
A régió járásainak átlaga	*0,53*	*0,44*	*0,65*
Régiók átlaga	***0,46***	***0,40***	***0,60***
Megyék átlaga	***0,51***	***0,47***	***0,68***
Járások átlaga	***0,57***	***0,45***	***0,65***

Forrás: saját számítás ArcGIS ModelBuilder segítségével

2. táblázat A P, R és D alakmutatók értékeinek átlagai régiós bontásban

Régió	P	R	D	Átlag
Dél-Alföld	0,53	0,33	0,53	**0,46**
Dél-Dunántúl	0,50	0,24	0,39	**0,38**
Észak-Alföld	0,47	0,26	0,46	0,40
Észak-Magyarország	0,50	0,27	0,46	0,41
Közép-Dunántúl	0,49	0,25	0,44	0,39
Közép-Magyarország	0,46	0,29	0,50	0,42
Nyugat-Dunántúl	0,48	0,25	0,40	0,38
Magyarország	**0,49**	**0,26**	**0,44**	**0,40**

Forrás: saját számítás ArcGIS ModelBuilder segítségével

mutatják, hogy a területi átlagok a nagy elemszám miatt a jelentős eltéréseket elfedik, azonban még így is meg lehet határozni egy bizonyos mértékű területi differenciáltságot. A legkompaktabb települések a Dél-Alföldön találhatóak, nagy valószínűséggel a terület alföldi, mezővárosi településszerkezeti jellegéből fakadóan. Ezzel együtt a legkevésbé kompakt települések az aprófalvas településszerkezettel rendelkező dél-dunántúli régióban vannak.

A fentiek alapján kijelenthető, hogy a települések nagysága hatással van a kompaktságukra. Ennek ellentmond az észak-magyarországi régió, ami szintén aprófalvas jellegű, viszont a kompaktságának értékei átlag feletti eredményeket produkálnak. E paradoxon feloldására jogállás szerint is csoportosítottuk az értékeket, amely azt mutatja, hogy a legjobb kompaktsági értékekkel pont a községek vagy a nagyközségek rendelkeznek (*3. táblázat*). (A 3152-es elemszám abból adódik, hogy az OSM területhasználati rétegén három település [Magyarkeszi, Kutas és Rábagyarmat] területére nem esett lakott osztályozású [residential] objektum.)

Ez azonban adódhat pusztán a számítási metódusok vagy az elemszámok nagyfokú eltéréséből is. Ugyanis nem mindegyik mutatónál egyértelmű ebből a szempontból a helyzet. A községek határainak ugyanis méretükből fakadóan kevesebb esélyük van csipkézettnek lenni, mint mondjuk egy megyeszékhelynek, így ebben

3. táblázat A P, R és D alakmutatók értékeinek átlagai a települések jogállásai alapján

Jogállás	P	R	D	Átlag	Darabszám
főváros	0,07	0,08	0,40	0,18	1
megyeszékhely	0,18	0,13	0,34	0,21	18
megyei jogú város	0,21	0,16	0,46	0,28	5
város	0,40	0,25	0,48	0,37	322
nagyközség	0,45	0,26	**0,49**	0,40	121
község	0,50	0,27	0,43	0,40	2685
Magyarország	**0,49**	**0,26**	**0,44**	**0,40**	**3152**

Forrás: saját számítás ArcGIS ModelBuilder segítségével

a tekintetben a P mutató értékei kevésbé relevánsak, mert erősen befolyásolja őket a település nagysága. Ráadásul a községeknél a nagy elemszámból számított átlag elfedheti a kiugró értékeket.

A legrosszabb kompaktsági értékekkel a nagyvárosok, illetve a főváros rendelkezik. Ebbe azonban az is szerepet játszhat, hogy e települések belterületét a nem lakó funkciójú területek nagyobb valószínűséggel szabdalják át, amely nagyban rontja az adott terület kompaktsági értékeit, főleg a P és az R mutató tekintetében. Ezért véleményünk szerint a települések belterületén végzett vizsgálatoknál sokkal relevánsabb és a valósághoz közelebbi eredményt kapunk, ha kizárólag a D mutató értékeit vesszük figyelembe. A másik két mutató kizárását követően is azt láthatjuk, hogy a települések népességszámának csökkenésével a kompaktságuk nő. Ez adódhat az urban sprawl csápos jelenségéből, vagy a települések összenövéséből is. Ennek pontosabb megállapítása azonban jelen tanulmány keretein túlmutat.

Konklúzió és jövőbeli kutatási tervek

Tanulmányunk fő célja az volt, hogy a társadalomföldrajzi kutatásokban alkalmazott kompaktsági vizsgálatok alkalmazhatóságát és gyakorlati megvalósíthatóságát tárja fel, illetve szolgáltasson példákat. Az elemzés első részében feltárt szakirodalmi háttér rámutatott, hogy társadalmi jelenségek, mesterségesen kialakított funkcionális területek vagy természetesen kialakult területi egységek formája hatással lehet a benne lezajló folyamatokra. E hatások kimutatására az alak bizonyos jellemzőinek kvantifikálására van szükség. Megállapítottuk, hogy az alak – azon belül is a kompaktság – meghatározásánál nagy szerepet játszik a számítási metódus. Így a különböző területegységek kompaktságának meghatározásakor érdemes az adott elemzés tárgyának jellegéhez igazítani a számítani kívánt kompaktsági mutatót.

Az általunk kiszámított mindhárom kompaktsági mutató rendelkezik valamilyen sajátossággal, amely befolyásolja a felvett értékeket. Azonban pont ezek a sajátosságok teszik alkalmassá a mutatókat az alak különböző aspektusainak feltárására. A P mutató a csipkézettség, az R a „csáposság”, a D pedig a klasszikus értelemben vett vizuális kompaktság meghatározására alkalmas. Mindhárom mutató kiszámítását automatizáltuk az ArcGIS szoftverkörnyezet ModelBuilder funkciójának segítségével, így hatékonyan tudjuk alkalmazni e módszertant más területegységek vizsgálatára is.

A vizsgálat első részében megállapítottuk, hogy a kompaktság szempontjából legideálisabb területi szint a megye és a legkompaktabb régió a dél-dunántúli. Eredményeink továbbá kimutatták, hogy a Dél-Alföldön találhatóak a legkompaktabb, míg a Dél-Dunántúlon a legkevésbé kompakt települések.

Jövőbeni kutatási terveink között szerepel a vizsgált mutatók számának bővítése, pontosságuk növelése, valamint a vizsgálandó területegységek kiterjesztése. Terveink szerint későbbi vizsgálataink tárgyát fogják képezni a hazai választókerületek,

szavazókörök, a települések közigazgatási területe és a településeken belüli népességgel súlyozott belterületek.

Felhasznált irodalom

Angel, S. – Parent, J. – Civco, D. L. (2009): Ten compactness properties of circles: Measuring shape in geography. The Canadian Geographer, 54(4), pp. 441–461.

Banister, D. – Watson, S. – Wood, C. (1997): Sustainable cities: transport, energy, and urban form. Environment and Planning B, 24(1), pp. 125–143.

Bramley, G. – Dempsey, N. – Power, S. – Brown, C. – Watkins D. (2009): Social sustainability and urban form: evidence from five British cities. Environment and Planning A, 41(9), pp. 2125–2142.

Breheny, M. (1995): The compact city and transport energy consumption. Transactions of the Institute of British Geographers, 20(1), pp. 81–101.

Dusek T. (2015): A megyék és régiók összehasonlítása alakmutatókkal. Területi Statisztika, 55(2), pp. 142–156.

Egyed I. (2013): A fragmentált városból a posztkarbon kompakt város felé: ökonegyed-beruházás Grenoble-ban. In: Zsibók Zs. (szerk.) Önkormányzati energetikai fejlesztések, Nemzetközi körkép és dél-dunántúli tapasztalatok, MTA KRTK RKI, Pécs, pp. 236–254.

Lee, D. R. – Sallee, G. T. (1970): A method of measuring shape. The Geographical Review, 60(4) pp. 555–563.

Lo, C. P. (1980): Changes in the shapes of Chinese cities, 1934–1974. The Professional Geographer, 32(2), pp 173–183.

Li, W. – Chen, T. – Wentz, E. A. – Fan, C. (2014): NMMI: A mass compactness measure for spatial pattern analysis of areal features. Annals of the Association of American Geographers, 104(6), pp. 1116–1133.

MacEachren, A. M. (1985): Compactness of geographic shape: Comparison and evaluation of measures. Geografiska Annaler. Series B, 67(1), pp. 53–67.

Massam B. H. (1975): Location and space in social administration. Edward Arnold, London.

Rasheed, S. K. B. (1986): The spatial efficiency of administrative units in Bangladesh. Geografiska Annaler. Series B, 68(1), pp. 21–28.

Reock, E. C. (1961): Measuring compactness as a requirement of legislative appointment. Midwest Journal of Political Science, 5(1), pp. 70–74.

Szilassi P. (2017): Magyarországi kistájak felszínborítás változékonysága és felszínborítás mozaikosságuk változása. Tájökológiai Lapok, 15(2), pp. 131–138.

Turner, M. G. – Gardner R. H. (szerk.) (1991): Quantitative methods in landscape ecology: the analysis and interpretation of landscape eterogeneity. Springer-Verlag, New York.

Internetes források

[1] https://data2.openstreetmap.hu/hatarok/index.php?admin=8

[2] http://download.geofabrik.de/

Paraméter érzékenység vizsgálata 1D-s medenceanalízis során

Mádai Viktor[1] – Balogh Csaba[2]

[1] egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Ásványtani földtani Intézet, askcesar@uni-miskolc.hu,
[2] hallgató, Miskolci Egyetem, b.csaba0709@gmail.com

Absztrakt: A szénhidrogén ipari kutatás egyik erősen fejlődő területe a szoftveres medencemodellezés. Kutatásaink során a Schlumberger cég PETROMOD nevű medence analitikai szimulációs programjának 1D-s modellező moduljával végeztünk paraméter érzékenységi vizsgálatokat.
Kiindulási adatrendszerként a Norwegian Petroleum Directorate szabadon elérhető adatbázisa szolgált. Az adatbázisból a 33/12-2-es jelzésű fúrás rétegsorát, illetve egyéb paramétereit választottuk bemenő adatként, mert a terület (Tampen Spur terület, Statfjord mező) igen alaposan feldolgozott szakirodalmi szempontból.
A változtatott bemenő paraméterek a paleo vízmélység adatai, a medencealjzatról jövő hőáram értékek és a felszíni erózió mértéke voltak. A legjelentősebb változást a hőáram és a felszíni erózió értékeinek változtatása okozta, a felépített modell ezekre a legérzékenyebb.

Bevezetés

Az 1980-as évektől egyre erősebb tendenciává vált a szénhidrogén-kutatás területén a kutatás megbízhatóságát, a kutatáshoz felhasznált pénzügyi befektetés biztosabb megtérülését javító medencemodellező szoftverek alkalmazása (Welte D.H. – Yalcin M.N. 1988). Ennek egyenes következményeként a Miskolci Egyetemen zajló geológus képzésben egyre nagyobb súllyal jelenik meg a medence fejlődés, a szénhidrogén képződés és vándorlás illetve csapdázódás szimulációja. Az Északi-tenger északi régiójának szabadon elérhető fúrási adatait felhasználva (Internet 1) a szénhidrogén érési, csapdázódási folyamatait időben és térben szimulálni képes Petromod 1D szoftverrel azt vizsgáltuk, hogy a modell bemenő paramétereinek változtatására hogyan reagál a modellezett szénhidrogén generáló rendszer annak mélységbeli illetve időbeli kialakulását, fejlődését tekintve.

Az érzékenység vizsgálat a modell bemenő paramétereinek változása révén a kimeneti értékek változását figyeli (Cao S. – Lerche I. 1990). Ha a bemenő paraméter változtatásának eredményeként a számolt eredmény paraméter jelentősen változik, a modell érzékeny az adott bemenő érték változására (Yukler M.A. 1979). Érdemes tehát több, pontosabb adatot gyűjteni az adott bemenő paraméterből. Ha azonban az eredményváltozó nem reagál egy adott bemenő adat értékének változtatására, nem érdemes költséges adatgyűjtésbe kezdeni az adott bemenő paraméter tekintetében.

Módszer

Több érzékenység vizsgálati lehetőség létezik a szakirodalomban (Hantschel T. – Kauerauf A.I. 2009). A determinisztikus szimulációnál csupán egy-egy bemeneti paramétert változtatunk egy általunk választott tartományon belül és számoltatjuk a kimeneti értékeket. A módszer sok önkényesen választott elemet tartalmaz, mint például a bemenő paraméter változtatásának tartománya, illetve milyen lépésközzel választjuk a vizsgálandó bemenő paraméter új értékeit. A számítási kapacitás szempontjából nem nagyigényű módszer tehát sokszor túlságosan szubjektív, ám egy előzetes kép felépítésére kiválóan alkalmas.

A Monte Carlo szimulációs megközelítés során a bemenő adatok egy adott valószínűségi eloszlást leíró adathalmazából választ a program új és új értékeket, majd vizsgálja a többször újraszámolt eredményváltozó(k) eloszlását. A módszer objektívebb az előzőnél, ám jóval nagyobb számítás igényű.

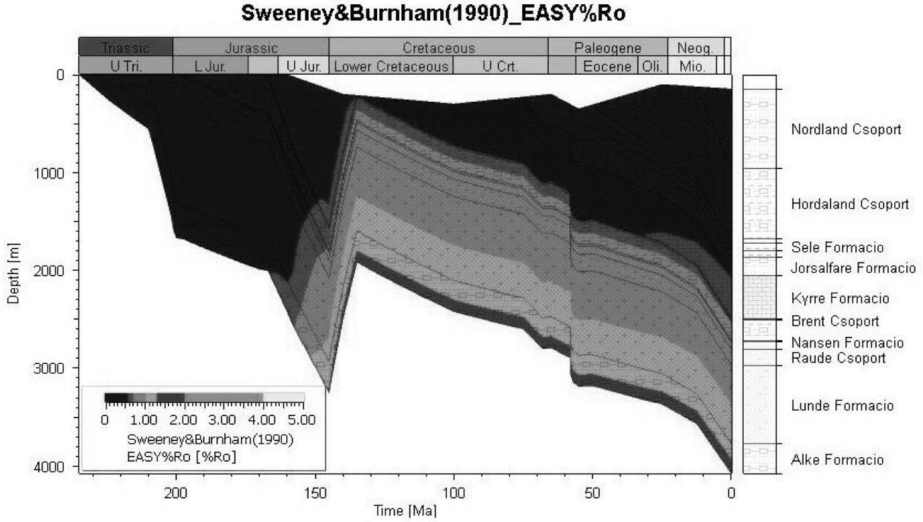
Munkánk során, felvállalva a módszer szubjektivitását, a determinisztikus szimuláció mellett döntöttünk. Az első futtatás alkalmával az irodalom által leginkább elfogadott értékeket vettük figyelembe (Adda G.W. 2012; Joel Ben-Awuah et al. 2014; Internet 1). Kiinduló adataink az 1-es ábrán láthatóak: a keletkezés kora, a rétegsort felépítő formációk neve, a formáció kezdeti mélysége (tető szintje) a tengerszinthez képest, a program által számolt vastagságok, az esemény típusa, amely a rétegtani helyzetet eredményezte (depozíció, hiátusz, erózió), a litológiai név (amely a kőzettani sajátságokat meghatározza: pl az eltemetődés során várható porozitás csökkenés mértékét, annak sebességét), a szénhidrogén generáló rendszerben játszott szerep (forrás kőzet, rezervoár, csapdázó kőzet, fedő réteg), a kinetika (amely leírja

Main input for BaloghCsaba

Present day input: Depth Thickness Show paleo balance Model from picks... Top names Layer names

Age [Ma]	Name top/well pick	Depth [m]	Thickness [m]	Event type	Name layer/event	Paleodeposition/ erosion [m]	Lithology	PSE	Kinetic	TOC [%]	HI [mgHC/gTOC]
0.00	Nordland Csoport	147									
			806	↓ Deposition	Nordland Csoport		Mixed silic. mudstone	Overburden Rock		0.00	0.00
12.50	Hordaland Csoport	953									
			725	↓ Deposition	Hordaland Csoport	0	Mixed mudstone	Overburden Rock		0.00	0.00
50.00	Balder Formacio	1678									
			43	↓ Deposition	Balder Formacio	0	Shale (organic lean, sandy)	Overburden Rock		0.00	0.00
57.00	Sele Formacio	1721									
			72	↓ Deposition	Sele Formacio	0	Shale (organic lean, silty)	Overburden Rock		0.00	0.00
58.00	Lista Formacio	1793									
			72	↓ Deposition	Lista Formacio	0	Shale (organic lean, typical)	Overburden Rock		0.00	0.00
58.01	lista-jorsa kozott	1865									
			0	– Hiatus							
68.00	Jorsalfare Formacio	1865									
			184	↓ Deposition	Jorsalfare Formacio	0	Carb.-rich silic. mudstone	Seal Rock		0.00	0.00
75.00	Kyrre Formacio	2049									
			431	↓ Deposition	Kyrre Formacio		Mixed carb. mudstone	Seal Rock		0.00	0.00
135.00	Draupne Erozio2	2480									
			0	↑ Erosion		-930					
145.00	Draupne Formacio	2480									
			3	↓ Deposition	Draupne Formacio	930	Shale (organic rich, typical)	Source Rock	Burnham(1989)_TII	4.44	310.00
167.02	Brent Csoport	2483									
			17	↓ Deposition	Brent Csoport		Sandstone (quartzite, very quartz rich)	Reservoir Rock		0.00	0.00
170.00	Dunlin Csoport	2500									
			200	↓ Deposition	Dunlin Csoport		Mixed mudstone	Underburden Rock		0.00	0.00
197.00	Nansen Formacio	2700									
			19	↓ Deposition	Nansen Formacio		Sandstone (typical)	Reservoir Rock		0.00	0.00
200.00	Eiriksson Formacio	2719									
			71	↓ Deposition	Eiriksson Formacio		Sandstone (typical)	Reservoir Rock		0.00	0.00
201.00	Raude Csoport	2790									
			161	↓ Deposition	Raude Csoport		Sandstone (arkose, clay rich)	Reservoir Rock		0.00	0.00
202.00	Lunde Formacio	2951									
			798	↓ Deposition	Lunde Formacio		Sandstone (quartzite, very quartz rich)	Underburden Rock		0.00	0.00
210.00	Alke Formacio	3749									
			299	↓ Deposition	Alke Formacio		Clay-rich silic. mudstone	Underburden Rock		0.00	0.00
235.00	Lomvi Formacio	4048									

1. ábra Az irodalmi adatok alapján (Adda 2012; Joel Ben-Awuah et al. 2014; Internet 1) megadott kiindulási értékek a szoftver beviteli paneljében



2. ábra: Az irodalmi adatok (Adda 2012; Joel Ben-Awuah et al. 2014; Internet 1) alapján felépített kiindulási modell szimuláció eredménye

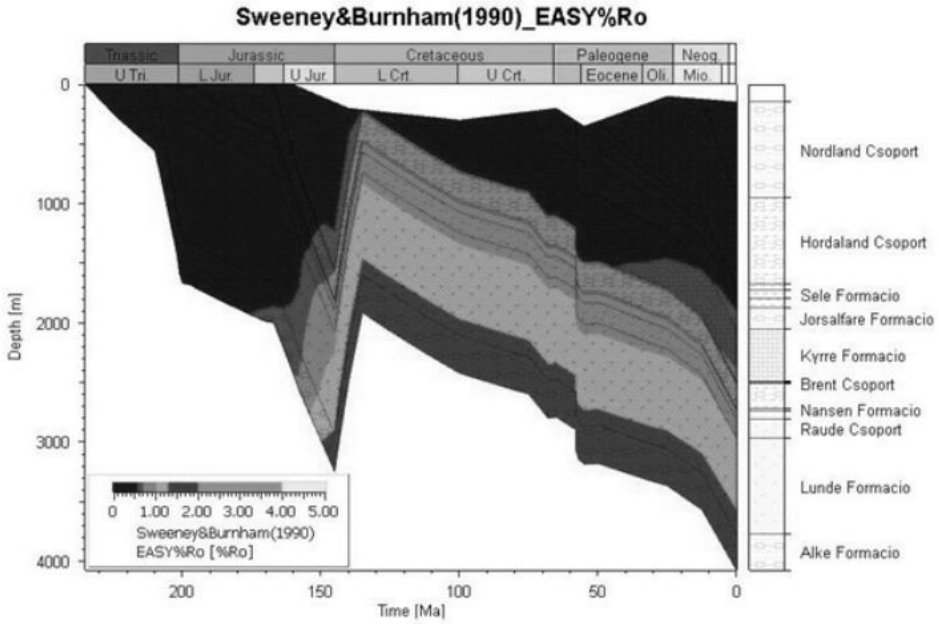
az érési folyamat reakcióit, kinetikáját és meghatározza lehetséges termékeit). A fennmaradó két oszlopban a teljes organikus széntartalom (TOC) százalékos értékei és a hidrogén index (HI (mg HC/g TOC értékben) kapott helyet. A modell bemenő paraméterei között ott van még az időben változó paleo vízmélység, a paleo üledék-víz interfész hőmérséklet, és a bazális hőmérséklet, amely a medencealjzat felől melegíti az üledékes rétegsort, az abban elhelyezkedő radioaktív forrásokkal együtt. Az *1. ábrán* a kiindulási adathalmaz látható a szoftver beviteli interfészén.

A futtatások során 1 m-es cellavastagságot és 2 millió éves időbeli lépésközt használtunk. Az első, irodalmi adatokat felhasználó futtatás eredményét a *2. ábrán* láthatjuk. Az ábrán balról jobbra a múltból a jelen felé tartunk (vízszintes tengely), míg felülről lefelé a mélység növekszik. Az ábra jobb oldali függőleges tengelye a most létező, a fúrásban detektált rétegsort tükrözi. A rétegsor alján látható középszürke sáv, amely az Alke formáció felé tart, az olaj-ablak érési körülményeire utal. Az ábra színbeosztását a vitrinit reflektancia adatok határozzák meg.

A fenti paraméterek közül a paleo vízmélység értékeit (10–20 és 30%-os emelés), a hő áramot (10, 20 és 30%-os emelés) és az erózió mértékét változtattuk. 145–135 millió éves időtartományban a felszíni képződmény egy szerves anyagban, agyagásványokban gazdag iszapszerű üledék volt. A kezdeti 930 m-es eróziót először 100, majd 640, később 1100 m-re változtattuk.

Eredmények

A paleo vízmélység értékének emelése illetve csökkentése nem volt jelentős hatással a szimulációs eredményekre. A medence ajzatról származó hő áram értékek változtatása azonban jelentősen befolyásolta a számított vitrinit reflektancia

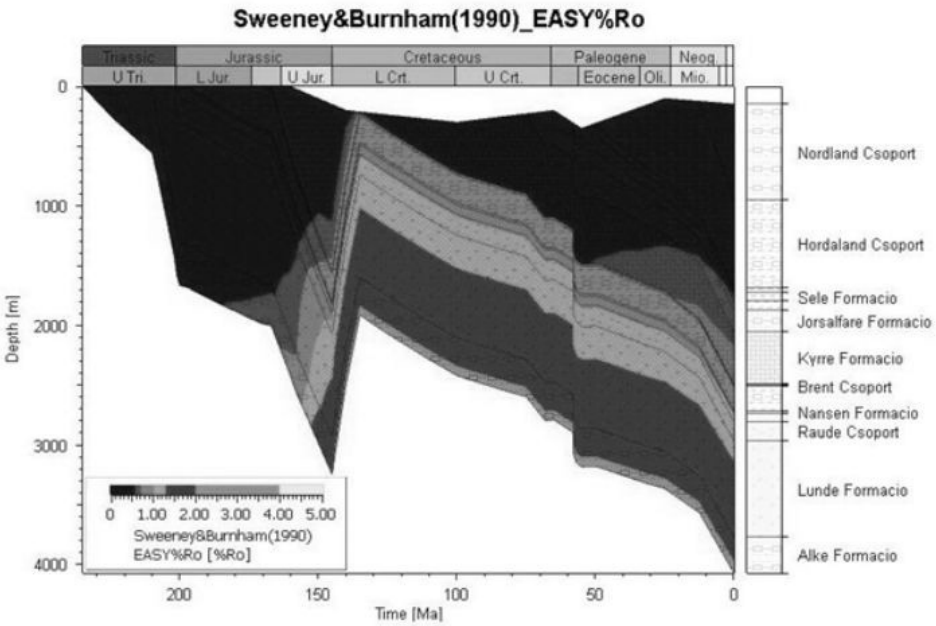


3. ábra A bazális hőáram 10%-os növelése által elért eredmény a vitrinit-reflektancia esetében

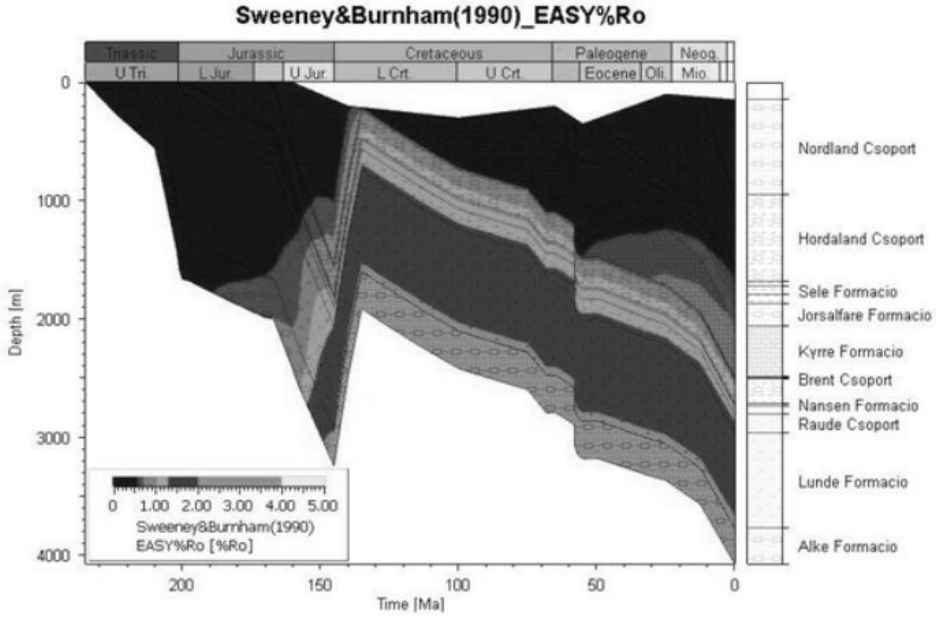
értékeket. Az első 10%-os változatás hatására jól látható, hogy megjelenik a gázkeletkezés megfelelő körülményeire jellemző középszürke szín a képen (*3. ábra*), amely körülbelül 150 millió évvel ezelőtt, 3000 méteres mélységben napjainkig tartó vastagodást mutat az Alke Formáció és Lunde Formáció alsó rétegeinek esetében. A Draupne Formációban, amely a Brent Csoport fölött helyezkedik el közvetlenül, ám vastagsága alig 3 m, így a jelmagyarázatban az ábrákon külön nem jelenik meg, az olajképződés majdnem 145 millió évvel ezelőtt kezdődhetett meg és 135 millió éve már a fő olajképződési szakaszba léphetett át a folyamat.

A következő 10%-os emelés hatására a gáztermelődés számára kedvező körülmények feltűnően vastagabb rétegben jelentkeznek – a jura végétől (160 millió éve) kezdődhetne meg a nedves gáz, és 135 millió éve már a száraz gáz termelődési folyamata is. Napjainkban (az ábra jobb oldala) körülbelül 3200 méter mélységtől – a Lunde Formáció közepétől és az Alke Formáció aljától (száraz gáz)– alkalmasak gáztermelésre a körülmények (*4. ábra*).

30%-os hőáram érték emeléssel a gázképződésre utaló vitrinit-reflektancia értékei több mint 1000 méter vastagságban – a Sweeney & Burnham (Sweeney J. – Burnham A. 1990) modellt követve – dominálnak a medence (fúrás) alján. A száraz gáz lehetséges képződésének körülményei is megjelennek a teljes Alke Formáció és Lunde Formáció alsóbb rétegeiben. Emellett a Draupne Formációban, a Brent Csoport fölött, az olaj képződését mutató vitrinit-reflektancia szint már 159 millió évvel ezelőtt megjelent és 145 millió évvel ezelőtt az olaj fő képződési ciklusának megkezdése is lehetséges volt (*5. ábra*).



4. ábra A bazális hőáram 20%-os növelése által elért eredmény a vitrinit-reflektancia esetében



5. ábra A bazális hőáram 30%-os növelése által elért eredmény a vitrinit-reflektancia esetében

Az erózió intenzitása, vagyis a felszínről elhordott rétegek vastagságának változása szintén jelentősen befolyásolta a kőzetek érettségének elérését. Az erózió mértékének változását, az irodalmi adatok alapján (Ben-Awuah et al. 2014) legjelentősebb eróziót elszenvedett Draupney formáción, annak keletkezési időszakában szimuláltuk (150-től 135 millió évig tartó szakasz). A feltételezett kiinduló rétegvastagság 1100 m fölötti is lehetett (Adda G.W. 2012). A kiinduló eróziós érték, 930 m volt a modellben. Ez az értéket változtattuk 100 m-re, majd növeltük 640 m-re. Végül 1100 m-es maximális erodált értéket választottunk. Erőteljesebb, nagyobb rétegvastagságot érintő eróziós folyamatok által hamarabb végbement az érés, a szénhidrogén képződéséhez szükséges megfelelő körülmények könnyebben álltak elő, főleg a fúrási rétegsor alsó részében. Ezzel ellentétben a jelenkori Draupne Formációra jellemző vitrinit reflektancia és átalakulási arány (TR%) kisebb eltéréseket mutatott, drasztikusabb erózió mérték alkalmazásával tapasztalható egy jól látható növekedés az említett értékekben és a keletkezett szénhidrogén mennyiségében. A kisebb eróziós folyamatoknál a szénhidrogén képződésre alkalmas körülmények hosszabb folyamat során alakulnak ki és inkább a rétegsor legalján jelennek meg.

Konklúzió

Összességében megállapítható, hogy két paraméter változtatása (bazális hőáram és az erózió mértéke) jelentős hatást gyakorolt a modell végeredményeként előálló szénhidrogén generáló rendszerre, ám az üledéket geológiai időtávokon át fedő víztömeg mélységének (paleo vízmélység) változtatásának hatása elhanyagolható volt.

Köszönetnyilvánítás

Munkánk támogatásáért köszönettel tartozunk az Európai Szociális alap és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával megvalósuló „Fenntartható Nyersanyag-gazdálkodási Tematikus Hálózat – RING 2017” című EFOP-3.6.2-16-2017-00010 azonosító számú projektnek.

Felhasznált irodalom

Adda, G. W. (2012): Hydrocarbon generation and migration from Jurassic source rocks in the northern North Sea. Diploma Thesis, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim.

Ben-Awuah, J.– Andriamiaja, S. – Mijinyawa, A. – Abdullah, A. – Siddiqui, N. A. – Adda G. W. (2014): Effect of Some Input Parameters on 3D Basin and Petroleum Systems Modelling: A Case Study of the Norwegian Section of the Northern North Sea, Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology, 7(18), pp. 3746–3762.

Cao, S. – Lerche, I. (1990): Basin Modelling: Applications of Sensitivity Analysis, Journal of Petroleum Science and Engineering, 4, pp. 83–104.

Hantschel, T. – Kauerauf, A. I. (2009): Fundamentals of Basin and Petroleum Systems Modeling. Springer Dordrecht Heidelberg London New York.

Sweeney, J. – Burnham, A. (1990): Evaluation of a simple model of vitrinite reflectance based on Chemical kinetics. AAPG Bulletin – AAPG BULL, 74, pp. 1559–1570.

Welte, D. H. – Yalcin, M. N. (1988): Basin modeling – A new comprehensive method in petroleum geology, Advances in Organic Geochemistry. Org. Geochem., 13(1–3), pp. 141–151.

Yukler, M. A. (1979): Sensitivity analysis of groundwater flow system and an application to a real case. In: P.F. Merriam (Editor), Geomathematical and Petrophysical Studies in Sedimentology (Computer Geology). Pergamon Press, New York, N.Y.

Internet 1: http://factpages.npd.no/factpages/ Letöltés 2018. ápr. 6.

A Vén-Duna mellékág 2D hidrodinamikai modell építésének tapasztalatai

Majer Fruzsina[1] − Koch Dániel[2] − Tamás Enikő Anna[3]

[1] projekt szakmai referens, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Víztudományi Kar, Vízépítési és Vízgazdálkodási Intézet, majer.fruzsina.kata@uni-nke.hu
[2] egyetemi tanársegéd, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Víztudományi Kar, Vízépítési és Vízgazdálkodási Intézet, koch.daniel@uni-nke.hu
[3] főiskolai tanár, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Víztudományi Kar, Vízépítési és Vízgazdálkodási Intézet, tamas.eniko.anna@uni-nke.hu

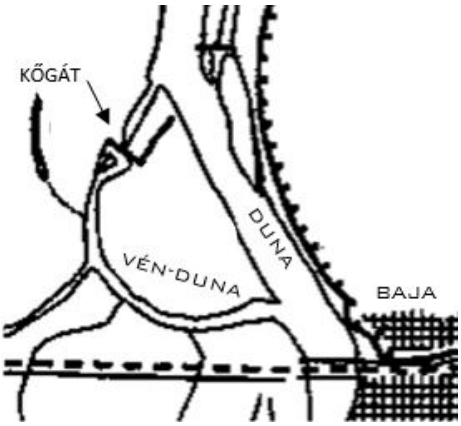
Abstract: In river regulation, meeting social and ecological needs have become an important issue recently. In order to optimally reach this goal, a continuous observation or monitoring of the processes is needed. For the investigation of the long-term effects of eventual interventions the modeling of hydro-dynamic and transport processes can be one of the best tools. In order to abtain a model which describes natural processes well one needs good quality and sufficient quantities of measured data, so it is important to keep this in mind when planning monitoring activities. In the present article we give an overview of the modeling activities and the surveys of the Vén-Dunabranch of the Danube river.

Bevezetés

Nagy folyóink mentén a mellékágak vízellátása folyamatosan romlik, ami az ártéri erdők állapotromlását, a feliszapolódás pedig vízminőségi problémákat eredményez. Ennek megfelelően a folyószabályozási célok és az azzal szembeni társadalmi elvárások változnak, a folyószabályozás jelenlegi követelményrendszerében a hajózhatóság és az ehhez szükséges mederállapot biztosítása mellett egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek a mellékágak ökológiai állapotának megőrzésére, mely összhangban van a társadalmi szintű igényekkel. Ezek kielégítésének alapvető feltétele a megfelelő vízellátottság és a jó áramlási viszonyok. (Tamás et al. 2014; Burián A. 2016)

A Gemenci Tájegység a Duna-Dráva Nemzeti Park része, mely a maga 180 km²-es kiterjedésével Európa egyik legnagyobb összefüggő ártéri területe.

A térség mellékágai és holtágai közül meghatározó ökológiai és társadalmi jelentőséggel bír az *1. ábrán* látható Vén-Duna mellékág, amely a bajai Türr István híd fölött a jobb parton található (1480,8 fkm–1483,5 fkm) és a Koppány-szigetet öleli körül. Az 1897–1898 között végrehajtott folyószabályozási munkálatok során a koppányi átmetszéssel alakult ki, az új meder fejlődése azonban nem volt kielégítő, ezért annak elősegítése érdekében a régi ágat egy keresztgáttal 1910-ben elzárták. Az elzárás hatására az új ág sikeresen átvette a főág szerepét. (Sziebert J. – Zellei L. 2003) Az ezt követő 80 év alatt a mellékág feltöltődése folyamatos volt. A folyamszabályozás hatására a főmeder folyamatos süllyedésnek indult. A



*1. ábra A Vén-Duna mellékág elhelyezkedése (*Sziebert – Zellei 2003 *alapján)*

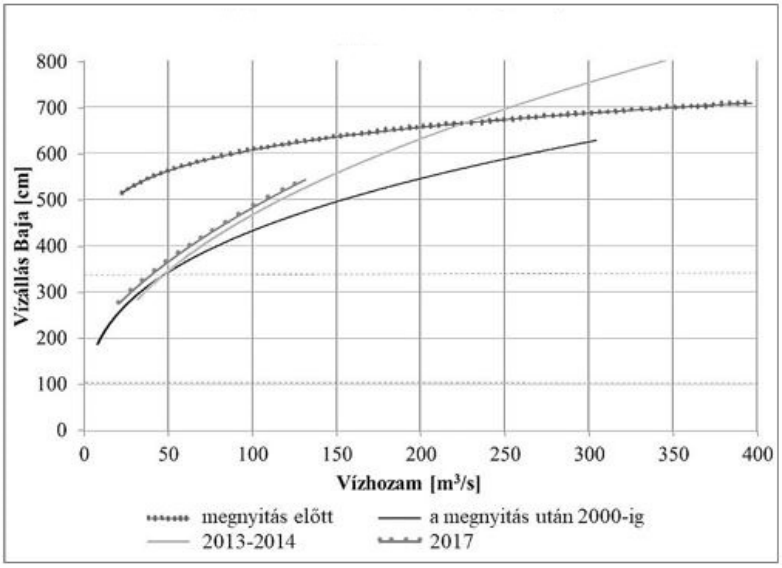
Gemenc területének vízellátottsága romlott, ami az 1980-as évek végére felhívta magára a területen dolgozó szakemberek figyelmét. (Kalocsa B. – Zsuffa I. 1997) Ennek következtében a Vén-Duna kőgátját 1998-ban megnyitották, a feliszapolódott medret megkotorták, ezzel javítva annak vízpótlását. Az így kialakított mederállapot fenntartásához folyamatos monitoring tevékenységen alapuló beavatkozások szükségesek. (Sziebert J. – Zellei L. 2003; Tamás et al. 2011)

A területen a monitoring vizsgálatokat (*1. táblázat*) az Eötvös József Főiskola, majd a jogutód Nemzeti Közszolgálati Egyetem Víztudományi Kar Vízépítési és Vízgazdálkodási Intézete végezte.

A *2. ábra* az eddigi vízhozam mérések eredményeiből született. A Vén-Duna vízhozamgörbéjét megvizsgálva elmondható, hogy a megnyitás után jelentősen javult a vízszállítás, ám ez az évek múlásával romlásnak indult.

1. táblázat A Vén-Dunán 2017-ig végzett monitoring tevékenység

Mérés éve	**Monitoring típusa**			
	Vízhozammérés	**Mederfelvétel**	**Lebegtetett hordalékmérés**	**Mederanyag mintavétel**
1995	+			
1998	+	+		+
1999	+	+	+	+
2000	+	+	+	+
2002	+			
2003	+			
2004	+			
2011		+		
2013	+	+	+	+
2014	+			
2017	+	+	+	



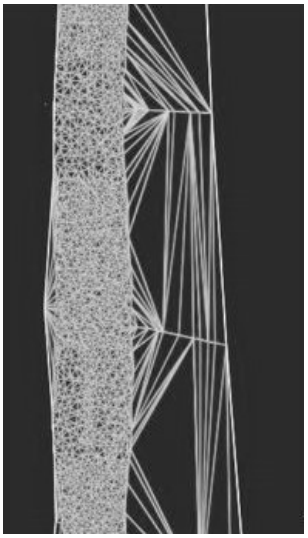
2. ábra A Vén-Duna vízhozamgörbéi

A 2017-ben végzett monitoring tevékenység feldolgozásával lehetőségünk nyílt egy 2 dimenziós hidrodinamikai modell segítségével vizsgálni a jelenlegi állapotokat.

Anyag és módszer

A Nemzeti Közszolgálati Egyetem Víztudományi Kar Vízépítési és Vízgazdálkodási Intézete (továbbiakban VTK) és a Közép-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság (továbbiakban KDV VIZIG) 2017. március 30-án közös mérőgyakorlatot szervezett a Vén-Dunán. A gyakorlat során a KDV VIZIG Dr. Csoma János mérőhajójával, amely többsugaras (multibeam sonar) mederfelmérési technológiával képezte le a medret és a Vízépítési és Vízgazdálkodási Intézet csónakjaival (egysugaras mélységmérő rendszerrel felszerelve) párhuzamosan végeztünk méréseket.

A mérőhajó Magyarországon egyedülálló, EM 3002 D műszerrel van felszerelve, amely egy fejlett, többsugaras visszhangjelző, rendkívül nagy felbontással és dinamikusan fókuszált sugarakkal. A fedélzeti számítógép és perifériái a GPS-ből és az ultrahangos mélységmérőből érkező adatokat gyűjti, tárolja. (www.kongsberg.com) Ebből adódóan előnyös tulajdonsága, hogy pontos képet ad a meder minden pontjáról, azonban az adatok feldolgozása, szűrése egy igen bonyolult, külön szoftvereket igénylő folyamat. További hátrányként említhetjük a hajó fizikai korlátait, a mellékágban tapasztalt sekély vízmélységek miatt nem tudta egészen megközelíteni a vízszélt, ami azonban a VTK csónakjával jobban felmérhetővé vált. Az Intézet felmérő csapata 100 m-enként keresztszelvényeket vett fel egészen a partélekig, ám ennél a technológiánál a keresztszelvények közötti területek csak interpolációval határozhatók meg.



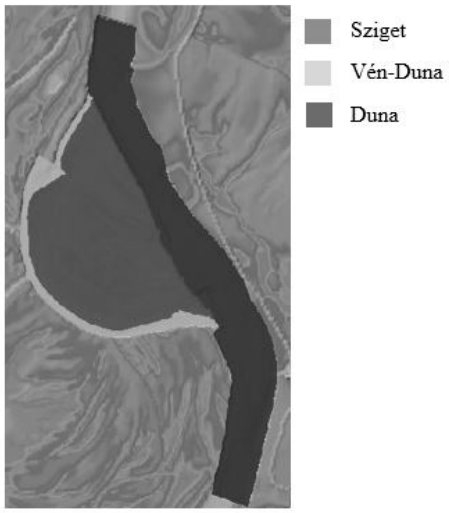
3. ábra Terepmodell építés

A két mérési technológiából származó adatok együttes felhasználásával készült el az Autodesk cég AutoCAD Civil 3D programjának segítségével egy TIN modell.

Ennek elkészítésekor külön figyelmet fordítottunk az egysugaras mélységmérőből származó keresztszelvényben felvett adatok egyenesre vetítésére, hogy ez által segítsük a programot a pontosabb interpolációban. Továbbá a Civil 3D szoftverben lehetőség volt a háromszögelés manuális igazítására, amire szükség is volt, mert automatikusan a legközelebbi pontokat kötötte össze, vagyis a keresztszelvényben felvett pontokat a többsugaras mélységmérő pontjaihoz kötötte. Ezeket a háromszögelési irányokat folyásiránynak megfelelőre állítottuk át (*3. ábra*). A TIN felületről 5x5 m-es rácshálóban pontokat levéve TIF formátumba exportáltuk a terepmodellt.

A hidrodinamikai modellezéshez munkafelületül a HEC-RAS 5.0.3. verzióját választottuk. A programot az amerikai hadsereg (USACE- US Army Corps of Engineers) Mérnök Hidrológiai Központja (HEC- Hydrologic Engineering Center) folyamatosan fejleszti és teszi ingyenesen hozzáférhetővé a honlapján (http://www.hec.usace.army.mil/). A mellékág és a főág közötti Koppány-sziget egy magasságok nélküli terület volt, ha csak az általunk felmért pontokból készült terepet tekintjük. Ez a program működése szempontjából akadályt jelentett, ezért az ArcGIS beépülő moduljának, a HEC-GeoRAS-nak az alkalmazásával ezt a felületet összeégettük egy a Magyarország digitális terepmodelljének a területet lefedő darabjával, így a teljes szakaszra egy összefüggő lefolyási területet illeszthettünk.

A modellezés pontosságát a felszín és a meder érdessége nagymértékben befolyásolja, ezért a Manning-féle mederérdességi tényező megválasztásánál három részre osztottuk a területet (*4. ábra*). A mellékág és a főág mederének borítottsága, vonalvezetése eltérő, vagyis ezek két különálló területet alkotnak az érdességet



4. ábra Érdesség szerint lehatárolt területek

tekintve. A Koppány-szigetet bevonva a lefolyási területbe kaptunk még egy, érdességében a másik kettőnél lényegesen eltérőbb részt. Azzal a céllal, hogy a kalibrálás során ezeknek a területeknek az érdességi tényezője külön-külön állítható legyen, külön rétegenként adtuk őket hozzá 'Land Cover layer'-ként. Ezeknek a külön rétegeknek az előállításához az ArcGIS térinformatikai szoftvercsalád 10.1.-es verzióját használtuk.

A kalibráció folyamata a modell egyes paramétereinek, esetünkben az érdességnek a beállítását jelenti, úgy hogy futtatáskor az a valós, mért adatokat elfogadható pontossággal reprodukálja. A vizsgált modellterület felett legközelebb Domborinál, alatta Bajánál találhatunk vízmércét. A két vízmércén rögzített vízállás-idősorok összehasonlításával megállapítottuk, hogy ezen a szakaszon a vízmércék vízállás adatai összhangban vannak, az árhullámok a két mérce között nem lapulnak el, továbbá a modell felső határa 1484+280-nál található, ez a bajai mércéhez van közelebb, így felső határfeltételként a bajai mércén mért vízhozam adatokat, alsó határfeltételként pedig ugyan ezen mércén rögzített vízállás adatokat használtuk. A modellterület alsó határa nem ért el a vízmércéig, ezért a vízállás adatokat az esés figyelembevételével transzformáltuk.

A kalibrációs futtatások során a három, érdességében különböző terület Manning-tényezőjét addig változtattuk nem permanens futtatási feltételek mellett, amíg a modellben a vízfelszín a valós, megfelelő időpillanatban visszaellenőrzött vízfelszínnel közel megegyező lett. Így a Duna mederre n=0,0345, a Vén-Duna mederre pedig n=0,043 értéket határoztunk meg. Szakirodalom alapján a sziget Manning tényezőjét n=0,06-ra vettük fel, ami megfelel a síkvidéki vízfolyások erdővel borított árterének (Agroszkin et al. 1952). A kalibrálás során a valósághoz képest nagyobb eltérések mutatkoztak a modellnek azon a szakaszán, ahol az alappontokat interpolációval határoztuk meg.

Végrehajtottuk továbbá a modell validálását is, mellyel igazoltuk, hogy más paraméterek mellett is képes a valóságnak megfelelő eredményeket adni.

Ahhoz, hogy a valóságot a lehető legjobban megközelítő hidrodinamikai modellt építsünk, megfelelő mennyiségű és minőségű adatra van szükségünk. Amennyiben ezek nem állnak rendelkezésre, felmérésük költséges, vagy egyéb akadályozó tényezők mutatkoznak, szükséges az adatok előállítása, pótlása.

A Vén-Duna esetében a mederben elhelyezkedő részben megnyitott kőgát felmérését akadályozták a sekély vízmélységek és a szűkületben kialakult veszélyesen nagy sebességek. Itt régebbi mérések eredményeit használtuk, mivel a korábbi mérésekből kiderül, hogy a kőgát geometriája az idők során nem változott számottevő mértékben.

Továbbá nehezítő tényező, hogy ezen a helyen a vízfelszín görbében egy hirtelen esés található, a kőgát feletti leszívás tovább nehezíti a vízfelszín rögzítés pontos elvégzését. Alappontunk csak jóval a kőgát felett és alatt állt rendelkezésre, a vízfelszín esését ezek között interpolációval határoztuk meg úgy, hogy a kőgát szelvényében relatív magasságkülönbséget mértünk. Tehát a kőgát felvize és alvize közötti magasságkülönbséget mértük ki és ezzel megtörtük a vízfelszín esést.

A kőgát után kialakult mélyedés átmérője meghaladja a 110 m-t, maximális mélysége a kőgát küszöbszintjétől számítva 17.5 m. Az ebből a kopolyából kihordott mederanyagot a víz a kopolya után letette, itt a meder két ágra szakadt. A főág erősen feltöltődött, a méréskor bajai vízmércén 333 cm-es vízállásnál nem volt hajózható. Kis merülésű csónakkal jellemző helyeken keresztszelvényt vettünk fel olyan szélességben, ameddig lehetséges volt, majd onnantól a vízszél távolságot meghatároztuk. Ezen a területen nem történt vízfelszín rögzítés, így a vízmélységet a felszíngörbe alapján határoztuk meg. A HEC-RAS-ban keresztszelvény sűrítést hajtottunk végre, segítve a pontosabb interpolációt. Ezzel lehetővé vált a feltöltődött ág modellbe illesztése.

Eredmények

A Vén-Duna mellékág esetében a vízszállítás javítása ökológiai és társadalmi igény. Az elkészült kalibrált és validált modell a jövőben komplex vizsgálatok elvégzését teszi lehetővé.

Vizsgálható, hogy milyen típusú és mértékű medergeometriai átalakítások, hogyan befolyásolják a vízszállítást. A legegyszerűbb elsősorban vizsgálandó lehetőség a feltöltődött területek kotrása és a kőgát nyílásának szélesítése.

A kőgát nyílás további szélesítésének hatása a medermorfológiára ismeretlen, ehhez szükséges a modell hordaléktranszport folyamatokra való bővítése.

További alkalmazási lehetőségek még a hullámtéri elöntések nagyságának detektálása, valamint a modell kibővítése a gemenci mellékágrendszer nagyobb területére.

Nem elhanyagolható szempont továbbá figyelemmel lenni az egyes beavatkozások hatására a hajózóút tekintetében, hiszen a nehezen meghajózható bajai híd felett található Vén-Duna torkolatból származó keresztirányú áramlás hatása még nem teljesen ismert. Amennyiben torkolati átalakításra van szükség a biztonságos hajózhatósághoz, annak hatása lehet a mellékágban kialakuló vízmozgásokra.

A mederfelmérésből készített terepmodellt fizikai kisminta kísérletben a terepmodell arányosításával fogjuk felhasználni pontos medertérkép készítésére. A hidrodinamikai modell a kisminta kísérleti eredmények és numerikus modellezési eredmények összehasonlítását is lehetővé teszi.

Konklúzió

Az eddigi tapasztalatok alapján elmondható, hogy a mellékág vízszállító képességének romlása folyamatos, ezért megfelelő mennyiségű és minőségű monitoring tevékenységet igényel. Érdemes ezt úgy kialakítani, hogy azzal a modellezést, mint vizsgálati eszközt támogassuk, az adathiányt, valamint az alapadatok bizonytalanságát minimálisra csökkentsük.

Köszönetnyilvánítás

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap (ESZA) társfinanszírozásával valósul meg (a támogatási szerződés száma: EFOP-3.6.1-16-2016-00025, projekt címe: A vízgazdálkodási felsőoktatás erősítése az intelligens szakosodás keretében)

Felhasznált irodalom

Agroszkin I. I. – Dmitrijev G. T. – Pikalov F. I. (1952): Hidraulika. Tankönyvkiadó, Budapest.

Burián A. (2016): Dráva menti mellékág revitalizációk a vízgazdálkodás és a természetvédelem szolgálatában. Magyar Hidrológiai Társaság XXXIV. Országos Vándorgyűlés, Debrecen.

Kalocsa B. – Zsuffa I. (1997): A magyar Duna szakaszának vízállásváltozásai. Hidrológiai Közlöny, 4, p. 189.

Sziebert J. – Zellei L. (2003): A Vén-Duna élőhely revitalizációs program II. ütem és monitoringja. Eötvös József Főiskola Műszaki Fakultás, Baja.

Tamás E. A. – Koch D. – Keve G. – Varga A. – Varga Gy. – Vas L. T. (2014): Surveys and modelling of the flow processes in Vén-Duna, the first reopened side-branch of the Danube river, Hungary. BSB Net-Eco International Conference "Environmental aspects and available scientific tools for Black Sea Basin protection" “DELTA and WETLANDS”. Tulcea, România.

Tamás E. A. – Sziebert J. – Varga A. – Zellei L. (2011): A Vén-Duna mellékág élőhely-rekonstrukciós célú részleges megnyitásának hosszú távú morfológiai monitorozása. Magyar Hidrológiai Társaság, XXIX. Országos Vándorgyűlés, Eger.

Internetes források

Internet1 – Kongsberg Maritime AS (2006): EM 3002 Multibeam echo sounder. URL: (https://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/7C8510CFA3CD21ABC1256CF00052DD1C?OpenDocument) [Letöltés időpontja: 2017.11.19.]

Internet2 – US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, HEC-RAS. URL: http://www.hec.usace.army.mil/software/

A tájmetria megbízhatósága a skálaprobléma tükrében

Máté Klaudia

PhD hallgató, Szent István Egyetem Tájtervezési és Területfejlesztési Tanszék,
mate.klaudia@phd.uni-szie.hu

Abstract: A tájmetria a táj összetételét és területi elrendeződését leíró indikátorok alkalmazása. A tájmetriai méréseket GIS segítségével lehet a legkönnyebben elvégezni. A térinformatikai rendszerben történő elemzések alapvető kérdésköre a bemeneti adatok minősége, amely alapjaiban határozhatja meg a tájindikátorok alkalmazhatóságát. A tájökológiai vizsgálatok alap problémaköre, amely a mai napig foglalkoztatja a kutatókat a skálaprobléma, tehát az, hogy a vizsgált területet milyen léptékben és milyen idősávban vizsgálják. A tájökológiában nincs általánosan elfogadott és széles körben alkalmazott ajánlás a skálák megválasztására vonatkozóan. A tanulmányban egy 100 km²-es mintaterület vektoros és különböző felbontású (10, 25, 50, 75, 100 és 500 m) raszteres állományain végeztem tájmetriai indikátorok számítását. Az eredmények alapján elmondható, hogy a felbontás és a rendelkezésre álló adat minősége alapjaiban határozhatja meg a tájmetria megbízhatóságát.

Bevezetés

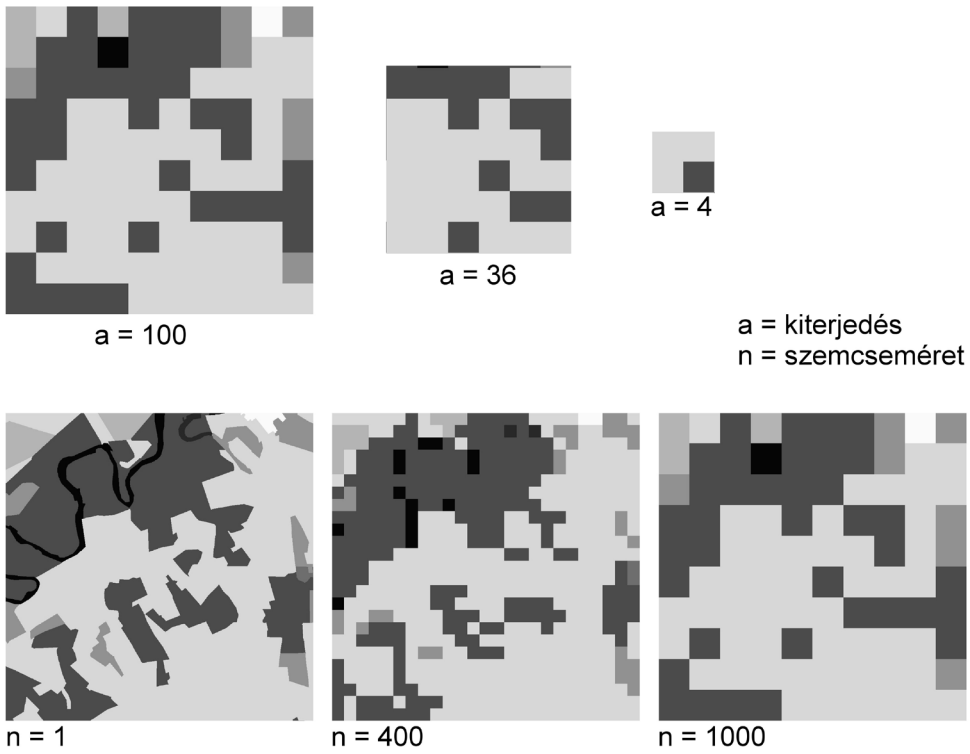
A tájökológia feladata a táj struktúrája és a különböző ökológiai folyamatok közötti összefüggések vizsgálata (Turner M.G. 1989). Az emberi tevékenységek jelentősen befolyásolják a táj mintázatát és ez a biodiverzitásra is hatással van (Moser et al. 2002). A tájhasználat során a természetes mozaikok és az ember által létrehozott foltok alkotta fragmentált táj jön létre, ahol a természetes foltok közötti átjárhatóság nem minden esetben biztosított (Turner M.G. 2001). Nagyobb összefüggő természetes vagy féltermészetes területek ma már nagyon ritkák. Az ennek következtében létrejövő szigetszerűség negatívan befolyásolja az életközösségek fennmaradását. MacArthur R.H. – Wilson E.O. (1967) szigetbiogeográfiai elmélete széles körben ismert, amely kisebb módosításokkal szárazföldi élőhelyszigetekre is alkalmazható. Wilson E.O. – Willis E.O. (1975) felismerték, hogy a szigetbiogeográfia törvényszerűségeinek fontos következményei vannak a védett területek tervezésénél.

A tájmintázatokat négy különböző csoportra lehet bontani, a pontelemek leggyakrabban entitások gyűjteménye, pl. egy terület összes fáját tartalmazó térkép; a vonalas hálózati elemek vonalas tájelemek gyűjteménye, amelyek egymással interakciókba lépnek, pl. vízfolyás melletti galériaerdők; a felületszerű elemek esetében nincsenek konkrét határok, pl. digitális domborzatmodell. A negyedik csoport a tematikus térképek mintázatai, ezek a rendszerszerűen kategóriákba sorolt foltok, pl. felszínborítási térkép. A tájmetria az utóbbi, tematikus mintázatok értékelésével foglalkozik (McGarigal K. 2002). Walz U. (2011) szerint a tájmetria

a táj összetételét és területi elrendeződését leíró indikátorok alkalmazása. A tájmetriai méréseket GIS segítségével lehet a legkönnyebben elvégezni (Lang S. – Blaschke T. 2007). A tájindikátorok igen népszerű és hatékony eszköznek bizonyulnak az előzőekben felsorolt okok által kialakult tájmintázat számszerűsítésére (Gustafson E.J. 1998). A térinformatikai rendszerben történő elemzések alapvető kérdésköre a bemeneti adatok minősége, amely alapjaiban határozhatja meg a tájindikátorok alkalmazhatóságát (Turner et al. 1989). A tájökológiai vizsgálatok alap problémaköre – amely a mai napig foglalkoztatja a kutatókat – a skálaprobléma, tehát az, hogy a vizsgált területet milyen léptékben és milyen idősávban vizsgálják. A tájökológiában nincs általánosan elfogadott és széles körben alkalmazott ajánlás a skálák megválasztására vonatkozóan. A skálák és azok hierarchiája elméleti szinten az 1980-as években kezdett el terjedni. Az adott tájökológiai kérdés megválaszolásához mindig a vizsgált terület mintázatának függvényében kell megválasztani a léptékeket.

Anyag és módszer

A tájökológia tudományterületén a skála kifejezést egy objektum területi vagy időbeli dimenziójának kifejezésére használják, amelyet a szemcsézettség mértékével, tehát a felbontással, valamint kiterjedéssel jellemezhetünk (*1. ábra*). A felbontás a



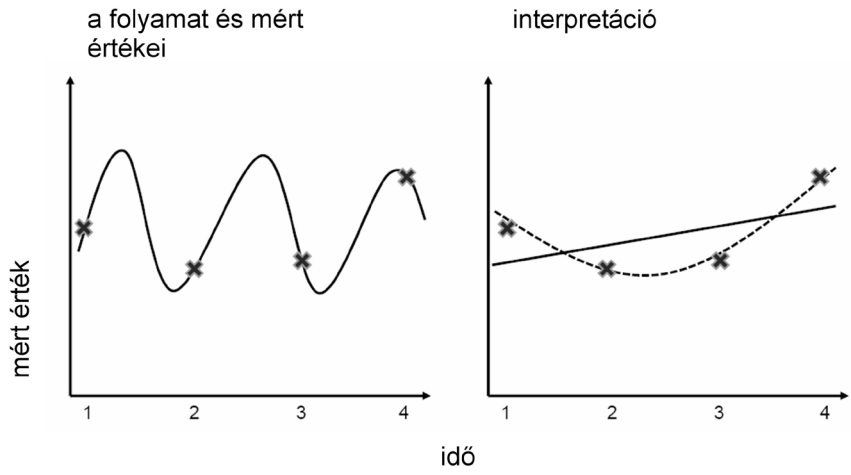
1. ábra A felbontás és a kiterjedés konkrét mintaterületre vonatkoztatva (Saját szerkesztés Turner M. G. 1989 alapján)

legkisebb területi vagy időbeli egysége a rendelkezésre álló adatnak, egy digitális fotó esetében ez maga a pixel, egy raszteres alapadat esetében a raszter, térképek esetében általában ez a legkisebb térképezendő egység, időskálán pedig ez a tulajdonság a mérési intervallumnak felel meg. A kiterjedés a vizsgált terület nagyságát illetve a vizsgált időtartamok hosszát leíró tulajdonság. Általánosságban elmondható, hogy a nagyobb kiterjedés durvább felbontást feltételez (Turner M.G. 1989).

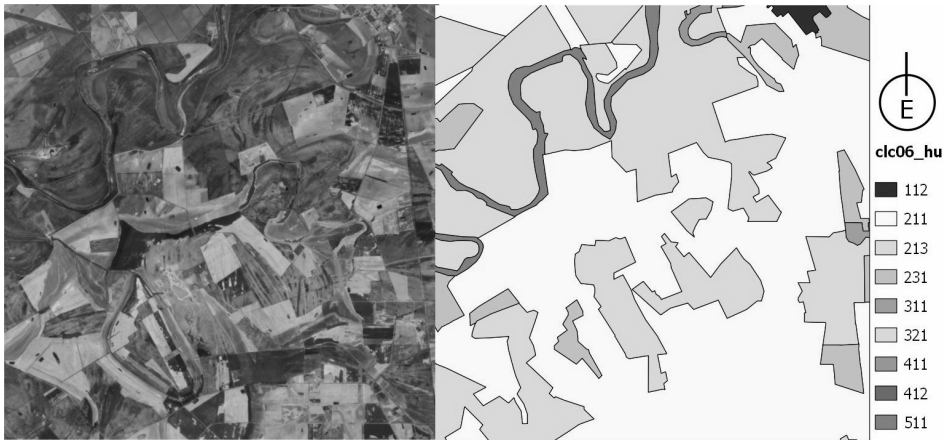
A skálaprobléma azonban nemcsak térbeli vizsgálatok során vetődhet fel, hanem az időbeli skálák megválasztása is igényel némi körültekintést. Nagyon fontos előzetesen felmérni, hogy a mérések között eltelt idő alatt nem történik-e a vizsgált folyamatban olyan szintű változás, amely figyelmen kívül hagyása a folyamat megértését, megismerését megnehezíti. A túl ritkán történő mérések esetében téves trendeket rajzolhatunk fel a folyamatok jellemzésére (*2. ábra*).

A geográfus és a tájökológus szóhasználatban gyakran hasonló fogalmakat alkalmaznak a térbeli kiterjedés megfogalmazására. A skála, a lépték és a méretarány rokon fogalmaknak tekinthetők, értelmezésük azonban eltérhet egymástól a különböző szakterületeken. A nagy méretarányú térképek finomabb skálát takarnak, tehát kisebb kiterjedésű térképről, finom felbontásról és több részletről beszélhetünk ezen térképek esetében. A kis méretarányú térképek viszont durvább skálát, nagyobb kiterjedést és kevesebb felismerhető részletet takarnak.

A skálaprobléma több kérdést is felvet, már a vizsgálatok kezdetén. Az első ilyen jellegű probléma maga a terület lehatárolása. Hol húzzuk meg a vizsgálati terület határát? A kiterjedés kérdéskörénél jól látható volt, hogy jelentősen meghatározhatja a vizsgálati terület jellemzését. Egy másik jelentős probléma a különböző adatok közötti átjárhatóság, illetve azok összeegyeztethetősége. Nem biztos, hogy a kiválasztott skálán minden adathoz hozzáférhetünk. Ehhez kapcsolódik a sztenderdizálás hiánya, mint probléma, ugyanis a különböző adatbázisok adattartalmát nem minden esetben lehetséges egymáshoz igazítani.



2. ábra Az időbeli skála problémái (saját szerkesztés)



3. ábra A mintaterület légifotón és a clc06 felszínborítási réteg alapján (google earth 2016, eea.europa.eu)

A tanulmányban egy alföldi mintaterület tájmetriai vizsgálatát végeztem el különböző területi skálák tekintetében. A mintaterület a Dévaványai–Ecsegi puszták területén helyezkedik el, 100 km²-nyi (10 x 10 km) kiterjedéssel a Körös-Maros Nemzeti Park illetékességi területén belül, az egykori Nagy-Sárrét délnyugati határán (*3. ábra*). A terület fontos jellemzője az Ecsegfalva és Dévaványa térségében megmaradt szikes puszták mozaikja, amelyek a Tisza folyó szabályozását követően (1846-tól), másodlagos szikesedés következtében jöttek létre. Az egykori dús füvű ártéri gyepek a folyószabályozások következtében kiszáradtak, elszikesedtek, majd ezeket a területeket az ott élők mezőgazdasági művelés alá vonták. A gyepek feltörése sem lehetetlenítette el azonban teljesen az eredetileg ott élő fajok fennmaradását, így a Tiszántúlra jellemző másodlagos szikesekben és vadvirágos gyomtársulásokban megőrződtek az egykori pusztagyepek egyes fajai is. A térség jelentős agrártájaink közé tartozik, a védett területek szigetei intenzív művelés alatt álló szántóterületekkel vannak körülvéve (Dövényi Z. 2010).

A választott mintaterületre a Corine Felszínborítási adatbázis 2006-os adatai alapján különböző felbontású raszteres állományokat generáltam, a pixelek oldalhosszúságai a következő értékeket vették fel: 10 m, 25 m, 50 m, 75 m, 100 m és 500 m. Ezeket a raszteres állományokat Fragstats szoftver segítségével elemeztem (McGarigal et al. 2002), amelyben a 8 cell rule mintavételi módszert és 100 méteres szegélyt alkalmazva folt, osztály és táji szintű indikátorok számítását végeztem el. A következő indikátorok kiszámítására került sor: Shape Index (SHAPE), Fractal

1. táblázat Folt szintű alaki mutatók átlagai raszteres és vektoros adatelemzés esetén

grain (m)	Frg						V-LATE
	10	25	50	75	100	500	
SHAPE	2.00118	1.9769	1.91009	1.89339	1.84906	1.20871	1.92877
FRAC	1.09178	1.09003	1.08378	1.08276	1.07846	1.02370	1.26819

Dimension Index (FRAC), Class Area (CA), Total Core Area (TCA), Shannon's Diversity Index (SHDI). A mintaterület vektoros adatállományát az ArcGIS szoftver V-Late kiegészítő programjával elemeztem (Lang S. – Tiede D. 2003). Az osztály szintű elemzés esetén a CA és TCA értékek kiszámítását követően az adatok korrekciójára volt szükség az összehasonlíthatóság érdekében, a Fragstats ugyanis a területeket hektárban számítja, míg a V-LATE ugyanezen értékeket négyzetméterben kalkulálja.

A vizsgált tájrészletben 31 felszínborítási folt különíthető el. A folt szintű mutatók eredményeit a magas elemszám következtében összesítve, azok átlagát megjelenítve mutatom be.

Eredmények

A folt szintű mutatók közül a Shape Index és a Fractal Dimension Index került kiszámításra. Az *1. táblázatban* az egyes foltokhoz tartozó értékek összesítve, átlagaikon keresztül kerültek bemutatásra. A táblázat utolsó oszlopában látható a vektoros elemzés eredménye, amely mértékadónak tekinthető a raszteres állományokat illetően. Jól látható, hogy a Shape Index esetében 25 méteres és 50 méteres felbontás esetében nem mutatnak jelentős eltérést, 10, 75, 100 és 500 méteres felbontás esetén azonban jelentős eltérés mutatható ki az indikátorok értékei között. Fractal Dimension

2. táblázat Osztály szintű mutatók a raszteres és a vektoros adatlemzés esetén

class	indikátor (ha)	Frg						V-LATE
		10	25	50	75	100	500	
112	CA	47.25	47.25	47.75	43.31	47.00	25.00	47.22
	TCA	12.05	13.38	15.25	19.69	14.00	25.00	11.80
211	CA	5189.93	5191.69	5191.75	5164.88	5201.00	5200.00	5190.03
	TCA	4005.34	4066.38	4113.25	4350.38	4137.00	5200.00	3990.46
213	CA	248.58	248.88	248.25	245.25	251.00	225.00	248.63
	TCA	160.86	164.63	167.00	182.81	169.00	225.00	160.36
231	CA	585.08	585.44	584.00	570.94	577.00	600.00	584.96
	TCA	260.14	272.94	285.00	340.88	277.00	600.00	256.79
311	CA	20.99	21.31	21.25	20.81	19.00	25.00	21.00
	TCA	5.91	6.56	7.00	10.13	6.00	25.00	5.79
321	CA	3605.81	3603.25	3607.00	3607.31	3601.00	3675.00	3606.10
	TCA	2481.11	2536.19	2588.25	2835.56	2597.00	3675.00	2466.61
411	CA	35.58	35.31	36.00	34.88	34.00	50.00	35.46
	TCA	0.28	0.63	2.25	6.19	3.00	50.00	0.14
511	CA	266.78	266.88	264.00	262.69	270.00	200.00	266.60
	TCA	14.68	18.00	22.25	54.00	21.00	200.00	13.85

3. táblázat A táji szinten értelmezhető Shannon Diverzitás Index értékei raszteres és vektoros adatelemzés esetén

grain (m)	10	25	50	75	100	500
Frg	1.1211	1.1212	1.1206	1.1158	1.1188	1.0968
V-LATE	1.121					

Index esetében a különböző felbontású raszteres állományok foltjai között jelentős eltérések tapasztalhatók, az egyre nagyobb alaki torzulás következtében.

Az osztály szintű mutatók közül az egyes osztályok összes területét (CA) valamint összes magterületét (TCA) számítottam ki, egységesen, 100 méteres szegéllyel számolva. A *2. táblázatban* látható az elemzés eredménye. Megfigyelhető, hogy a CA értékek esetében a 10, 25 és 50 méteres felbontású raszterállományok elemzése eredményeként nem túl jelentősek az eltérések a vektoros elemzés eredményeihez képest. Az efölötti, durvább skálák értékei azonban már jelentős eltéréseket mutatnak.

Az összes magterület esetében (TCA) a 10 méteres felbontású raszteres elemzés áll a legközelebb a vektoros elemzés eredményéhez, az ennél durvább felbontás már jelentős torzulást okoz az indikátorok által fölvett értékekben. Különösen nagy hibák figyelhetők meg az 500 méteres felbontású raszterek eredményei között.

A táji szintű indikátorok közül a Shannon Diverzitás Indexet vetettem össze raszteres és vektoros elemzésen keresztül (*3. táblázat*). Megfigyelhető, hogy 10, 25 és 50 méteres felbontás esetén az értekek meglehetősen közel állnak egymáshoz, ennél durvább térbeli skála esetén azonban az értékek torzulnak.

Következtetések

A vektoros és raszteres alapadatok elemzése folt, osztály és táji szinten is eltéréseket mutat az indikátorok tekintetében. 10, 25 és esetenként 50 méteres felbontású raszteres alapadat tájmetriai elemzése közeli értékeket eredményezhet a clc06 felszínborítási adatokat tartalmazó vektoros réteg értékeihez. Az ennél durvább (75, 100 és 500 méteres) felbontású rasterek esetében az indikátorok torzulnak.

A tájmetriai indikátorok érzékenységüknél fogva alkalmasak a tájszerkezetben bekövetkezett minimális változások számszerű kimutatására. A bemeneti adatok minősége alapjaiban határozza meg ezeket az értékeket, ezért a tájszerkezetben bekövetkező változások kimutatása ezzel a módszerrel csak abban az esetben lehetséges, ha a bemeneti adatok azonos skálája biztosítható a mérések időpontjában.

Köszönetnyilvánítás

Az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-17-3 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült.

Felhasznált irodalom

Corine Felszínborítási Adatbázis (2006): https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/clc-2006-vector-data-version

Dövényi Z. (2010): Magyarország kistájainak katasztere. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet.

Gustafson, E. J. (1998): Quantifying landscape spatial pattern: what is the state of the art? Ecosystems, 1, pp. 143–156.

Lang, S. – Tiede, D. (2003): vLATE Extension für ArcGIS – vektorbasiertes Tool zur quantitativen Landschaftsstrukturanalyse, ESRI Anwenderkonferenz, Innsbruck. CDROM.

Lang, S. – Blaschke, T. (2007): Landschaftsanalyse mit GIS. Universität Salzburg.

MacArthur, R. H. – Wilson, E. O. (1967): The Theory of Island Biogeography. Princeton University Press.

McGarigal, K. (2002): Landscape pattern metrics, pp. 1135–1142.

McGarigal, K. – Cushman, S. A. – Neel, M. C. – Ene, E. (2002): FRAGSTATS v3: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Available at the following web site: http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html

Moser, D. – Zechmeister, H.G. – Plutzar, C. – Sauberer, N. – Wrbka, T. – Grabherr, G. (2002): Landscape patch shape complexity as an effective measure for plant species richness in rural landscapes. Landscape Ecol. 17, pp. 657–669.

Turner, M.G. (1989): Landscape ecology: the effect of pattern on process. Ann. Rev. Ecol. Syst. 20, pp. 171–197.

Turner, M.G. – O'Neill, R.V. – Gardner, R.H.– Milne, B.T. (1989): Effects of changing spatial scale ont he analysis of landscape pattern. Landscape Ecology, 3, pp. 153–162.

Turner, M.G. – Gardner, R.H. – O'Neill, R.V. (2001): Landscape ecology in theory and practice: pattern and process. Springer-Verlag, New York.

Walz, U. (2011): Landscape Structure. Landscape Metrics and Biodiversity, 5, pp. 3–35.

Wilson, E.O. – Willis, E.O. (1975): Applied biogeography. In M. L. Cody and J. M. Diamond (eds.) Ecology and evolution of communities. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, USA, pp. 522−534.

A talaj szerepe a tájrégészetben – kis reliefű területek roncsolásmentes vizsgálata UAV eszköz segítségével

Mészáros János[1] – Bíró Csaba[2] – Pánya István[3] – Eke István[4] – P. Barna Judit[5]

[1] tudományos munkatárs, Talajtani és Agrokémiai Intézet, Talajtérképezési és Környezetinformatikai Osztály, meszaros.janos@rissac.hu
[2] természetvédelmi őrkerület vezető, Kiskunsági Nemzeti Park, birocs@knp.hu
[3] térinformatikus, Kecskeméti Katona József Múzeum, panyaistvan@gmail.com
[4] régész-muzeológus, Göcseji Múzeum, eke.istvan@zmmi.hu
[5] régész-muzeológus, Balatoni Múzeum, judit.pbarna@balatonimuzeum.hu

Abstract: Soil can conserve man made changes and objects even if they've happened or been built several thousands or hundreds years ago. In this paper we represent two use cases where a small unmanned aerial vehicle was used to survey archaeological sites to generate high resolution digital elevation models for further analysis. At first, we discuss a Neolithic circular enclosure (or round barrow) with triple trench system found in Zala county, its surveying and produced data. Secondly, description of man made phenomenons discovered on the meadows of the Danube-Tisza interfluve sand ridge area is also represented. Most of them are combinations of unknown age dykes and ramparts and it seems that these objects were made in the medieval times to delimit meadows. Aerial survey of the area produced a valuable dataset to recognize objects and map them.

Bevezetés

A talaj a földkéreg legfelső rétege, így az emberi beavatkozás – történjen az akár a közelmúltban vagy régebbi korokban – is ebben a közegben fejti ki hatását (Stefanovits 1981). Ezek a változások szintén emberi vagy természetes folyamatok következtében részlegesen eltűnhetnek, esetleg módosulhatnak, azonban nyomaik a mai napig felfedezhetők a tájban. Méretükben és kiterjedésükben igen változatosak lehetnek: nagyobb földvárak, gátak, mint makroformák és a csak néhány tíz cm-es magasságkülönbségben észrevehető mikroformák, pl. sírhelyek, kisebb töltésutak (Szabó M. 2016).

Utóbbiak kimutatása a hagyományos topográfiai módszerekkel csak korlátozottan lehetséges, ezért az utóbbi időben egyre gyakoribb az ilyen típusú objektumok UAV (Unmanned Aerial Vehicle – személyzet nélküli légijármű) eszközzel történő vizsgálata, ami a legtöbb esetben valamilyen passzív képalkotó szenzor segítségével rögzített képeket, és azok fotogrammetriai feldolgozását jelenti (Mészáros et al. 2017). Jelen írásunkban két területen végzett felméréseinket, a belőlük nyert adatokat és végső soron a módszerrel kapcsolatos tapasztalatainkat közöljük.

Esettanulmányok

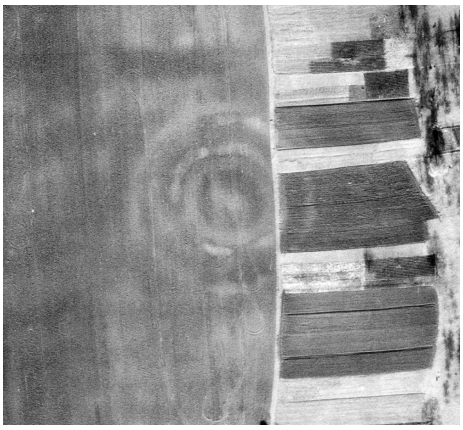
Ligetfalva, Gesztenyési-dűlő neolitikus körárok

Ligetfalva település Gesztenyési-dűlő részletében fekvő nagyméretű, körkörös formájú objektum képe rajzolódott ki a Google Earth felvételén. 1983-as archív légifelvételen ellenőrizve a területet (*1. ábra*), szintén kivehető a többszörös, gyűrűs elrendezésű forma. A műholdfelvételen felismert elszíneződés egy közel észak-déli irányban elnyúló környezetéből kimagasló dombhát déli lejtőjén, annak kb. 230 m magasságú részén húzódik.

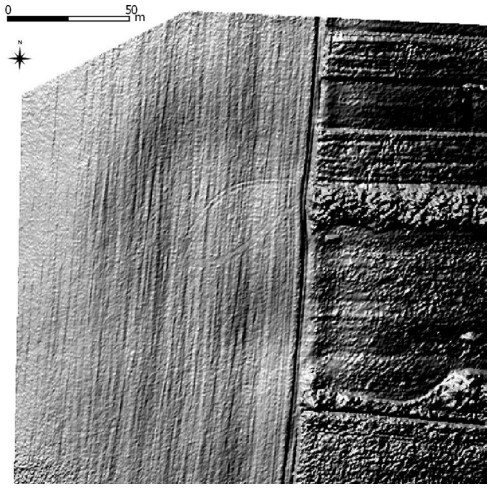
Mivel az érintett terület korábban nem volt nyilvántartott régészeti lelőhely, a kutatás első lépéseként régészeti terepbejárást végeztek a göcseji és keszthelyi Balatoni Múzeum munkatársai. Ezek során a felszínen minimális mennyiségű régészeti leletanyag gyűjtése volt lehetséges, azonban a késő neolitikus, lengyeli kultúrába sorolható kerámia és kőeszköz leletek így is megerősítették a feltevést, miszerint az észlelt jelenség egy késő neolitikus körárok.

Az egykori körárok és a sáncok nyoma a felszínen még ma is érzékelhető szabad szemmel is, kiterjedése (a körárok és a hozzá tartozó település) a felszíni leletek és a terepviszonyok alapján kb. 500×300 m nagyságúra becsült. A lengyeli kultúra körárkának pontosabb megismerése és részletes domborzatmodell felmérése végett UAV-os légi fényképezést végeztünk. A feltételezett lelőhely méreténél kicsivel nagyobbat, nagyjából 2,5 ha-os területet jelöltünk ki az UAV számára, így a körárok széle mentén is megbízható adatot kaptunk a feldolgozás során. A légifényképezést kétféle magasságból hajtottuk végre, egyet a finom részletek rögzítése érdekében 30 m relatív magasságból, míg egy másodikat magasabbról, 80 m-ről.

Mivel a felmérésre aratás utáni időszakban, augusztusban került sor, nem számítottunk növényzeti jel („cropmark") megjelenésére, azonban az ortofotó mozaikon még így is kivehető, még ha csekély mértékben is, a körárok helyzete a szántóföldön betakarított repce árvakelésében. Ennél fontosabb adatnak gondoltuk a

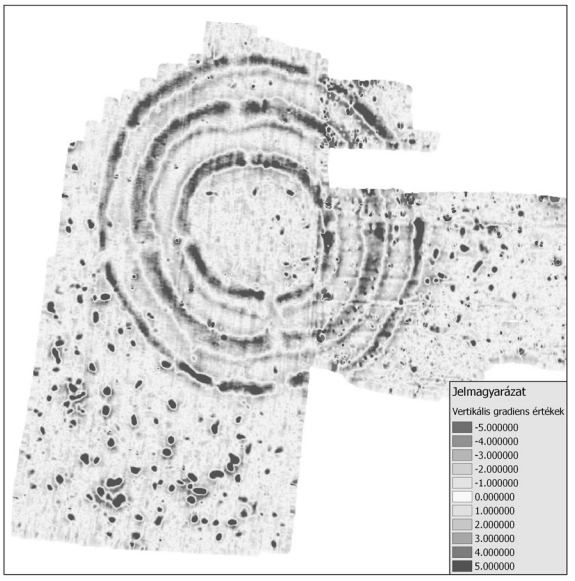


1. ábra Késő neolitikus körárok rendszer megjelenése 1983-as archív légifelvétel részletén (forrás: www.fentrol.hu)



2. ábra Ligetfalva neolitikus körárok képe felszínmodellen (magassági torzítás ötszörös)

felvételek feldolgozásával előállítható felszínmodellt (*2. ábra*), melyen a sáncok és árkok helyzetére próbáltunk következtetni. Az eredmények részben megerősítették, részben cáfolták feltételezéseinket: a körárkok együttesét jelentő mélyedés kivehető bizonyos feltételek mellett pl. egyszerű domborzatárnyékolás alkalmazása esetén is. Azonban a hármas tagolású, komplex sánc-árok rendszer a felszínen már nem jelenik meg, évezredek természetes és emberi beavatkozásai „elsimították" a különbségeket. Bár értékes adalék az újonnan felfedezett lelőhelyről, azonban ebben az esetben pontosabb képet adhat növényzeti jel vagy más, szintén roncsolásmentes technika (pl. magnetométeres felmérés) a körárok részleteinek feltárásához.



3. ábra Körárok rendszer képe magnetométeres felmérésen

Utóbbit sikerült Stibrányi Máté, Nagy László és Pethe Mihály segítségével kivitelezni 2017 szeptember végén (*3. ábra*). A geofizikai felmérés eredményén jól kivehető a körárok pontosabb mérete, alaprajza, tájolási sajátosságait sikerült pontosabban is megismerni (P. Barna et al. 2017).

Páhi középkori sáncrendszer

Az elmúlt években távérzékeléssel és térinformatikai kutatással kiterjedt, egyértelműen emberkéz alkotta árok és sáncrendszert sikerült feltérképezni Bács-Kiskun megye homokhátsági területein, a Kiskunsági Nemzeti Parkhoz tartozó védett réteken. Ezek közül a jelenségekben leggazdagabb tájegységek Kunpeszéren, Kerekegyházán, Ágasegyháza és Orgovány térségében, valamint Izsák és Páhi között, a Kolon-tó keleti oldalán találhatók. Vizsgálatuk jelenleg is folyamatban van, azonban a rendelkezésre álló adatok alapján úgy tűnik, hogy Árpád-kori és/vagy középkori rétgazdálkodás nyomairól, illetve bizonyos esetekben töltésutakról lehet szó.

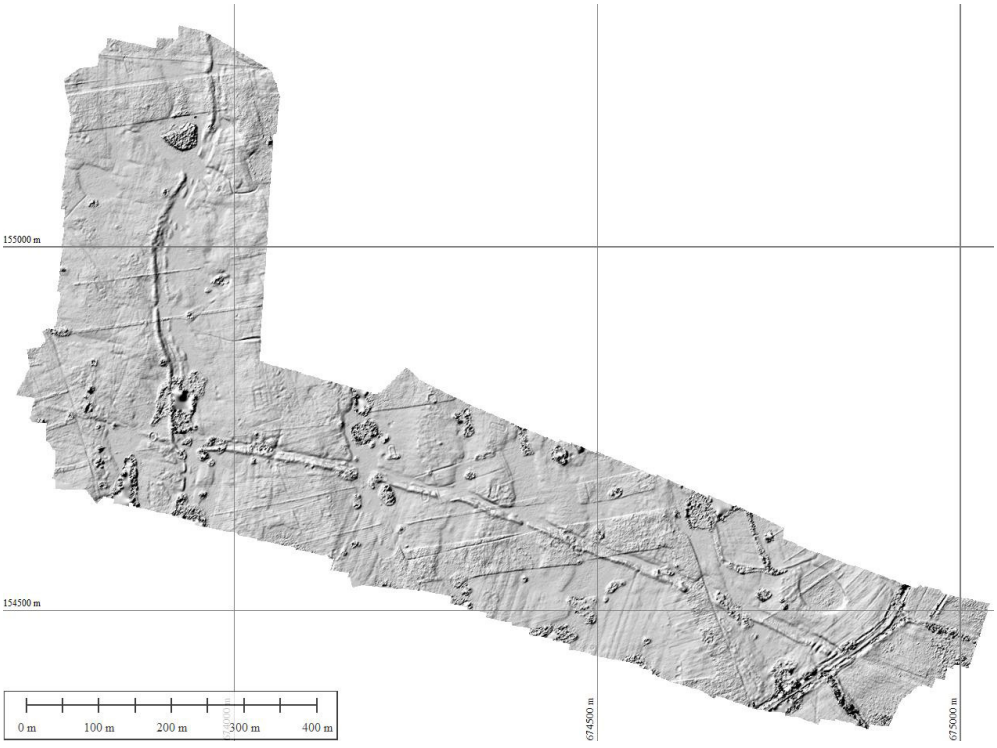
A feudalizmusban a föld volt a legnagyobb érték: közösségi szinten nagy figyelmet fordítottak a települések és az azokon belüli birtokok határainak fenntartására és védelmére. Ennek egyik módja volt, hogy minden év tavaszán körbejárták a mezsgyéket és a szükséges határjeleket megjavították (Takács L. 1978). Ugyanakkor országszerte gyakoriak voltak a határvillongások, törvénytelen földfoglalások, melyek emlékeivel gyakran találkozhatunk a 13–16. századi oklevelekben. A határviták, határjárások leírásaiból többféle határjeltípust ismerhetünk meg. Az egyszerűbbek élő fák, nádcsomók, karók, vagy oszlopok, a maradandóbbak pedig földből készült (esetenként határkővel megjelölt) halmok, illetve sáncok és árkok voltak (Takács L. 1987). Úgy véljük, hogy jelen esetben utóbbiakkal, a nedves területeken, főként a rétbirtokok elhatárolására használt, a néprajzban „rétsánc" néven ismert határformákkal lehet dolgunk (Paládi-Kovács A. 2001).

Páhi középkori elődje Páh település volt, mely Fejér vármegye solti székének peremén feküdt, a Halas széki kun szállások (Bócsa, Orgovány, Kaskantyú) szomszédságában. Középkori közigazgatási területét történeti térképek alapján sikerült körvonalazni az elmúlt években (Pánya I: 2017). Határának legnagyobb részét a Kolon mocsárvilága, valamint az ezekhez kapcsolódó mocsár- és sztyepprétek foglalták el. Ebből következik, hogy a rétgazdálkodás jelentős szerepet játszhatott a középkori falu életében. Páh a török térfoglalás elején, 1529 körül néptelenedett el, s területére évszázadokig tartó pusztai szendergés várt (Pánya I. – Rosta Sz. 2015). Határát Kecskemét lakói vették birtokukba, s lényegében legnagyobb részét kaszálták és legeltették (Káldy-Nagy 1985). Valószínű, hogy a középkori rétsáncok a török kori pusztai gazdálkodásban már nem játszottak különösebb szerepet, hiszen hiányzott az egykori birtokos és fenntartói réteg. Jelentőségüket elvesztették és pusztulásnak indultak. Felszínüket az időjárás simította el, illetve a legelő marhák tiporták évről-évre.

Néhány sáncszakasz mégis viszonylag jó állapotban fennmaradt az újkorig. A Páhi puszta és Izsák közötti, a Kolon peremén É–D-i irányban haladó sáncot („vestigium antiqui aggeris” ~ régi földmunka nyomai) a kéziratos térképek szerint útként használták (Magyar Nemzeti Levéltár BKML Páhi 002, 1787.). Ebbe csatlakozott egy keletről érkező sánc („fossatum antiquum” ~ régi töltés/gát), mely szintén dűlőútként szolgált a 18–19. században. Terepi kutatásaink e K–Ny-i sánc egy részére, valamint az ehhez kapcsolódó É–D-i sánc rövid szakaszára terjed ki.

A terület az év két időszakában kutatható: tavasszal a hóolvadás után, a növényzet gyors és nagyfokú burjánzása előtt, illetve az őszi kaszálások után. E két időszak teljesen eltérő képet mutat, s éppen ezért eltérő minőségű adatfelvételezésre alkalmas. Tavasszal a tájat rendszeresen, változó magasságban elönti a talajvíz, ami elrejti előlünk a mélyedéseket, így a domborzatmodellt bizonyos mértékű hiba terheli. Az éledező, üde, helyszínenként különböző színvilágú és fajta-összetételű növényzet azonban jól kirajzolja a mesterséges felszínformákat. Ősszel a lekaszált, száraz, kiégett füves terület a levegőből fényképezve egységesebb megjelenésű, kevéssé tűnnek fel a tájat tagoló jelenségek. A fényképekből levezetett domborzati modell azonban kevésbé zajos, a töltések és árkok kisebb-nagyobb mélyedései jobban kirajzolódnak.

2018. március végén, a korábban említett belvizes időszak ellenére, a terület egy részét lefedő UAV-os felmérést hajtottunk végre, kezdetben a töltésút K–Ny-i



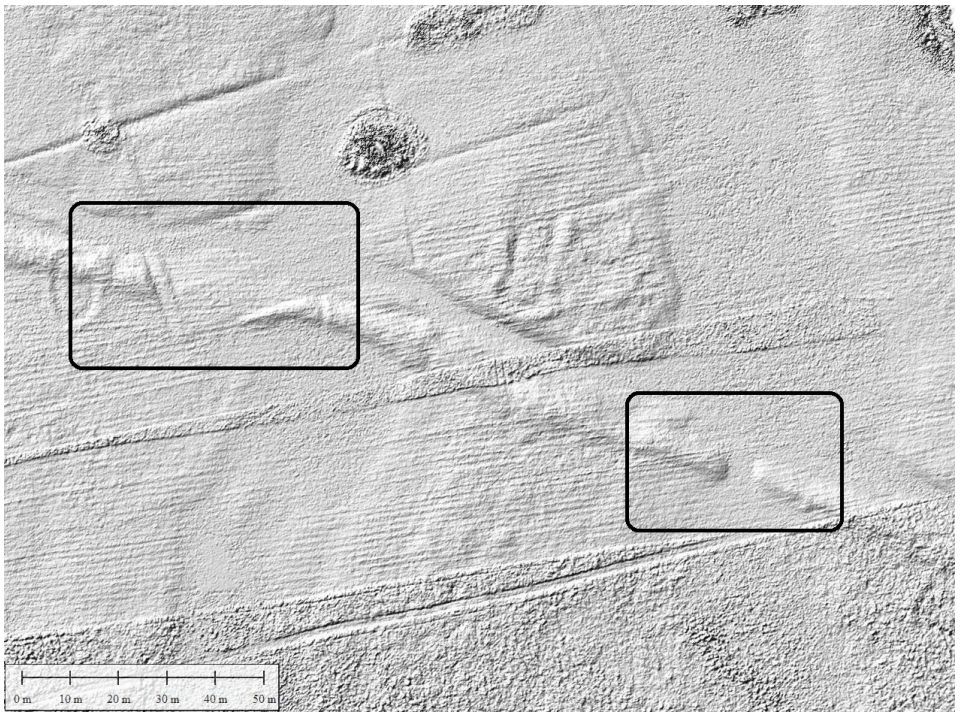
4. ábra Páhi melletti történeti úthálózat és környezete domborzatmodellen

irányú részére koncentrálva. A korábbi kutatások és terepi bejárások alapján a sánc nyomvonalát követve egy nagyjából 250–300 m széles és 1500 m hosszú „folyosót" jelöltünk ki, ami elég nagy az sánc környezetének vizsgálatához, illetve a légi felmérés szélein, torzultan vagy hibásan megjelenő részek kizárására is.

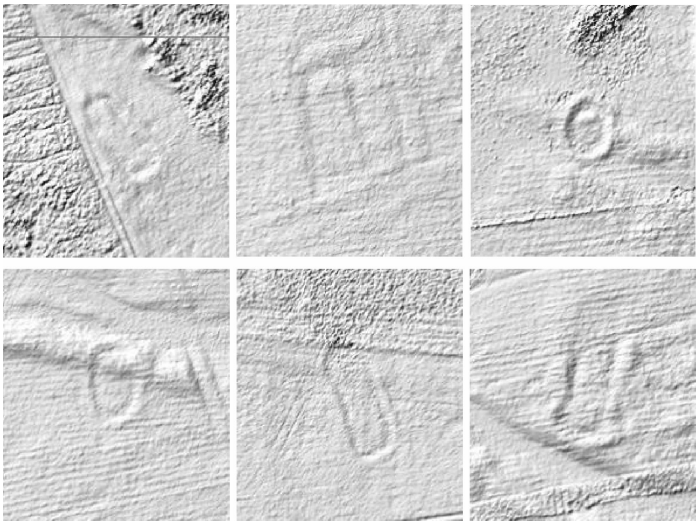
A feldolgozás során kapott ~3 cm/pixel felbontású domborzatmodellre (*4. ábra*) támaszkodva képet alkothattunk a különböző korok által létrehozott jelenségekről.

A töltések szélessége átlagosan 5–8 m között változik, magasságuk a kevésbé markánsan megjelenő részeken mindössze 10–20 cm-rel haladja meg a környező részeket, a jobban kiemelkedő szakaszokon viszont elérheti az 50 cm-t is. A vizsgált szakaszon az sánctól északra, illetve keletre párhuzamosan fut az árok, ami valószínűsíthetően a töltéshez használt talaj kitermelésével képződött. Jellemzően az árok szélessége nagyobb, eléri néhol a 15 m-es szélességet is, átlagosan 8–10 m. Mélységük, az évszázadok miatti betemetődés miatt, a környezetükhöz képest átlagosan mindössze 10–20 cm. A későbbi korok tájformáló hatása is megjelenik a töltést vizsgálva, több helyen is észrevehetők a modern vízrendezés hatásai: több helyen is elszántották a földmű egy részét vagy kézi erővel kisebb átereszeket nyitottak rajta (*5. ábra*).

A térbeli felbontás és a lefedett terület mérete lehetővé tette további objektumok (itatóhelyek, karámok nyomai – 6. ábra) azonosítását is, ami nem várt hozadéka volt a felmérésnek. Némelyek szerepe és kora még bizonytalan, további terepi ellenőrzést igényelnek.



5. ábra Későbbi vízrendezés nyomai a töltésút nyomvonalán



6. ábra Másodlagos objektumok (itató, karám) nyomai

Összegzés

A fenti két esettanulmányon keresztül bemutattuk UAV eszköz alkalmazási lehetőségeit a tájrégészet területén. Mindkét esetben fő célunk a módszer alkalmazásának lehetősége volt, illetve az abból származó adatokon keresztül az objektumok további régészeti vizsgálata. Mint az első példából is kiderült, ez a módszer sem „mindenható", megvannak a korlátai: időben távol lévő tájformáló folyamatok felszínen kifejtett hatása csökkenhet – az eltemetett jelenségek fotogrammetriai módszerekkel nem vagy csak korlátozottan vizsgálhatók. Mindazonáltal más körülmények esetén tökéletesen alkalmasak akár további, nem várt eredmények kimutatására is – a Páhi környékének kutatásához fontos adalékkal szolgálhatnak a domborzatmodellből kinyert adatok, a bemutatott módszerrel vizsgálandó terület bővítése indokolt.

Felhasznált irodalom

Káldy-Nagy Gy. (1985): A budai szandzsák 1546-1590. évi összeírása, Budapest p. 472.

Mészáros J. – Pánya I. – Petkes Zs. – Szücsi F. (2017): Térinformatika és fotogrammetria alkalmazási lehetőségei a régészetben. In: Balázs B. (szerk.) Az elmélet és gyakorlat találkozása a térinformatikában VIII. – Theory meets practice in GIS, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, pp. 223–230.

P. Barna J. – Eke I. – Tokai Z. – Stibrányi M. – Mészáros J. – Pásztor E. – T. Biró K. (2017): Észrevételek a neolitikus körárkok kutatásának módszereihez: a roncsolásmentes vizsgálatok lehetőségei és korlátai Ligetfalva-Gesztenyési-dűlő lelőhely kutatásának tükrében. In: Zatykó Cs. – Szilágyi M. – Szabó M. (szerk.) Történeti táj – tájrégészet: eredmények és perspektívák a magyarországi tájrégészeti kutatásban, MTA BTK Régészet Intézet, Budapest, p. 58

Paládi-Kovács A. (2001): Rétgazdálkodás. In: Paládi-Kovács A. (szerk.) Magyar néprajz II., Budapest, pp. 240–292.

Pánya I. (2017): A solti szék történeti földrajza. In: Kókai S. (szerk) Történeti földrajzi közlemények, Nyíregyháza, 5(3–4), p. 90.

Pánya I. – Rosta Sz. (2015) A Dunapataj és Solt közötti terület késő-középkori településhálózatának változása. In: Balogh Cs. – Petkes Zs. – Sudár B. – Zsidai Zs. (szerk): ...in nostra lingua Hringe nominant: tanulmányok Szentpéteri József 60. születésnapja tiszteletére, Budapest, pp. 243–268.

Stefanovits P. (1981): Talajtan. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

Szabó M. (2016): Régészet madártávlatból. Archaeolingua, Budapest.

Takács L. (1978): Törökkori határjárás. In: Degré Alajos (szerk.): Közlemények Zala megye közgyűjteményeinek kutatásaiból – Zalai Gyűjtemény, Zalaegerszeg, 8, pp. 95–98.

Takács L. (1987): Határjelek, határjárás a feudális kor végén Magyarországon. Budapest p. 21.

Az egyetemi hallgatók térformáló szerepe Szegeden – különös tekintettel az ingatlanpiacra és a szabadidő eltöltésre

Miklós Bence[1] – Nagy Gyula[2] – Karl Máté János[3]

[1] MSc hallgató, SZTE TTIK Gazdaság- és Társadalomföldrajz Tanszék, mklsbence@gmail.com
[2] egyetemi tanársegéd, SZTE TTIK Gazdaság- és Társadalomföldrajz Tanszék, geo.nagy.gyula@gmail.com
[3] BSc hallgató, SZTE TTIK Gazdaság- és Társadalomföldrajz Tanszék, karl.mate07@gmail.com

Számos szakirodalom a XXI. század társadalmát tudástársadalomnak tekinti. A rendszerváltás évtizedében Magyarországon bővült a felsőoktatás, amelynek köszönhetően 1990 és 2005 között a magyar felsőoktatás hallgatói létszáma több mint 400 százalékkal növekedett. Emellett 2004-től az Európai Unió tagjaként lehetőség nyílik a magyar hallgatóknak az ERASMUS program keretében külföldre utazni, és a külföldi hallgatóknak hazánkban részképzést elvégezni. Ez az egyetemvárosokban a diákok számának ugrásszerű megemelkedését eredményezte, térformáló szerepüket jelentősen felerősítve. A kutatás célja, hogy két szemszögből, egyrészt az ingatlanpiac, másrészt pedig a szabadidő eltöltés oldaláról megvizsgálja az egyetemi hallgatók térhasználati jellemzőit Szegeden.

Ehhez az online elérhető ingatlan adatbázisok elemzését végeztük el statisztikai módszerekkel, illetve közel 70 hallgatóval személyes megkereséssel online felületen kérdőívet töltettünk ki. Az adatokat 10 mélyinterjú illetve mentális térkép eredményeivel egészítettük ki. Az eredményeket térképi formában QGIS segítségével ábrázoltuk, ahol hőtérkép-elemzés segítségével a földrajzi közelséget figyelembe véve meghatároztuk a lakóhelyi koncentrációt, a magyar illetve külföldi hallgatók lakóhelyének térbeli klasztereit, árszínvonalukat. Továbbá az elérhető egyetemistákra fókuszáló szolgáltatásokat is feltérképeztük és tematikus térképen rögzítettük.

Összességében a diákok albérleti koncentrációja térben kirajzolódik, a külföldi és magyar hallgatók között markáns különbségek állapíthatók meg. Térhasználatuk a szórakozás tekintetében hasonló, hiszen ugyanazon infrastruktúrát veszik igénybe.

Térerő lefedettség vizsgálata térinformatikai módszerekkel egy nógrádi mintaterületen

Miklós Viktor[1] – Tóth Csaba Albert[2]

[1] egyetemi hallgató, Debreceni Egyetem, Geográfus MSc, miklos.viktor.bsc@gmail.com
[2] egyetemi adjunktus, Debreceni Egyetem, Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, toth.csaba@science.unideb.hu

Abstract: We determined two Hungarian' mobile operators signal strengths in Karancsberény with a mobile application. These values were analyzed from the distance from the base station, the terrain and the countryside location. In the interiors, we used IDW and Kriging interpolation, and the SRTM model was used for the terrain test. Finally, we compared our results with the public data.

Bevezetés

A kommunikáció egyik alapköve a civilizációknak, ezen belül pedig kiemelt jelentőséggel bír az információk minél gyorsabb továbbítása. Erre az egyik legalkalmasabb eszköz a mobiltelefon, mellyel napjainkban már szinte mindenkit el lehet érni pár perc alatt, azonban ehhez elengedhetetlen a megfelelő hálózati lefedettség.

Munkánk során Magyarország három nagy mobilszolgáltatója közül kettő hálózatát vizsgáljuk, melyeket 1. és 2. szolgáltatóként említünk a továbbiakban. Célunk, hogy terepi méréseinkből kiindulva a település belterületének mobilhálózati viszonyairól interpolációval minél pontosabb kategorikus lefedettségi térképet készítsünk. Ezentúl összehasonlítjuk a két szolgáltató hálózati jelerősségét, valamint a domborzat vizsgálatával, annak jelerősség módosító hatását is feltárjuk. Végül pedig összevetjük eredményeinket a szolgáltatók által közzétett lefedettségi térképekkel.

Anyag és módszer

Kiválasztott mintaterületünk Karancsberény községe, mely Nógrád megyében, Salgótarjántól 14 km-re északra található. A terepi méréseket 22 km²-nyi területen végeztük el, melyből az interpolációt 2.47 km²-re készítettük el. Az alaptérképhez használt vektoros állományokat jórészt az OpenStreetMap adatbázisából töltöttük le, a domborzat bemutatásához 1 szögmásodperces felbontású SRTM modellt használtunk, míg a szolgáltatók térképeit azok honlapjáról töltöttük le.

A terepi méréseket egy kézi GPS-el és két mobiltelefonnal végeztük. A jelerősséget egy, a GooglePlay áruházból letöltött applikációval állapítottuk meg (pontosságát ellenőriztük egy másik applikációval). Összesen 268 ponton határoztuk

meg jelerősség értékét. A belterületi adatokat kétféle módszerrel interpoláltuk. Elsőként a távolsággal fordítottan arányos súlyozással (IDW), melynek lényege, hogy egy pont minél messzebb van a vizsgált helytől, annál kevésbé számít az értéke. Majd a krigeléssel is elvégeztük az interpolációt, amely az adatok statisztikai eloszlását is figyelembe veszi (Telbisz et al. 2013; Steiner F. 1990). Pontosságukat kereszt-validációval ellenőriztük. Az interpolációk és a térképek elkészítéséhez az ArcGIS 10.2.2 szoftvert használtuk.

Az SRTM modellből egy-egy hossz- és keresztszelvényt készítettünk, melyek metszéspontja a település közepén elhelyezkedő legmagasabb pont, a templomtorony, amely egyúttal a bázisállomás központja is. Ennek adataiból készítettük el a ráláthatósági vizsgálatot, amelyet összevetettünk a méréseinkkel. Mindkét esetben a Global Mapper 17. 0 szoftverrel dolgoztunk.

A mért értékeket összesen 6 kategóriába soroltuk (*1. táblázat*), a mértékegység negatív decibel milliwatt (–dbm), amely az 1 milliwatt teljesítményhez viszonyított teljesítmény mértékét fejezi ki. Az alkalmazás 121 és 51 közötti értéket képes mérni, azonban a legkisebb mért adat 109 volt, így a „nincs térerő" a 121-es, a „szlovák hálózat" kategóriát pedig a 122-es értékkel jelöltük (*1. táblázat, 5.* és *6. ábra*).

Eredmények

Az interpolációs térképek alapján elmondható, hogy a belterületen teljes a lefedettség, azonban markáns különbségek mutatkoznak az 1. (*1. ábra*) a 2. szolgáltató (*2. ábra*) értékei között. Az első esetben Kiváló kategória csak néhány kisebb foltban tapasztalható a bázisállomás közelében. A terület javarészt a megfelelő kategóriába esik. Utóbbinál Gyenge kategóriába eső értéket nem mértünk a belterületen, s a terület csaknem egésze a Jó és a Kiváló osztályba esik. A két interpolációs módszer igen hasonló eredményt hozott. A krigelés egy fokkal jobbnak ítélhető, mivel az IDW-re jellemző „bikaszemek" itt kevésbé érvényesülnek. A fentieket a *2. táblázatban* látható átlagos abszolút hibák értékei is alátámasztják, eszerint minden esetben valamivel több, mint 5 –dbm értéket tévednek átlagosan az interpolációk (többet-kevesebbet is becsülhet).

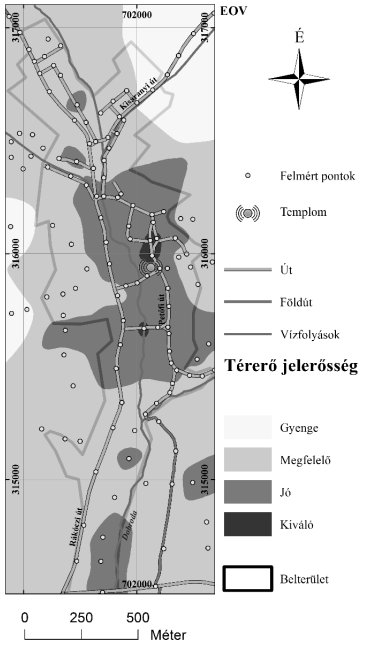
Általánosságban három alapvető jellemző emelhető ki, melyek az SRTM modell, a kereszt-, illetve hosszszelvények (*3–4. ábra*) tanulmányozása után

1. táblázat: A létrehozott kategóriák (saját felosztás)

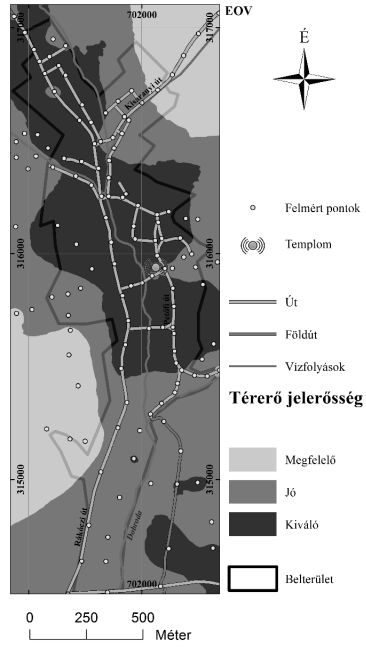
Kategória	Érték (–dbm)
Kiváló	51 – 60
Jó	60.1 – 75
Megfelelő	75.1 – 95
Gyenge	95.1 – 109
Nincs térerő	121
Szlovák hálózat	122

2. táblázat: A kereszt-validációk eredményei

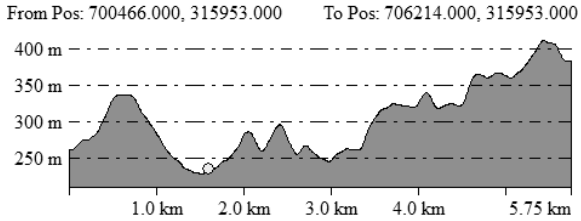
Átlagos abszolút hiba	IDW	Kriging
1. szolgáltató	5.032	5.012
2. szolgáltató	5. 257	5.197



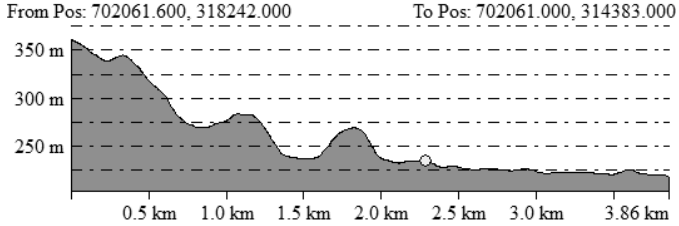
1. ábra A Kriging interpoláció eredménye – 1. szolgáltató



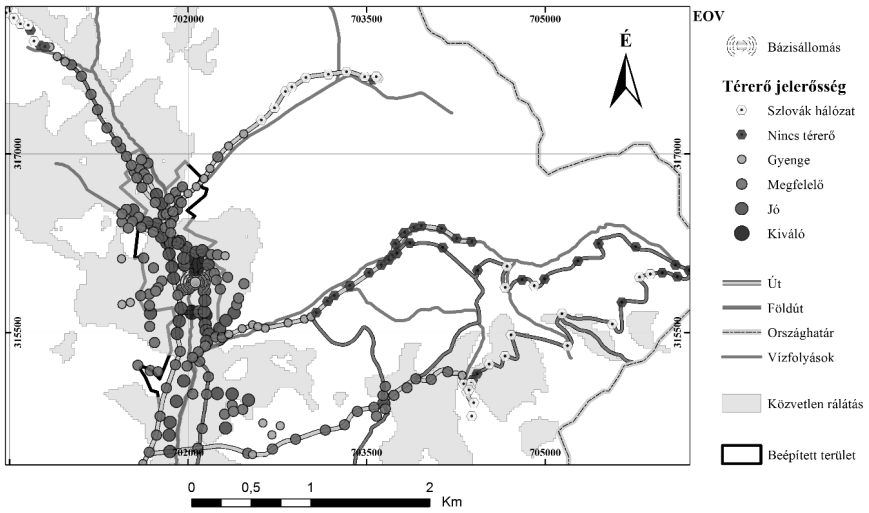
2. ábra A Kriging interpoláció eredménye – 2. szolgáltató



3. ábra É–D-i keresztszelvény, világos ponttal jelölve a bázisállomás



4. ábra Ny–K-i hossz-szelvény, világos ponttal jelölve a bázisállomás



5. ábra A ráláthatósági vizsgálat eredménye az 1. szolgáltató hálózatával összehasonlítva

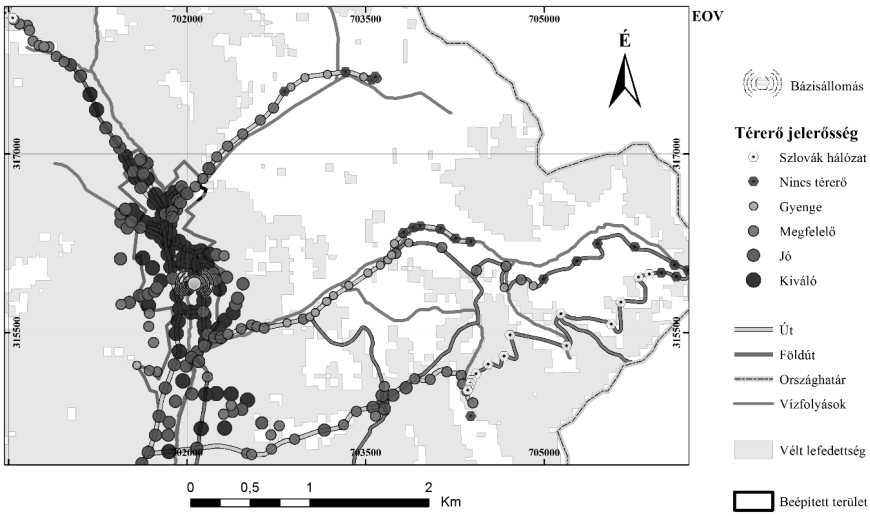
egyértelműen domborzati okokra vezethető vissza. Legszembetűnőbb, hogy a jelerősség az É–D-i, ÉNy–DK-i tengely mentén a legerősebb, itt terjednek a legjobban a hullámok, köszönhetően a völgyjellegnek. Továbbá, szintén ezen oknál fogva a hirtelen térszínemelkedések következtében van egy erőteljes jelerősség csökkenés, szűkülés a Ny–K tengely mentén. Végül az ÉK-i sarokban lévő alacsony értékű folt említhető, melyet egy, a keresztszelvényen nem, azonban az SRTM modellen jól megfigyelhető kisebb domb árnyékoló hatása okoz.

A ráláthatósági vizsgálat szintén megerősíti a fentebb leírt jellemzőket és azok okait. Jól látható, hogy a közvetlen ráláthatóság elvesztése után a mért értékek gyors csökkenést mutatnak (*5. ábra*). Az első szolgáltató esetében a belterülettől kb. 1 km-re, míg a második szolgáltató hálózatánál kb. 2 km-re szűnik meg a jel, kapcsolódik át szlovák hálózatra.

Végezetül saját méréseinket összehasonlítottuk a szolgáltatók által nyilvánosságra hozott térképekkel. Itt fontos megjegyezni, hogy ismeretlen számunkra milyen eszközzel és módszerrel határozzák meg a lefedettséget az egyes szolgáltatók, így megállapításaink inkább tájékoztató jellegűek, nem jelenthető ki egyértelműen, hogy a hivatalos térképek pontatlanok lennének.

Az 1. szolgáltató teljes 2G lefedettséget mutatott a területen, vagyis hanghívás elviekben mindenhonnan indítható lenne, azonban mint az az *5. ábrán* látható, saját méréseink ettől erősen eltérnek.

A 2. szolgáltató lefedettségi térképe (*6. ábra*) már sokkal közelebb áll a mért értékeinkhez, azonban itt is tapasztalhatóak ellentmondások. Például, adataink alapján a határ mentén már valószínűleg nem fogható magyar hálózat, a hivatalos térkép viszont lefedettséget jelez. Más oldalról, néhány foltban ott is érzékeltünk térerőt, ahol nem jeleznek lefedettséget a publikus adatok.



6. ábra Az összehasonlító térkép eredménye a 2. szolgáltató esetében

Összefoglalás

Karancsberény bel- és külterületén két mobilszolgáltató térerő értékeit határoztuk meg telefonos applikációval. Ezeket az értékeket elemeztük a bázisállomástól való távolság, a domborzati adottságok és az országhatár menti fekvés tekintetében. Az interpolációk, az SRTM modell és a ráláthatósági vizsgálatokból megállapítható, hogy a jelerősséget alapvetően két tényező befolyásolja: a jeladótól (bázisállomástól) való távolság és a domborzat árnyékoló hatása (utóbbi jelentősebb mértékben). A település bel és külterületén egy É–D-i, ÉNy–DK-i csapásirányú völgy mentén mértük a legnagyobb térerőt, ettől távolodva az értékek fokozatosan csökkentek. Saját adatainkat összehasonlítva a szolgáltatók térerő lefedettségi térképeivel, több helyen jelentős különbségeket tapasztaltunk.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a Tudományos Diákköri műhelyek működése a Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Karán (NTP-HHTDK-17-0050) pályázat támogatásával valósult meg.

A kutatást az EFOP-3.6.1-16-2016-00022 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Felhasznált irodalom

Steiner F. (1990): A geostatisztika alapjai. Tankönyvkiadó, Budapest, p. 277.

Telbisz T. – Székely B. – Tímár G. (2013): Digitális terepmodellek. ELTE TTK Földrajz- és Földtudományi Intézet Természetföldrajzi Tanszék, Budapest, pp. 22–74.

SRTM modell:

https://earthexplorer.usgs.gov (letöltve: 2017. március. 12.)

Vektoros rétegek:

http://www.openstreetmap.org (letöltve: 2017. február. 12.)

Szolgáltatók lefedettségi térképei:

1. szolgáltató: http://www.telekom.hu/lakossagi/szolgaltatasok/mobil/lefedettseg (letöltve: 2017. április. 16.)
2. szolgáltató: https://www.telenor.hu/internet/lefedettseg (letöltve: 2017. április. 16.)

Térinformatikai fejlesztések és feladatok az Agrárgazdasági Kutató Intézetben

Molnár András[1] – Gaál Márta[2] – Kiss Andrea[3]

[1] osztályvezető, AKI, molnar.andras@aki.gov.hu
[2] tudományos főmunkatárs, AKI, gaal.marta@aki.gov.hu
[3] tudományos munkatárs, AKI, kiss.andrea@aki.gov.hu

Abstract: The research areas of the Research Institute of Agricultural Economics (AKI) cover a wide spectrum, for example agricultural risk management, precision agriculture, land use, irrigation development, ecosystem services, analysis of sectoral, financial and sociological data. Most of the data examined has some spatial relevance, but for a long time, analyses were based only on alphanumeric databases. In recent years, however, there has been an increasing demand for mapping and complex GIS analyses.
In this publication we present the Fisheries Information System and our tasks related to irrigation development, as well as the plans for GIS development.

Bevezetés

Az Agrárgazdasági Kutató Intézet (AKI) az agrárökonómia témaköréhez kapcsolódva adatokat gyűjt és elemez, hazai és uniós információs rendszereket működtet, tudományos kutatásokat végez, és ezek eredményeit kiadványaiban és webes alkalmazásain keresztül adja közre. A vizsgált adatok nagy része helyhez köthető, de sokáig csak alfanumerikus adatbázisokon alapultak a térbeliséget megjelenítő vagy azt figyelembe vevő elemzések. Az elmúlt években azonban megerősödött az igény az eredmények térképi megjelenítésére, valamint az összetett térinformatikai elemzések alkalmazására. A vizsgált témakörök széles spektrumot ölelnek fel, pl. mezőgazdasági kockázatkezelés, precíziós mezőgazdaság, földhasználat, öntözésfejlesztés, ökoszisztéma szolgáltatások, ágazati adatok, pénzügyi, valamint szociológiai elemzések.

Jelen publikációban a Halászati Információs Rendszert és az öntözésfejlesztéshez kapcsolódó feladatainkat, valamint a térinformatikai fejlesztésekre vonatkozó terveket mutatjuk be, ezzel szemléltetve a jelenleg rendelkezésre álló informatikai infrastruktúra és adatbázisok nyújtotta lehetőségeket.

Anyag és módszer

Az elemzésekhez különböző forrásokból származó, eltérő térbeli relevanciával rendelkező adatok állnak rendelkezésünkre. Ilyenek a kutatási célra átvett adminisztratív adatforrások (Nemzeti Adó- és Vámhivatal (NAV), Magyar

Államkincstár (MÁK), Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH) adatbázisai), az AKI statisztikai és EU kötelezettségből adódó adatgyűjtései (Piaci Árinformációs Rendszer (PÁIR), Agrárstatisztikai Információs Rendszer (ASIR), Tesztüzemi Rendszer (FADN)), valamint a környezeti (talajtan, klíma) adatbázisok. Gyakori dilemma az open source vagy állami adatok használata.

Az adatok hatékony felhasználása, részletes elemzése a különböző adatforrások összekapcsolásával valósulhat meg. Ezt azonban gyakran nehezíti az átvett adatbázisok célhoz (projekthez) kötött felhasználási engedélye, valamint a gazdálkodóktól származó adatok védelme.

Az AKI geoportálja ArcGIS for Server Enterprise környezetben került kialakításra (https://geoportal.aki.gov.hu/), és ezen első lépésként egy Halászati Információs Rendszer (HALir) fejlesztésére került sor. A rendszer alapjául szolgáló adatok gyűjtését az AKI az Országos Statisztikai Adatgyűjtési Program (OSAP 1249) keretein belül végzi. Az információk a halastóval és intenzív haltermelő üzemmel rendelkező természetes és jogi személyek adatait tartalmazzák.

Az öntözhetőség természeti-gazdasági korlátainak vizsgálatakor számos adatforrás felhasználására került sor. Első lépésként az öntözést kizáró talajtani, domborzati, valamint belvízviszonyokat vettük figyelembe. A vetésszerkezet jellemzésére a 2011–2014 közti adatok álltak rendelkezésünkre, 1x1 km-es rácsra vonatkoztatva, és a számítások során azt feltételeztük, hogy ebben nem lesz jelentős változás a közeljövőben. Az öntözésre alkalmas területek esetében az öntözéshez kapcsolódó beruházási és üzemeltetési költség, valamint az egyes növények öntözés hatására várható többlethozamának köszönhető többletjövedelem alapján határoztuk meg az öntözési beruházás dinamikus megtérülését (nettó jelenérték). A számítás során figyelembe vettük, hogy a talajadottságok, valamint az aszályindex a hozamokat, míg a domborzati viszonyok az alkalmazható technológiát és annak költségét befolyásolják. Az öntözhető növények vízigényének, valamint azoknak a területeknek a figyelembe vételével, ahol gazdaságos az öntözési beruházás, megbecsültük a potenciális vízigényt, azaz az öntözési célú vízkeresletet. Ezt az igényt első lépésben a felszíni vizekből célszerű ellátni, ezért meghatároztuk a felszíni öntözőrendszerekből kielégíthető mezőgazdasági vízigényt. Második lépésben az így ki nem elégített mezőgazdasági vízigényt a felszín alatti vizekkel igyekeztünk „fedezni”. Összességében megkaptuk, hogy mely növények és mely területek esetén kínálkozik olyan öntözési potenciál, amelynek vízigénye a rendelkezésre álló vízkészletből fedezhető. Az öntözhető területek nagyságán túl az öntözésfejlesztés makrogazdasági hatásait is számszerűsítettük, valamint a beruházások gazdaságosságát befolyásoló tényezőkre (beruházási támogatások, vízdíj, értékesítési árak, aszályos időszakok, valamint a talajadottságok) érzékenység vizsgálatokat végeztünk.

Az Öntözésfejlesztési Stratégia kidolgozásához kapcsolódó öntözési igényfelmérés kiemelt célja a több termelőt érintő öntözőrendszerek kialakításának legvalószínűbb helyszíneinek feltárása, beleértve az öntözni kívánt területek

nagyságát, elhelyezkedését, termeszteni kívánt növényeket, alkalmazni kívánt öntözéstechnológiát. Az öntözésfejlesztési felmérés kérdőívét az AKI az Országos Vízügyi Főigazgatóság (BM-OVF), valamint a Nemzeti Agrárgazdasági Kamara (NAK) együttműködésével és a Fölművelésügyi Minisztérium, valamint a Miniszterelnökség szakértői támogatásával készítette. A kitöltéshez egy webes felület készült, amit a regisztrált felhasználók érhettek el (https://ontozes.aki.gov.hu). A rendszer egy dinamikus kérdőívet valósított meg, amelynek fontos eleme volt az öntözés által érintett területek és a hozzájuk tartozó vízkivételi pontok térképi felületen történő megjelölése.

Eredmények

HALir

A nagyrészt nyilvános rendszerből jelenleg a 2014–2016-os évekre beérkezett és feldolgozott adatok kérdezhetők le. A rendszer célja, hogy minél pontosabb információkat szolgáltasson, de az adatvédelmi szabályok miatt a megyei, illetve régiós aggregált adatok akkor jeleníthetők meg, ha legalább 3 adatszolgáltatótól származik adat, telephelyekre vonatkozóan pedig termelési adatok nem jeleníthetők meg, csak általános, illetve kategóriákba sorolt adatok érhetők el.

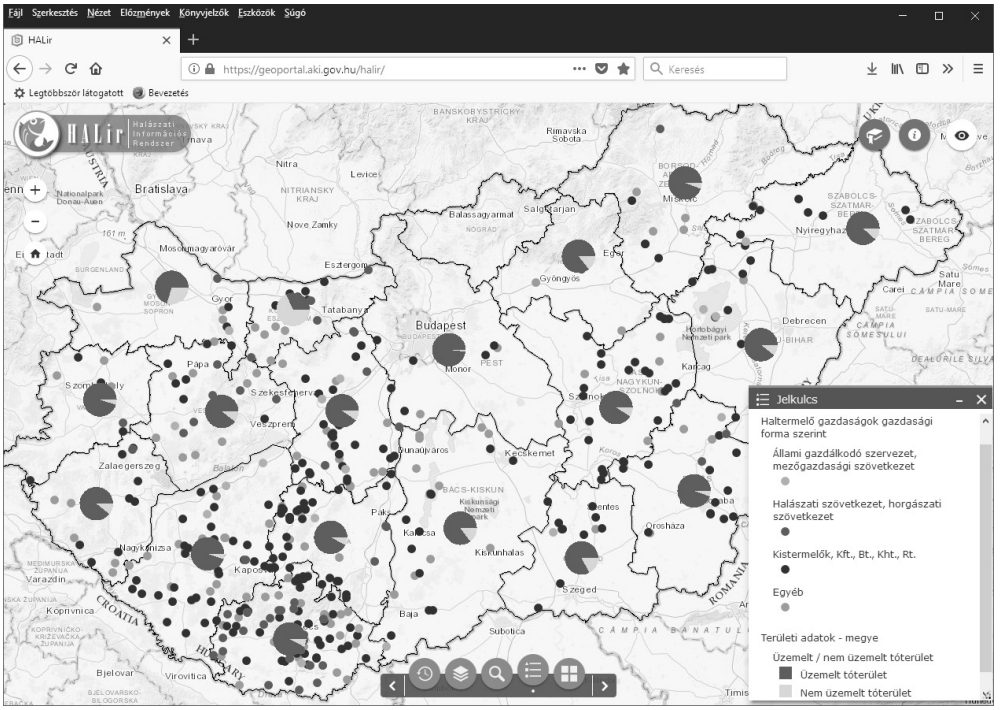
A megjelenítéshez használt alaptérkép egy topográfia térkép, de lehetőség van más típus (pl. műholdfelvétel) kiválasztására.

Előre definiált, tematikusan szimbolizált térképi rétegekkel jeleníthetők meg a haltermelő gazdaságok általános jellemzői, pl. a gazdasági forma szerinti besorolás, a termelés típusa (tógazdasági vagy intenzív üzemi), az üzemelt tóterület mérete és a termelt hal mennyisége kategóriákba sorolva, a Natura 2000 területen is gazdálkodók, valamint a tógazdaságokban termelt halfajok.

Szintén a tematikus rétegek listájából választhatók megyei, illetve régiós adatokra vonatkozó kördiagramok, pl. az üzemelt/nem üzemelt, valamint Natura/nem Natura területek megoszlása, a lehalászott, illetve előnevelt anyag fajonkénti megoszlása, valamint a férfi/női foglalkoztatottak arányának bemutatása.

Ezek a térképi rétegek alapértelmezés szerint az utolsó év adatát jelenítik meg, de egy időalapú szűrő segítségével a korábbi évek is megtekinthetők, így a változások követhetők. Néhány tájékoztató réteg is megjeleníthető, amelyek nem a gyűjtött halgazdálkodási adatokból származnak, de kapcsolódnak a haltermeléshez – jelenleg ilyen rétegként szerepelnek a Ramsari vizes élőhelyek, valamint a Natura 2000 területek. Több réteg együttes megjelenítésére is van lehetőség (*1. ábra*), ennek a telephelyre vonatkozó, illetve aggregált adatok együttes értékelésénél is jelentősége van.

Az aggregált adatok lekérdezése megyei, illetve régiós folttérképek elkészítésére ad lehetőséget. Ez esetben a felhasználó egy hierarchikus menün keresztül tudja a kívánt adattartalmat kiválasztani, és a megjelenítés módja is beállítható. A



1. ábra A haltermelő gazdaságok elhelyezkedése, valamint az üzemelt tóterület megyei aránya

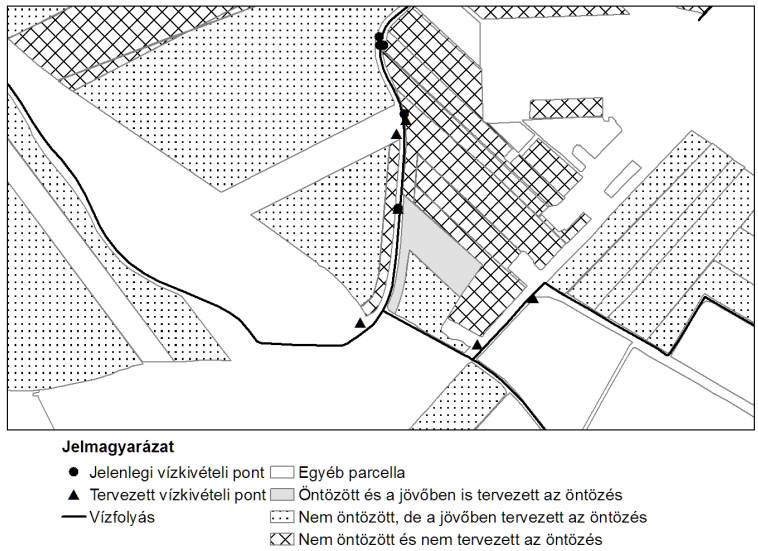
folttérképeken mindig a kiválasztott év adata ábrázolható, de a megjelenítés után egy adott megye/régió idősoros adata is megtekinthető oszlopdiagramok formájában.

Néhány témakör (pl. foglalkoztatásra vonatkozó adatok), illetve egyes funkciók (pl. felugró ablakban megjeleníthető attribútumok, aggregált adatok táblázatos megjelenítése és letöltése) csak regisztrált felhasználók számára érhetőek el.

Öntözés

Az öntözés szempontjából a talajtani viszonyok az ország több mint 40 százalékán kedvezőtlenek. Ugyanakkor a domborzati viszonyok kedveznek az öntözésnek (kevés a meredek lejtésű terület), csakúgy, mint az éghajlati körülmények, mivel az aszályhelyzetek fokozódása miatt nő az öntözéses gazdálkodás jövedelmezősége.

Az elmúlt évek (2011–2014) átlagadatai alapján Magyarországon az öntözhető növények által lefedett 2696 ezer hektáros mezőgazdasági területből mindössze 68 ezer hektárt öntöztek. Kizárólag beruházás-gazdaságossági szempontból vizsgálva, a mezőgazdaság öntözési célú vízigénye alapján az öntözött területek nagysága több mint 1 millió hektárral lenne bővíthető. A felszíni öntözőrendszerek által lefedett területeken az öntözött mezőgazdasági területet 337,3 ezer hektárral lehetne bővíteni, amiből 325,0 ezer hektárt a szántóföldi növények, 5,8 ezer hektárt a szántóföldi zöldségek, 5,9 ezer hektárt a gyümölcsösök, 0,6 ezer hektárt a szőlő tenne ki. A felszín



2. ábra Részlet az öntözési felmérés adataiból

alatti vízkészletekből a jelenleg is öntözött 3 ezer hektár terület nagyságrendileg 40 ezer hektárral emelkedhetne, amiből 38,1 ezer hektár a gyümölcsösök, 6,3 ezer hektár a szántóföldi zöldségnövények, 0,3 hektár pedig a szőlő termesztéséhez kapcsolódik.

A számítások alapján javasolt öntözésfejlesztés vízigénye a felszíni öntözőrendszereknél 409 millió m³, a felszín alattiaknál 98,9 millió m³, vagyis együttesen 507,9 millió m³. Az öntözésfejlesztés megvalósításának feltétele, hogy a szükséges vízmennyiség rendelkezésre álljon.

Ugyanakkor a jelenleg is öntözött területek messze elmaradnak a meglévő, gazdaságosan öntözhető mezőgazdasági területektől. Az okok feltárása, valamint a jövőbeli tervek felmérése céljából készült a kérdőíves felmérés a jelenlegi – 68 felszíni víztestre alapozott – öntözőrendszerek hatásterületére vonatkozóan. A felmérés a múltbeli és a jelenlegi helyzet mellett a jövőbeni tervekre is rákérdezett oly módon, hogy a kitöltés eredményeként parcellaszinten láthatóvá vált, hol van igény az öntözésre és hol nincs. A kérdőívet összesen 39 076 gazdálkodó töltötte ki, akiknek nagy része (93,7 százalék) jelenleg nem rendelkezik jogerős vízjogi engedéllyel. A felmérés által érintett területen az öntözésre berendezett terület összesen 144 ezer hektár volt, melynek a 2017. évi Egységes Kérelemben bejelentett adatok alapján csupán 35,8 százalékát öntözték a termelők. A jövőre vonatkozó válaszok alapján azonban a megjelölt főnövények esetében 332,2 ezer hektárnyi területet kívánnak öntözni. A jelenleg öntözésre berendezett területekhez képest háromszor nagyobb területen tervezik a gabona-, az ipari- és a takarmánynövények öntözését, az ültetvények esetén kétszeres növekedés várható.

A felmérés során a gazdálkodók a tervezett vízkivételi helyet is megjelölhették (*2. ábra*). A felméréssel kapcsolatosan az adatok tisztítása, a térbeli és attribútum

adatok összekapcsolása és elsődleges elemzése megtörtént, azonban a vízszolgáltatási egységekre vonatkozó elemzésük még folyamatban van.

Fejlesztési tervek

Az AKI-ban eddig több, különálló információs rendszer működött, különböző technikai megoldásokkal. Ezek egységes elérését célozta meg egy MS SQL Adattárház fejlesztése, ami az adatok intézeten belüli egyszerű lekérdezését, valamint publikus riportok generálását teszi lehetővé. A térinformatikai fejlesztéseknek ezzel is összhangban kell lennie. Az igényeket három szinten igyekszünk kielégíteni: alapszintű ismeretekkel rendelkezők számára egyszerű térképek összeállításának biztosítása; desktop környezetben végzett elemzések; a geoportálon szolgáltatott információk.

A HALir rendszer bővítéseként tervezzük új adatkörök bevonását, valamint adatgyűjtésre alkalmas geoformok kialakítását, és ezen keresztül a felhasználók által bejelentett adatok gyűjtését is.

Mivel az AKI tanulmányaiban egyre nagyobb szerepet kapnak a térképi megjelenítések és elemzések, a portált a kiadványokhoz kapcsolódó elektronikus mellékletként is tervezzük használni. Az első ilyen a hamarosan megjelenő „Az öntözhetőség természeti-gazdasági korlátainak hatása az öntözhető területekre” című tanulmány lesz.

Fajmeghatározás távérzékelt adatokkal egy debreceni park példáján

Molnár Vanda Éva[1] – Szabó Szilárd[2] – Simon Edina[3]

[1] PhD hallgató, DE TTK Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, molnarvandaeva@ science.unideb.hu;
[2] tanszékvezető egyetemi tanár, DE TTK Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, szabo.szilard@science.unideb.hu;
[3] egyetemi adjunktus, DE TTK Ökológiai Tanszék, simon.edina@science.unideb.hu

Absztrakt: A növénytársulások távérzékelési módszereken alapuló fajszintű osztályozása kiemelt jelentőséggel bír az erdészeti tervezésekben, az invazív fajok elleni védekezésben, valamint lehetőséget ad akár egyedszintű vegetációs térképek készítésére. A fajszintű osztályozás egyik jól alkalmazható módszere a nagy információ-tartalmú hiperspektrális légifelvételek elemzése. Az osztályozás a fajspecifikus spektrális adatok kiértékelésén alapul. Munkánk során egy 368 csatornás, 400–2500 nm-es hullámhossztartomány felölelő hiperspektrális felvétel alapján vizsgáltunk egy debreceni mintaterületet. A mintaterület Debrecen északi részén, egy alapvetően sűrűn lakott, lakótelepi övezet parkos zónájában került kijelölésre. A területen 7 fafajt különítettünk el, melyeknek összesen közel 1500 egyedét terepi adatgyűjtés során azonosítottuk és mértünk be GPS-szel. Ezt az adatbázist a későbbiekben terepi referencia-adatbázisként használtuk: az adatok 70%-át az osztályozó algoritmusok betanítására használtuk, míg a maradék 30% a validációt szolgálta. A feldolgozást az R statisztikai szoftverrel és ENVI 5.3 IDL képfeldolgozó szoftverrel végeztük. A csatornákból spektrális indexeket számoltunk, illetve az adatdimenziók csökkentésének érdekében Minimum Noise Fraction (MNF) transzformációt végeztünk. Az osztályozás során több algoritmust is alkalmaztunk: Maximum Likelihood, Support Vector Machine és Random Forest osztályozókat.

A kutatást a TNN 123457, KH 126481 és az EFOP-3.6.1-16-2016-00022 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

A tájhasználat változásának vizsgálata geoinformatikai módszerrel a mohácsi sík területén Kölked példáján

Morva Tamás[1] – Gyenizse Péter[2]

[1] doktorandusz, PTE TTK Földtudományok Doktori Iskola, morvatamas@gmail.com;
[2] egyetemi docens, PTE TTK Földrajzi és Földtudományi Intézet, gyenizse@gamma.ttk.pte.hu

Absztrakt: Tanulmányunkban a Mohácsi-síkon fekvő Kölked község területhasználatának változásait mutatjuk be a 18. század végén készült első katonai felmérés idejétől az 1980-as évek topográfiai felméréséig. A terület kiváló lehetőséget biztosít a Duna melletti alacsony ártér fejlődésének, illetve a folyószabályozások hatásainak vizsgálatára a felszínborítás szempontjából. Az első, második és a harmadik katonai felmérések, az 1950–51-ben készült 1:25000, valamint az 1980-as években készült 1:10000 méretarányú térképekről digitalizált adatok és domborzati modell segítségével elemezzük a területen megfigyelhető folyamatokat, amelyeket történelmi forrásokkal vetünk össze.

Bevezetés

A természeti adottságok a települések kialakulásában és fejlődésében jelentős szerepet játszanak, különösen igaz ez Kölked esetében, hiszen a település a Duna árterén alakult ki olyan természeti viszonyok között, ahol a mikrodomborzat döntő hatással van az ember letelepedési lehetőségeire (Gyenizse P. – Ronczyk L. 2011). A területhasználat változásai, valamint a domborzati viszonyok geoinformatikai módszerekkel kiválóan vizsgálhatóak, a történelmi térképek segítségével a terület múltbéli földrajzi környezetének számos eleme rekonstruálható (Pap N. – Kitanics M. 2015). Tanulmányunkban a kölkedi mintaterületről rendelkezésre álló térképek felhasználásával az ismert történelmi folyamatok és a területhasználat összefüggéseit tárjuk fel térinformatikai módszerek segítségével. Megvizsgáljuk, hogy a nagyjából 200 évet felölelő különböző térképi források milyen mértékben használhatóak fel a mintaterületen pontos térbeli adatokat igénylő kutatási célokra.

A következőkben röviden áttekintjük a mintaterület néhány fontos földrajzi jellemzőjét. A vizsgált területen a legfontosabb felszínalakító tényezőt a Duna jelenti, amely a szabályozások előtt szeszélyes vízjárással, folyamatosan átalakuló meanderek és holtágak rendszerével formálta a területet. Kölked község Mohácstól délre 5, a Duna mai főágától kb. 3 kilométerre fekszik. A településtől keletre a Béda-Duna és a főág között erdős, mocsaras, ingoványos, nehezen hasznosítható területek találhatóak. Régészeti leletek alapján elmondható, hogy már az őskorban is jelen volt a környéken az ember. Később a római limes vonala húzódott erre. Az ehhez kapcsolható védművek közül jelentős a Kölked területén található 1. században létesített katonai tábor, Altinum (Internet1). A rómaiak után a honfoglalásig tartó időszakig avarok telepedtek le a területen. A Kölked név középkori eredetű,

először a 11. századból származó adománylevelekben jelenik meg. A falu lakossága elsődlegesen halászatból élt. Két olyan kiemelkedés található a területen, amelyek alkalmasak voltak a letelepedésre. Az egyik a falu mai helyén található kétosztatú domb: az egyik felén volt a temető, vele szemben a nyugati oldalon a lakóházak épültek (Bezerédy Gy. 1997). Ettől északnyugati irányban kb. 2 kilométerre található a Várdomb, amelyen leletek szerint római település lehetett. A szabályozások előtt a falu tőszomszédságában haladó Béda-ág volt a Duna főága. A folyó rendszeres árvizei egyszerre jelentettek folyamatos küzdelmet a lakosság számára és védelmet a behatolóktól, hiszen a falut három oldalról mocsarak övezték, oda csak egyetlen úton, nyugati irányból lehetett bejutni. Ennek köszönhető az is, hogy a falu nem pusztult el a 16. század viharaiban sem. 1526-ban a tőle nyugatra, a Majs előterében elterülő síkon zajlott le a mohácsi csata (Gábris Gy. 1980; B. Szabó J. 2006). Brodarics kancellár is kiemelte leírásában a mocsaras, ingoványos területek jelentős szerepét a hadrend felállásában, valamint utána a sereg menekülése közben is. A mocsárvilág megvédte Kölked lakosságát a török uralom alatt is, nem pusztult el a falu, sőt Bezerédy Gy. (1997) szerint ez az időszak nem jelentett a lakosságra nézve a korábbinál nehezebb életet. A török kiűzése után népessége lassan növekedett. 1696-ban 10, 1782-ben 67 adózó portát írtak össze a faluban. Vizsgálatunk szempontjából érdekes, hogy a 18. század végén kis területen és volumenben a Várdombon jelentek meg az első szőlők. A 19. századtól a falu életében legfontosabb változást a Duna szabályozása jelenti. A főág keletebbre helyeződött át, és az ármentesítéssel párhuzamosan nőhetett a mezőgazdasági művelésbe vont terület, aminek következtében átalakult a korábban elsődlegesen halászfalu gazdasági szerkezete.

Kutatásunk célja a mintaterület korábbi állapotainak rekonstrukciója.

Módszerek

Munkánk első lépése és kihívása a mintaterületre vonatkozó 5 térképszelvény georeferálása volt. A szelvényeket úgy georeferáltuk, hogy a vizsgált területen a lehető legjobban fedjék egymást, hiszen a lehető legpontosabb alapadatok biztosítják a vizsgálati eredmények pontosságát. Ehhez az EOV koordináta rendszerben rendelkezésre álló 1:10000 méretarányú topográfiai szelvények szolgáltak referenciaként. A transzformációhoz jellegzetes és időben állandónak feltételezhető pontokat használtunk fel (pl. templomtornyok, keresztek, esetenként útkereszteződések stb.). A megfelelő számban felvett pontok alapján a térképeket az ArcGIS spline "gumilepedő" típusú függvényével georeferáltuk.

Az alaptérképek előkészítése után digitalizáltuk róluk a felszínborítást, területhasználatot reprezentáló poligonokat. A történelmi térképek jelkulcsa (Jankó A. 2007) nem egyezik meg teljesen, így ezeket az elemzéshez egységesíteni kellett, ezért a következő, mindegyik térképen elkülöníthető kategóriákat alakítottuk ki: beépített terület; kert, gyümölcsös; szántóföld; erdő; rét, legelő, füves terület; vizenyős terület; járhatatlan mocsár; vízfelszín. Miután ez elkészült, térinformatikai szoftverben

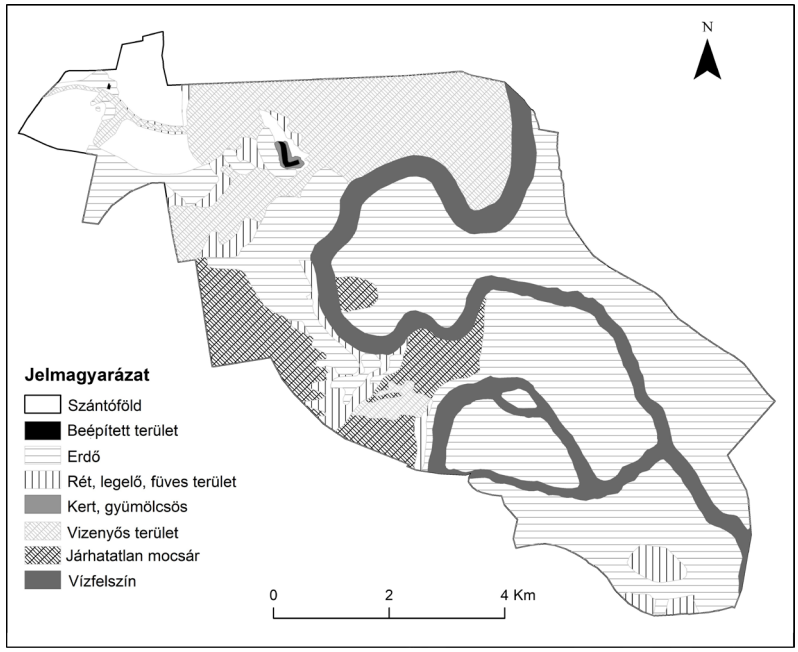
megvizsgáltuk a területhasználati kategóriák változásait, valamint domborzatmodell felhasználásával kiszámoltuk az egyes kategóriák átlagos magasságának időbeli alakulását.

Eredmények

A vizsgált területre vonatkozó első katonai felmérés térképének georeferálása nehézségekbe ütközött, mert olyan egyértelmű elcsúszások és torzulások vannak a szelvényen, amelyeket hagyományos módszerrel nem lehetett úgy georeferálni, hogy az időben utána következő térképekkel pontosan összevethető legyen. Ennek ellenére sikerült annyira átalakítani, hogy alkalmassá váljon a terület általános jellemzőire vonatkozó következtetések levonására. Az a tény, hogy az ártéren fekvő területek pontatlanul szerepelnek a térképen, már önmagában utalhat arra, hogy nagy részét átjárhatatlan mocsárvilág borította. Az időben következő négy felhasznált térkép már pontosan egymásra illeszthetőnek bizonyult.

Az alaptérképek felhasználásával digitalizáltuk a felszínborítottságot tartalmazó vektoros rétegeket. A csaknem 62 km²-nyi mintaterület digitalizálása rendkívül munkaigényes folyamat volt. Ezután elemeztük a területhasználatot; az időszakonként és kategóriánként megfigyelhető legfontosabb statisztikai adatokat az *1. táblázatban* foglaltuk össze.

Az első katonai felmérés adatai alapján megállapítható, hogy az 1780-as években a Duna főága még a falu közvetlen szomszédságában haladó Béda-Duna



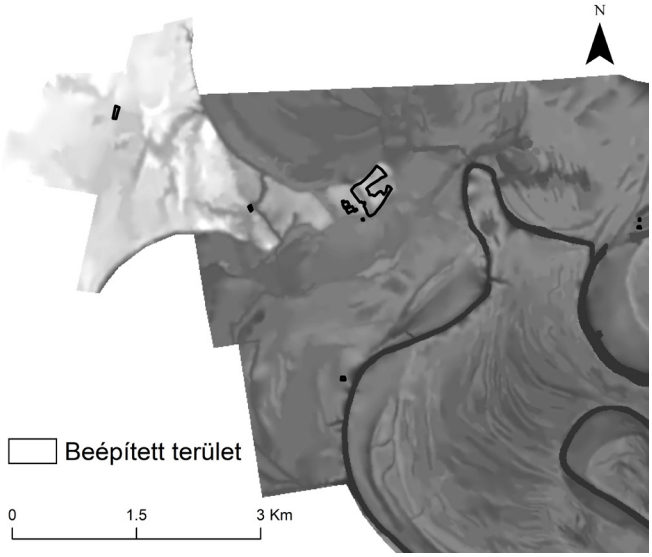
1. ábra A vizsgált terület digitalizált felszínborítása az első katonai felmérés idején (saját szerk.)

1. táblázat A területhasználat alakulása időszakonként és kategóriánként. (saját szerk.)

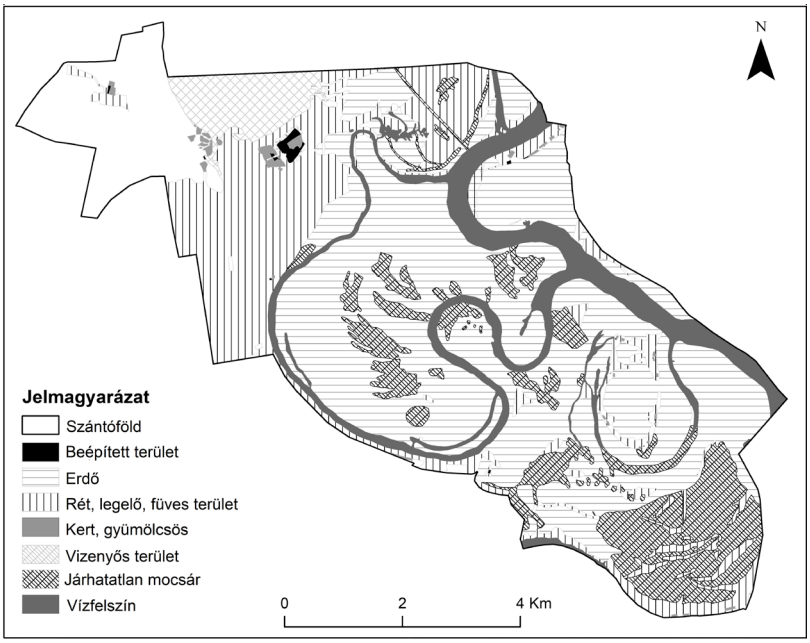
	Első Katonai Felmérés			**Második Katonai Felmérés**		
	Terület (ha)	Terület (%)	Átlagos tszf. magasság (m)	Terület (ha)	Terület (%)	Átlagos tszf. magasság (m)
Beépített terület	6,4	0,1	87,3	15,2	0,2	87,3
Erdő	3171,4	51,2	84,7	2745,7	44,3	84,7
Rét,legelő,füves terület	297,7	4,8	85,0	1314,9	21,2	85,1
Kert, gyümölcsös	7,5	0,1	86,9	30,7	0,5	86,7
Járhatatlan mocsár	513,2	8,3	84,7	786,0	12,7	84,1
Szőlő	0,0	0,0		0,0	0,0	
Vizenyős terület	1069,5	17,3	85,3	222,1	3,6	84,8
Vízfelület	759,7	12,3	84,6	595,8	9,6	84,0
Szántóföld	370,4	6,0	89,9	485,5	7,8	89,8
	Harmadik Katonai Felmérés			**1:25000 topográfiai térkép**		
	Terület (ha)	Terület (%)	Átlagos tszf. magasság (m)	Terület (ha)	Terület (%)	Átlagos tszf. magasság (m)
Beépített terület	34,6	0,6	86,8	63,4	1	86,4
Erdő	2360,1	38,1	84,8	2394,8	38,7	84,9
Rét,legelő,füves terület	1174,8	19,0	85,0	802,9	13	84,8
Kert, gyümölcsös	29,9	0,5	87,0	12,5	0,2	86
Járhatatlan mocsár	135,6	2,2	85,2	142,1	2,3	83,2
Szőlő	44,4	0,7	87,5	18,2	0,3	89,4
Vizenyős terület	940,8	15,2	84,4	23,7	0,4	83,5
Vízfelület	852,4	13,8	83,7	598,2	9,7	83,1
Szántóföld	623,3	10,1	89,1	2140,1	34,5	86,1
	1:10000 topográfiai térkép					
	Terület (ha)	Terület (%)	Átlagos tszf. magasság (m)			
Beépített terület	55,7	0,9	86,9			
Erdő	2518,6	40,6	84,9			
Rét,legelő,füves terület	555,2	9	84,7			
Kert, gyümölcsös	42,4	0,7	86,1			
Járhatatlan mocsár	149,4	2,4	83			
Szőlő	1,9	0	89,9			
Vizenyős terület	31,9	0,5	84,6			
Vízfelület	604,8	9,8	83,2			
Szántóföld	2236,3	36,1	86			

volt (*1. ábra*). Tőle minden irányban a mainál sokkal nagyobb volt az ingoványos, mocsaras területek kiterjedése, amelyek Kölkedet három oldalról körülvették, mindössze egyetlen úton lehetett megközelíteni nyugati irányból. A szeszélyesen kanyargó folyóágak között erdők, mocsarak húzódtak, az időszakosan száraz réteket legelőként hasznosították, szántóföldek csak a vizsgált terület nyugati, magasabban fekvő részein találhatóak. A sík felszínen felértékelődik a mikrodomborzat jelentősége, a domborzatmodell segítségével kimutatható, hogy a lakott területek a magasabb térszíneken települtek, még akkor is, ha ez a magasságkülönbség csak néhány métert jelent (*1. táblázat*), ez a néhány méter dönthetett arról adott esetben, hogy árvízkor a felszín szárazon maradt-e. A vizsgált terület legalacsonyabb pontja 81,9; legmagasabb pontja 94,6 méter tszf. magasságon fekszik, átlagos magassága 85,1 méter. A magasabb, letelepedésre alkalmas területek mintegy sarkantyúként ékelődnek az ártérbe (*2. ábra*). (Megjegyezzük, hogy a domborzatmodell a jelenlegi magassági viszonyokat mutatja, így az idő közben végbement feltöltődés mértékével most nem számolunk.) A kertek, gyümölcsösök a lakott területek közelében találhatóak, szintén viszonylag magas térszínen. Csak a szántóföldek mutatnak a beépített területnél magasabb értéket, de ennek oka, hogy a terület nyugati széle elkülönül és magasabban fekszik, mint a falu és közvetlen környezete, de tudjuk, hogy Kölked eredetileg halászfalu volt, ezért a folyóhoz lehető legközelebbi alkalmas helyre települt.

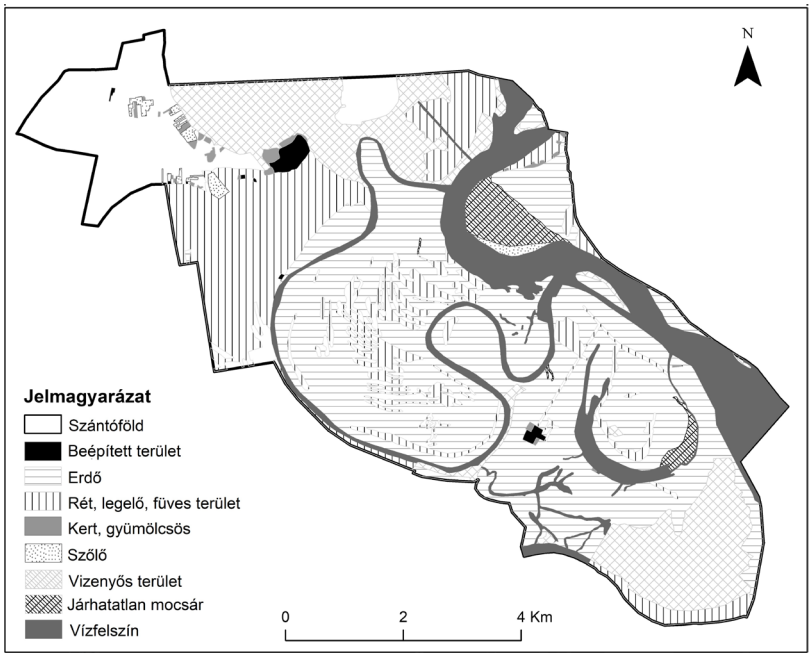
A második katonai felmérés térképén már a keletre húzódott főág látható (*3. ábra*). A szelvényen a falutól északra és délnyugatra a korábbi mocsarakkal ellentétben már legalább időszakosan száraz legelőket találunk. A 19. század elejétől induló szabályozási és ármentesítési munkálatok következtében nyert új területek nagyobb részét kezdetben legelőként hasznosították, hiszen ezeket az árvíz még



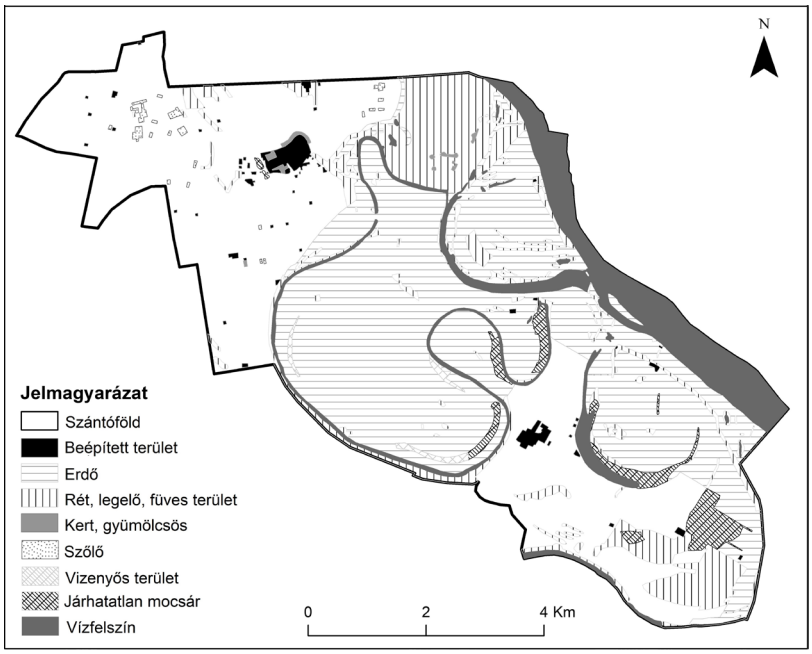
2. ábra A vizsgált terület északnyugati részének domborzatmodellje és a település beépített területe a második katonai felmérés idején (saját szerk.)



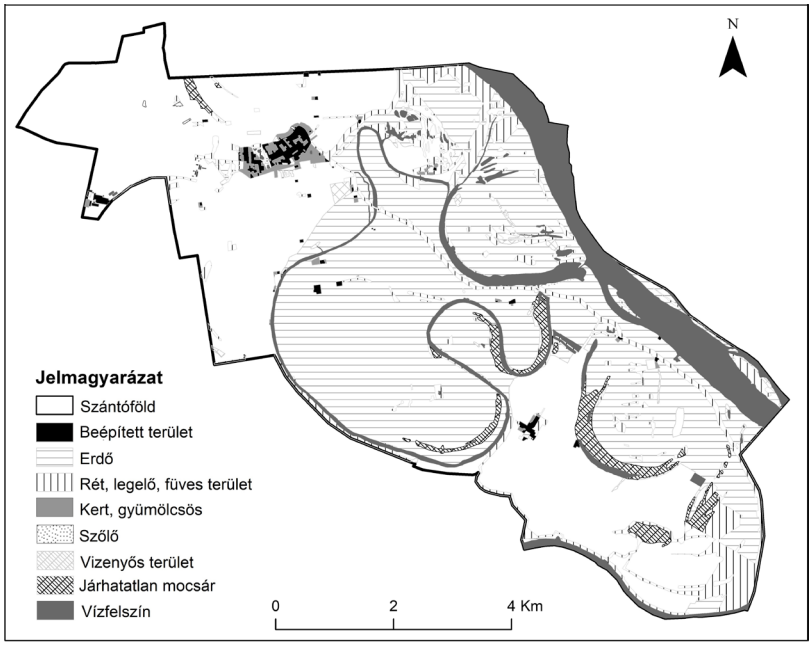
3. ábra A vizsgált terület digitalizált felszínborítása a második katonai felmérés idején (saját szerk.)



4. ábra A vizsgált terület digitalizált felszínborítása a harmadik katonai felmérés idején (saját szerk.)



5. ábra A vizsgált terület digitalizált felszínborítása az 1:25000 méretarányú topográfiai térképen (saját szerk.)



6. ábra A vizsgált terület digitalizált felszínborítása az 1:10000 méretarányú topográfiai térképen (saját szerk.)

gyakran fenyegette, ezért csak kevesebben kezdtek szántóföldi művelést folytatni.

A 19. század végére a járhatatlan mocsarak területe tovább csökkent. A főágtól nyugatra található ágak is tovább keskenyedtek és veszítettek jelentőségükből. Az elhaló folyóágak felszabdalódása, holtággá alakulása az adatokból jól nyomon követhető (*3, 4, 5, 6. ábra*).

A 20. század közepére annyit szárazodott a terület, hogy lehetővé tette a szántóföldek arányának ugrásszerű növekedését (*5. ábra*). Területük a harmadik felmérés 623,3 hektárjáról az 1950-as évekre 2140,1 hektárra növekedett. A 19. század folyamán a leginkább a Várdomb környékén telepített szőlők a harmadik katonai felmérési térképen 44 hektár területet foglalnak el, de területük a későbbiekben visszaesett, a rendszerváltás környékén már csak 1,9 hektárt találunk.

A 20. század folyamán folytatódott a főág keletre tolódása, nyomon követhető a Külső-Béda-ág lefűződése. A területhasználat egyre sokszínűbb, mozaikos képet kezd mutatni. A 2. világháború utáni TSZ-rendszerben további területeket vontak szántóföldi művelés alá. Látható az is, hogy itt már korábban rendszeresen árvízzel borított területek is beépültek.

Összefoglalás

Tanulmányunkban bemutattuk Kölked község területhasználatának fejlődését a 18. század végétől az 1980-as évekig. Megállapítható, hogy a Dunával szoros kölcsönhatásban fejlődő település életét a folyó változásai döntően befolyásolták. A szabályozatlan folyó árterén, a mocsarakkal körbevett halászfalu gazdasága akkor alakulhatott át, amikor a határába tartozó területek kiszárítása következtében intenzívebb gazdasági tevékenységet lehetett folytatni. A történelmi forrásokkal a digitalizált térképi adatok szoros összefüggést mutatnak, jól használhatónak bizonyultak a folyamatok igazolására. A mintaterület kiváló lehetőséget biztosított a szabályozások következtében átalakuló ártér elemzésére. Figyelemmel kísérhető a levágott kanyarulatok holtággá alakulása, elhalása. A mintaterület arculata a vizsgált nagyjából 200 éves időszakban gyökeresen átalakult. Kutatásunk eredményei megalapozzák a Mohácsi-sík területének további kutatását.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás az MTA Kiválósági Együttműködési Program "Mohács 1526-2026 Rekonstrukció és Emlékezet" keretében valósulhatott meg.

Felhasznált irodalom

B. Szabó J. (2006): A mohácsi-csata. Corvina Kiadó, Budapest, pp. 132–142.

Bezerédy Gy. (1997): Kölked története. Kölked község képviselő-testülete, Kölked, 83 p.

Gábris Gy. (1980): A mohácsi csatamező. Föld és Ég, 15(8), pp. 249–252.

Gyenizse P. – Ronczyk L. (2011): Az ormánsági természeti környezet átalakítása és annak hatása a települések életére. In: Bunyevácz J. – Csonka P. – Fodor I. – Gálosi-Kovács B. (szerk.) A fenntartható fejlődés, valamint a környezet- és természetvédelem összefüggései a Kárpát-medencében". Konferencia helye, ideje: Pécs, Magyarország, 2010.09.14–15. MTA Pécsi Akadémiai Bizottság, Pécs, p. 10.

Pap N. – Kitanics M. (2015): Nagy Szulejmán szultán szigetvári türbéjének kutatása (1903–2015). Mediterrán és Balkán Fórum, 9(2), p. 8.

Jankó A. (2013): Magyarország katonai felmérései 1763–1950. Argumentum Kiadó, pp. 25–27, 66–68, 97–99.

Internetes hivatkozások

Internet1 – Kölked község honlapja: http://www.kolked.hu/Tort.html, Letöltés ideje: 2018. március.

Égből kapott RTK korrekciók nyomában

Nagy-Kis Ildikó

Geotools Europe GNSS Kft., info@geotoolseuropegnss.com

Abstract: The Geotools Europe GNSS Ltd. has a long history. This company is the successor of the Geotrade Hungary Ltd. and the Geotools Ltd. The distributed portfolio contains the Trimble's geospatial fleet and the whole spectrum of the Stonex surveying products.
In this article I show the brand new RTK GNSS receiver of Stonex: the S800A. This instrument can receive the ATLAS' signals, which are a global correction service satellite system. It means, the user of the S800A doesn't need to use the local, ground NTRIP/UHF provider service to reach the centimetre accuracy in the field. The aRTK solution allows the FIX position for 20 minutes (<6 cm) even the ground correction service interrupted. Important feature of the Stonex S800A is the WebUI, which reachable via WiFi from any device (e.g.: smart phone, tablet). In this way the receiver is configurable, controllable without cable connection. The user can choose of more field controllers and field softwares. Small receiver, big innovation, user friendly Hungarian distributor: Stonex S800A.

A Geotools Europe GNSS Kft. az egy emberöltővel ezelőtt, elsőként alakult magyar műszerforgalmazó cég, a Geotrade Hungary Kft., valamint a szintén nagy múltra visszatekintő Geotools Kft. közös jogutódja.

A kereskedelmi és szolgáltató Cég portfóliójában éppúgy megtalálhatóak a Trimble professzionális geomatikai mérőrendszerei (pl.: GNSS vevők, mérőállomások, digitális szintezők, 3D-szkennerek), mint az olasz Stonex gyártó teljes geodéziai és építőipari műszerpalettája.

Bármelyik eszközparkból választ is a felhasználó, a beszerzést követően a Geotools Europe GNSS Kft.-nél magas színvonalú eszközbetanításra, termék,- és szerviztámogatásra számíthat.

A IX. Térinformatikai Konferencián elhangzó előadásom főszereplője a 2017. év végén megjelent Stonex S800A RTK GNSS vevő.

A kisméretű és -súlyú mérőrendszert több tulajdonsága is kiemeli kategóriájának hasonló eszközei közül. A 394 csatornán követhető NAVSTAR+GLONASS+GALI LEO+BeiDou+SBAS jeleken kívül alkalmas az ATLAS (L-Band) jelvételre. Ez a globális korrekciószolgáltató rendszer teszi lehetővé az S800A felhasználók számára, hogy geodéziai megbízhatósággal dolgozzanak a világ bármely pontján, mindenfajta földi korrekció (URH/GSM/NTRIP) használata nélkül.

Az É75°–D75° szélességi körök közti lefedettséget biztosító, több mint 200 földi állomással rendelkező ATLAS, a NAVSTAR+GLONASS+BeiDou rendszerekhez sugároz RTK korrekciókat. Ezekkel a geodéták számára kialakított H10 ATLAS előfizetés 4 cm-es pontosságot biztosít világszerte.



1. kép Trimble S5 mérőállomás munka közben

Az „A” jelölés a vevő megnevezésében egy másik szolgáltatásra is utal. Ez pedig az un. aRTK megoldás.

Amennyiben pl. az URH rádiókapcsolat hibája vagy mobillefedettség elégtelensége miatt megszakad a kapcsolat a földi korrekció sugárzóval, a vevő pozíciója az aRTK funkciónak köszönhetően akár 20 percig is FIX marad (<6cm). Természetesen, ha közben a mérőrendszer újra kap földi korrekciót, a megbízhatóság újra növekedni fog.

A Stonex S800A rendelkezik beépített RX/TX URH modemmel, így párban történő beszerzéskor saját bázis kialakítására is mód van. Ebben az esetben, hasonlóan az ATLAS-hoz, felhasználója valamennyi követett műholdrendszerre képes korrekció forgalmazni, szemben az olyan földi NTRIP szolgáltatóval, ahol pl. csak a NAVSTAR+GLONASS rendszeradatok elérhetőek.

Az S800A rendelkezik belső memóriával, így statikus adatok rögzítésére is alkalmas. Ez a mérési módszer konfigurálható, vezényelhető WiFi-kapcsolaton keresztül is, mivel az eszköz fix IP címes WebUI-val rendelkezik. Lényegében a fejezet bármilyen WiFi-képes, web böngészővel rendelkező eszközzel (telefon, tab, laptop, stb.) megszólítható, operációs rendszertől függetlenül.



2. kép Stonex S800A fejezet



3. kép Stonex vezérlők: T2/T3 tablet vagy S4HII

A vevő rendelkezik NMEA kimenettel, így kábelen keresztül kapcsolható olyan perifériákhoz, mint pl. 3D-szkenner, talajradar, vezetékkutatók, vagy éppen drónok.

A Stonex S800A nagyfokú flexibilitást biztosít felhasználója számára mind a terepi vezérlők, mind a terepi alkalmazások terén.

A Stonex „T" sorozat tablet PC-i elérhetők Windows10, illetve Android operációs rendszerrel is. Ezekre akár a gyártó saját fejlesztésű CUBE alkalmazása, akár a „3rd party" Field Genius is telepíthető.

Ha valaki a terepi tablet-ek helyett a hagyományos vezérlőket kedveli, a Stonex S4HII vezérlőjéhez választhat a Field Genius, vagy a szintén „3rd party" SurvCE közül.

Aprócska vevő, óriási innováció, felhasználóbarát hazai forgalmazó: ez a Stonex S800A!

A cikkben bemutatott RTK GNSS vevőről rövid videó érhető el az alábbi QR-kód beolvasásával:

4. kép Olvassa be okos telefonjával a QR-kódot a videó eléréséhez!

Development of a combined 1D/2D hydrological model of a creek

Bálint Nagy

MSc student, University of Debrecen, Department of Physical Geography and Geoinformatics, 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. During my work I used all the available data, I have made the 1D model of the streams and the 2D model of the areas behind banks, then I ran flood models according to real flowrate in the built-out model-environment.

A kutatás a Tudományos Diákköri műhelyek működése a Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Karán (NTP-HHTDK-17-0050) pályázat támogatásával valósult meg.

Félig kötött homokformák morfometriai elemzésének lehetőségei a Nyírségben

Négyesi Gábor[1] – Bertalan László[2] – Buró Botond[3] – Andrási Bence[4]

[1] adjunktus, DE TTK, Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, negyesi.gabor@science.unideb.hu
[2] tanársegéd, DE TTK, Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, bertalan. laszlo@science.unideb.hu
[3] tudományos munkatárs, Hertelendi Ede Környezetanalaitikai Labor, Atomki, Debrecen, bbotond86@gmail.com
[4] Tiszamenti Regionális Vízművek Ltd. Szolnok, Hungary, andrasibence.geo@gmail.com

A Nyírség az ÉK-i Kárpátokból érkező folyók hordalékkúpján alakult ki. A nyírségi vízválasztó felső-pleniglaciálisban bekövetkező kiemelkedésének hatására a rajta keresztül haladó folyók irányt változtattak és lecsúsztak az addigi hordalékkúpról, melynek következtében a terület fokozatosan szárazulati térszínné vált. Ezt követően a táj felszínformálásában a szél játszott fontos szerepet, és alakította ki a Nyírség mai arculatát jelenleg is meghatározó eolikus felszíni formákat.

Az általunk végzett vizsgálatok célja az volt, hogy digitális domborzatmodell segítségével elemezzük a Nyírség egy, döntően parabolabuckákból álló területének morfometriai sajátosságait. A domborzatmodell alapját az EOTR 1:10000 méretarányú topográfiai térképekről vektorizált szintvonalak és magassági pontok képezték. A jellemző formákat magukon hordozó felszíni egységekről DJI MAVIC PRO UAV-eszközzel lerepülést végeztünk és az ennek eredményeként előálló felszínmodellt is felhasználtuk elemzéseinkhez.

A parabolabuckák morfometriai jellemzéséhez az ívhossz, húr, görbültség, terület, kerület, felszabdaltság, térfogat és kitöltöttség paramétereket használtuk, részben az ArcGIS eszköztárának segítségével, részben pedig manuális úton. Meghatároztunk továbbá néhány egyéb morfometriai paramétert is (TPI-index, Hammond-index, stb.)

Az elkészített domborzatmodellel kapcsolatban elmondható, hogy a korábban készült analóg térképek adataival nagymértékű egyezést mutat. A morfometriai paraméterek vizsgálata során a formák területi adatai igen széles spektrumot öleltek fel, melyek elrendeződésében törvényszerűség nem mutatható ki. A felszabdaltság vizsgálata alapján kapott eredmények alátámasztják a korábbi felvetéseket, miszerint annál nagyobb a formák felszabdaltsága, minél nagyobb mértékű a területen az antropogén hatás. A leginkább felszabdalt parabolabuckák területét döntő mértékben szántóként hasznosították, amely lehetővé tette a szélerózió negatív hatásának kibontakozását.

A buckák kitöltöttségből a homokutánpótlás mértékére lehet következtetni. Ez alapján a buckák a közepes méretű kategóriába tartoztak, amelyeket további három csoportra osztottunk: közepes méretű félig kitöltött parabolabuckák, közepes méretű félig kitöltött parabolabuckák, közepes méretű kitöltetlen parabolabuckák. A formák kitöltöttségét szintén a területhasználattal lehet magyarázni. Az első két csoportba tartozó formák esetében, valamint közvetlen környezetükben előforduló szántóföldi hasznosítás lehetővé tette, hogy a szél a kifújt homokanyaggal fokozatosan feltöltse azokat. A harmadik csoportba tartozó formákat és közvetlen környezetüket teljes egészében erdő borította, így nem alakulhattak ki belőlük kitöltött formák.

Automatikus objektumrekonstrukció DTM felhasználásával

Neuberger Hajnalka[1] – Juhász Attila[2]

[1] doktorjelölt, BME Fotogrammetria és Térinformatika Tsz., neuberger.hajnalka@epito.bme.hu;
[2] adjunktus, BME Fotogrammetria és Térinformatika Tsz., juhasz.attila@epito.bme.hu

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 the 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.

Bevezetés

Számos tudományos szakterület esetében jelentkezik alapvető kihívásként bizonyos, jól definiálható geometriai jellemzőkkel rendelkező objektumok lehatárolása, felderítése és azonosítása, majd feldolgozása. Példaként említhetjük a településekre, épületekre vagy akár épületek tetőszerkezeteire (Szabó et al. 2015) vonatkozó vizsgálatokat, illetve a terepfelszínen található, jellegzetes formájú mesterséges vagy természetes objektumokkal kapcsolatos kutatásokat. Általában a rendelkezésre álló alapadatok mennyisége és mérete igen jelentős a mai adatgyűjtési technológiáknak megfelelően, így már önmagában a kezelésük is kihívást jelent. Ebből kiindulva, a kutatás célja alapvetően nagy mennyiségű, akár országos kiterjedésű LiDAR adatokból bombakráterek detektálása volt automatizált módon, hadtörténeti rekonstrukció támogatásához. A kidolgozott módszer azonban jól használható olyan területeken is, ahol a célobjektumok hasonlóak, így például más régészeti felhasználásokban (pl. sírhalmok azonosítása) vagy természetes terepalakulatok felderítésében (töbör térképezés). A teljes folyamat három jól elkülöníthető részre bontható.

Elsőként, tekintettel a nagy területi kiterjedésű vizsgálatra, módszert kellett kifejleszteni a potenciálisan feldolgozandó területek hatékony leválogatására, ezzel csökkentve a kutatómunka idő- és erőforrás igényét. A leválogatott területek további feldolgozásának megkönnyítésére, a következő lépést az eredeti LiDAR pontfelhő csökkentése jelentette, oly módon, hogy a célobjektumok és a terep jellegzetes pontjai megmaradjanak, de a kutatás szempontjából irreleváns pontokat minél nagyobb számban eliminálju k. Az így rendelkezésre álló, előfeldolgozott adatok képezték az alapját a kráterdetektálási eljárásnak. Ez a módszer digitális képfeldolgozási műveleteket hajt végre meghatározott sorrendben, a LiDAR adatokból levezetett raszter alapú digitális terepmodellen (DTM). Az eljárás átparaméterezése lehetővé

teszi, hogy ne csak bombakráterek azonosítására legyen alkalmas, hanem minden hasonló geometriájú és lokális magassági eltérésekkel rendelkező felszíni objektum felderítésére. Több mintaterületen végrehajtott kráter azonosítás mellett, a cikk tartalmazza egy alternatív felhasználási lehetőség bemutatását is, amelyben töbrök térképezése volt a cél.

Adatforrások, mintaterületek

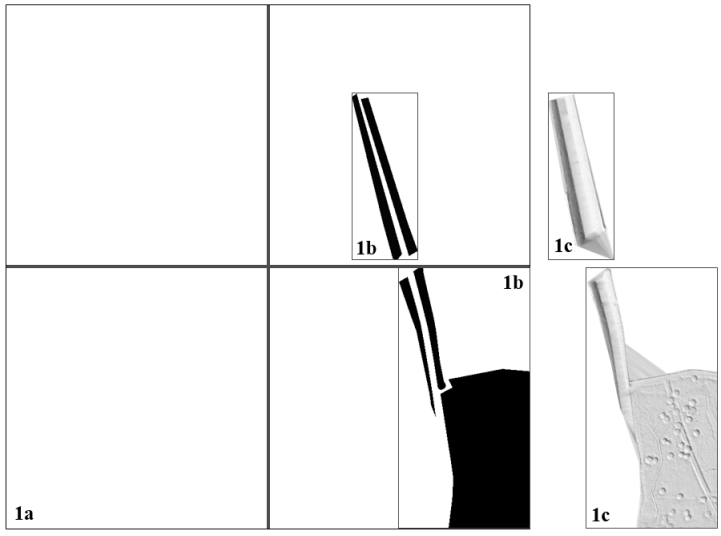
Mivel a magyarországi légi lézerszkennelt adatokhoz való hozzáférés még igen korlátozott, ezért olyan mintaterületeket kellett választani, ahol rendelkezésre állnak jó minőségű alapadatok és érintettek voltak a világháborúban. Egy németországi kezdeményezés (OpenNRW) eredményeként, Észak-Rajna-Vesztfália területéről nagy mennyiségű és változatos térbeli információkat tettek ingyenesen elérhetővé, többek között a tartomány LiDAR adatait is. Innen két mintaterületre esett a választásunk: egyszer Emmerich am Rhein 146 km² területtel, valamint Rheine 186 km² kiterjedéssel. További két mintaterület adatait (Salzgitter 281 km², Jósvafő 11 km²) a hannoveri Leibnitz Egyetem Fotogrammetria és Térinformatikai Intézetétől, és az Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóságától kaptuk meg. A eljárás során a LiDAR adatokon kívül az OpenStreetmap (OSM) vektoros állományai kerültek felhasználásra.

Módszertan

Az eljárás lépéseinek részletes ismertetése előtt érdemes tisztázni a kutatás alapját képező objektumok tulajdonságait, előfordulásuk potenciális helyszíneit. A II. világháborúban résztvevő felek hatalmas mennyiségű bombát dobtak az ellenséges területekre. A bombák méretei igen változatosak voltak és emellett még a tüzérségi lövedékek robbanása is krátereket eredményezett. A kutatás szempontjából ez annyiban érdekes, hogy definiálni kellett egy minta krátert, amelynek méreteit figyelembe lehet venni a paraméterezésnél. Ez esetben a kráter átmérője 10 méterben lett megállapítva. A mélység tekintetében a néhány deciméteres relatív eltérés már elegendőnek bizonyult az azonosításhoz. Fontos szempont a potenciális előfordulási helyek jó körülhatárolása is. A háború óta eltelt évtizedek alatt nagyon megváltozott a környezet: a településeket újjáépítették és nagyobbak lettek, számos nagy infrastrukturális beruházás történt, az ipari és mezőgazdasági termelés egyre nagyobb területeket érint. Ezeken a területeken már csak minimális esély mutatkozik a kráterek detektálására. Tapasztalatok szerint ma már csak az erdős, fás területek őrizték meg a háború nyomait. Szerencsére a LiDAR technológiának nem jelent akadályt a vegetációs fedettség sem, így ezekre a területekre kellett koncentrálni a kutatás során.

Korábban már kidolgozásra került egy olyan alapeljárás, ami képes egy célnak megfelelően (pl. erdős területek), vektoros adatok alapján, automatikusan leválogatni

és kezelhető méretű állományokra bontani egy pontfelhőt (Juhasz A. – Neuberger H. 2018). Az algoritmus továbbfejlesztett változata már figyelembe veszi az egyes állományok információtartalmát is, és ennek megfelelően adaptívan darabolja azokat. Gyakorlatilag, ha egy állomány kevés információt tartalmaz, az tovább lesz bontva kisebb állományokra, és a nem releváns részek törlése után csak az informatív részek maradnak meg. Az eljárás első lépéseként OSM és LiDAR állományok letöltése, előkészítése történik meg. A LiDAR állományokat 1x1 km-es négyzetekre bontjuk, majd az OSM erdő rétegből és a négyzetekből metszeteket generálunk. Ebből készülnek a raszter maszkok, melyek fekete (erdő) és fehér (irreleváns) pixeleket tartalmaznak. Méretüket a hasznos területek befoglaló téglalapja adja és ha egy maszk üres lenne, akkor az nem generálódik le, azaz a felesleges területek folyamatosan csökkennek. Ha az egyes maszkok hasznos területe elér egy megadott küszöbértéket, akkor véglegesnek tekintjük, ha nem, akkor 4 kisebb részre bontjuk (*1a. ábra*) és a korábbi lépéseket megismételjük. A túl kicsi objektumokat töröljük, mert azok egyrészt valószínűleg nem célobjektumok, másrészt a területek sarkainál megjelenő 30–50 pixelnyi foltok nagyban rontják a maszkok hatékony kialakítását. Az eljárás végén a pontfelhőből kivágjuk a maszk alatti területeket (*1b. ábra*), majd csak ezen futtatjuk a pontfelhő csökkentő algoritmust. A megmaradt pontokból generáljuk a domborzatmodellünket (*1c. ábra*). Tapasztalataink szerint a kiinduló csempeméret nagyságrendekkel nagyobb hatással van az eljárásra, mint az egyes felesleges területek eltávolítása. A kisebb csempék hatékonyabb maszkokat eredményeznek, viszont az állományok mennyisége hatványozódik. A kis pixelfoltok törlését elégséges csak az eljárás végén egyszer végrehajtani. A területet az optimális csempeméretekkel (figyelembe véve a hasznos területek arányát) lehet vizsgálni, ezzel kordában tartva az állományok számát is. A módszerrel elméletileg igen magas kitöltöttséggel

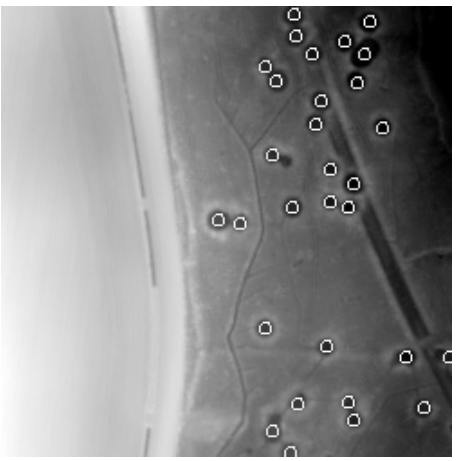


1. ábra Adaptív potenciális leválogató eljárás (1a: csempe darabolása és az üres részek törlése, kevés információ esetén, 1b: a maszk lehatárolása, 1c: DTM generálása ezekről a területekről)

rendelkező maszkokat érhetünk el, csak a küszöbértéket kell megfelelően felemelni, illetve a 250x250-es csempéket is tovább kell bontani.

A nyers pontfelhő méretének csökkentését nem egy szabályos ritkítással, hanem az egyes pontok meghatározott környezetét vizsgálva hajtottuk végre; így törekedve arra, hogy megmaradjanak a terep és a keresendő objektumok kulcspontjai. Kétféle keresési eljárást próbáltunk egy pont egységnyi környezetének meghatározására: szekvenciális keresési kört és rácsalapú pontfelhő indexelést. Mindkét esetben a kiinduló méretet 1 m²-ben határoztuk meg, ami több szempontból is indokolt. A LIDAR állományok átlagos pontsűrűségét négyzetméterre vetítve adjuk meg általában. Az eljárás fejlesztésekor célul tűztük ki háborús árokmaradványok detektálását is, melyek méretei nagyobb keresési távolságot nem tesznek lehetővé. A felbontás növelésének az átlagos ponttávolság és a futási idő szab határt. Ez utóbbit figyelembe véve az 1 m² még nem eredményez magas értéket. A pontfelhő csökkentésére három különböző algorimust próbáltunk ki.

Elsőként 1 m²-es körzetben csak azokat a pontokat tartottuk meg, amelyek magassága egy bizonyos küszöbértéknél nagyobb mértékben eltér a leválogatott rész első pontjától (*Algoritmus:THn*). A második eljárásban a magassági eltéréseket a vizsgált terület átlagos magasságához viszonyítottuk. Kiszámoltuk az átlagmagasságtól való eltérések abszolút értékeinek átlagát, majd azokat a pontokat tartottuk meg, amelyek eltérése ennél az átlagnál nagyobb (*Algoritmus:ÁTL*). Végül teszteltünk egy olyan algoritmust, amely eredményként „n" darab, az átlagos magasságkülönbségtől legjobban eltérő pontot tart meg (*Algoritmus:MAXn*). Az egyes megoldásokat összehasonlítottuk a szabályos pontfelhőritkítási megoldásokkal is. A tapasztalat azt mutatta, hogy az első eljárás vezet a legjobb eredményre, így ezt használva kitöröltük azokat a pontokat, amik az adott környezetben nem mutattak szignifikáns magassági eltérést. A magassági küszöb növelésével a pontfelhő egyre csökken, és végül csak az egymástól kiugróan eltérő magasságú pontok maradnak meg. Azonban



2. ábra A bombakráterek azonosítása a Salzgitter-i mintaterületen: 33 db referenciakráterből 30 db azonosítva, téves azonosítás nélkül

van egy minimális pontmennyiség, ami alá még nagyon nagy magassági küszöb esetén sem csökkenhet a pontmennyiség. Ennek oka, hogy az algoritmus minden esetben megtartja legalább azt a pontot, amihez képest az elemzést végzi, elkerülve ezzel, hogy a pontfelhőt megsemmisítsük (Juhasz A. – Neuberger H. 2016). Az eljárás jelenleg MATLAB környezetben fut, viszonylag kis mennyiségű adaton (200.000 pont). A hatékonyság, a gyorsaság, az automatizálás és a feldolgozandó állományok méretének növelése érdekében az eljárást PCL (Point Cloud Library) függvénykönyvtár segítségével fejlesztjük tovább C++ nyelven.

A harmadik fő lépés a lehatárolt potenciális területen lévő redukált pontfelhőből előállított domborzatmodellen történő bombakráter azonosítás volt (*2. ábra*). Ez az eljárás is több lépcsőben készült a köztes tapasztalatok felhasználásával (Neuberger H. et al. 2017). A módszer lépései a DTM beolvasása után az alábbiak:

- Trendfelület kialakítása simításokkal (10–50 ismétlés),
- Különbségkép előállítása az eredeti és a trendfelületből,
- Küszöbölés a célobjektumok magassági eltéréseinek figyelembe vételével (5–15 cm küszöbérték),
- Az irrelevánsan kicsi és nagy pixelfoltok törlése, a kráterek valós méreteit figyelembe véve a minimális és maximális értékeket 5 és 35 méternek megfelelő pixelszámban határoztuk meg,
- Morfológiai szűrők (Closing, Opening) és kitöltés (Fill) használata egyrészt azért, hogy egybefüggő, folytonos foltok, illetve pixel „fánkok" alakuljanak ki, melyeket kitölthetünk, valamint a pixelfoltok méretének csökkentése és a gyakran előforduló vékony lineáris objektumok kitörlése érdekében,
- Végül ismételten elvégeztük a túl kicsi és túl nagy objektumok törlését.

Ezeket a lépéseket végrehajtva igen jó eredmények érhetők el, de jelentős számú téves detektálás is történhet, valamint az „átfedő" kráterek elkülönítése is problémás. Előbbire a megoldást az eredményül kapott objektumok körségének vizsgálata jelentette, míg az átfedő kráterek elkülönítésére a „Distance transformation" megoldást alkalmaztuk (A. Juhász – H. Neuberger 2018).

Eredmények

A három német tesztterületen az erdők részaránya 6%,10%, és 20% volt. Ennek megfelelően a vizsgálandó területeket sikerült jelentős mértékben csökkenteni: az eredeti kiterjedés 18%, 35%, és 55%-ára.

1.táblázat A kráter detektálás eredményei a mintaterületeken

	Kráter-szám (ref)	Valós találat	Téves találat	Teljesség (%)	Helyesség (%)	Minőség (%)
Salzgitter	33	30	0	90,9	100,0	90,9
Rheine 1	56	35	5	62,5	87,5	57,4
Rheine 2	37	27	21	73,0	56,2	46,6

A potenciális területeket prezentáló maszkok alatti pontfelhő részleteken végrehajtott pontszám redukálás eredményeként 10–20%-a maradt meg az eredeti pontfelhőnek (Juhász A. – Neuberger H. 2016).

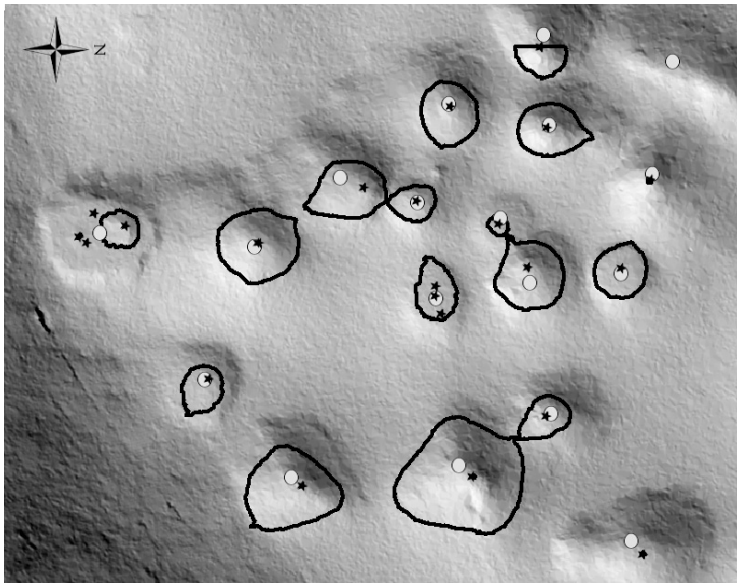
A mintaterületeken végrehajtott bombakráter detektálás eredményeit az *1. táblázatban*, illetve a *2. ábrán* (Salzgitter) mutatjuk be. Az oszlopok definícióját az 1–3 képletek adják. Az eljárás paraméterei az első területre lettek optimalizálva, így nagy valószínűséggel a 2. és 3. területek esetében is jobb eredmények érhetők el a paraméterek területspecifikus definiálásával.

$$Teljesség = \frac{Valós\ találat}{Referencia\ kráterek\ száma} \tag{1}$$

$$Helyesség = \frac{Valós\ találat}{Valós + Téves\ találatok} \tag{2}$$

$$Minőség = \frac{Valós\ találat}{Referencia\ kráterek + Téves\ találatok} \tag{3}$$

A negyedik teszterület egyfajta kitekintést jelentett más tudományág felé. A jósvafői területen a cél az ott jelenlévő töbrök detektálása volt. Mivel a célobjektumok mérete jelentősen eltért a bombakráterektől, ezért egyes paramétereket meg kellett változtatni: vízszintes kiterjedést, a törlendő kis objektumok nagyságát és a körség mértékét. Az eljárás első lépésében a kifejlesztett algoritmus segítségével meghatároztuk a mintaterületen található töbrök egy-egy belső pontját, majd ezeket összevetve a DTM lokális minimum pontjaival (Sink) egyértelműen be lehetett azonosítani az egyes töbrök legmélyebb pontját, pontjait. Ezeket kiindulási adatként



3. ábra Töbörazonosítás jósvafői mintaterületen; az algoritmus által azonosított töbörpontok (○) és kiválasztott mélypontok (*) és a töbrök peremvonalai

felhasználva, egy korábban publikált (Látos T. et al 2016) feldolgozási eljárás segítségével (Watershed, Zonal fill, Raster Calculator) lehatároltuk a keresett objektumokat. Ez esetben az általunk kidolgozott algoritmus a kiindulási információk kinyerésére volt alkalmas, kizárva a téves azonosítást. A teszterületen elhelyezkedő töbröknek azonban nem mindegyikét sikerült lehatárolni, annak ellenére, hogy a módszerünk minden töbörhöz hozzá tudott rendelni egy-egy belső pontot (*3. ábra*).

Összefoglalás

A kifejlesztett eljárás alkalmas arra, hogy nagy kiterjedésű LiDAR pontfelhő és a potenciális kutatási helyszíneket reprezentáló vektoros rétegek alapján automatikusan leválogassa a releváns pontfelhő részeket, redukálja a pontok számát, megtartva a detektálás szempontjából fontos pontokat és végül azonosítsa az objektumokat. Természetesen a paramétereket szükséges optimalizálni a célobjektumok geometriájától és elhelyezkedésétől függően. Összefoglalóan az alábbi megállapításokat tehetjük:

- A valós minimális és maximális méretek, az irreleváns kis objektumok mérete és a megfelelő körség érték definiálása kiemelten fontos,
- A küszöbértéket a végrehajtott simítások száma befolyásolja, de fontos szempont a célobjektumok relatív mélysége is, különösen akkor, ha lokális magassági eltérések változatos mértékűek.

A módszer minden olyan (egyelőre körszerű) objektum automatikus detektálására alkalmas, amelyeknek szignifikáns relatív magassági eltérése van a környezetükhöz képest és a vizsgált terület domborzatmodellje is rendelkezésre áll. Ilyenek feladatokkal a legkülönbözőbb tudományos szakterületeken találkozhatunk. A teljesség igénye nélkül például a sírhalmok, a földfelszín morfológiai jelenségei, a kátyúk vagy akár a bőrön található szemölcsök azonosítása is megvalósítható.

Felhasznált irodalom

Juhász A. – Neuberger H. (2018): Automatic identification of bomb craters and their potential areas. Mitteilungen der Osterreichischen Geographischen Gesellschaft, Austrian Academy of Sciences Press, pp. 1–13.

Juhasz A. – Neuberger H. (2018): Automatic selection of potential WWII bombed areas by using spatial data. Pollack Periodica: An international journal for engineering and information sciences, 13, pp. 1–12.

Juhász A. – Neuberger H. (2016): Objektum detektálás LiDAR adatokból a pontsűrűség függvényében. Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában 7. Debrecen University Press, pp. 345–352.

Látos T. – Telbisz T. – Deák M. – Székely B. – Koma Zs. – Standovár T. (2016): LiDAR és topográfiai térkép alapú digitális terepmodellekből levezetett, illetve kézzel digitalizált töbör-körvonalak morfometriai összehasonlítása az Aggteleki-kraszt példáján. Karsztfejlődés XX, pp. 145–165.

Neuberger H. – Juhász A. – Christian Kruse (2017): Automatic detection of World War II objects based on airborne LiDAR data. Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában 8. Debrecen University Press, pp. 259–265.

Szabó Sz. – Enyedi P. – Horváth M. – Kovács Z. – Burai P. – Csoknyai T. – Szabó G. (2015): 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.

A városterjedés hatásainak becslése korábbi mezőgazdasági területek talajaira távérzékelt adatok alapján

Novák Tibor[1] – Túri Zoltán[2]

[1] DE TTK, Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, novak.tibor@science.unideb.hu
[2] DE TTK, Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, turi.zoltan@science.unideb.hu

Abstract: Sealing of former agricultural soil surfaces, or covering it by anthropogenic materials are increasing worldwide due to a numerous factors such as economic growth, population increase, rising living standards, availability of cheap agricultural land, inner city problems and enhanced personal mobility. Conversion of agricultural land to residential or recreational peri-urban land is an important challenge that has received little attention thus far. In case of Debrecen and surrounding peri-urban settlements this extension was detected and mapped between 1990–2012, using existing land cover and remote sensed datasets. Totally 296 ha were delineated, which are mostly new residential areas with small gardens, in one case a recreational area was constructed. The identification of these areas allows a 'space for time substituion' designed study of soil transformations in the future.

Bevezetés

A városi területek térbeli kiterjedése a gazdasági fejlődés, a népesség dekoncentrációja, az emelkedő életszínvonal iránti igények, a mezőgazdasági területek alacsony árfekvése, a belvárosi térségek halmozódó közlekedési problémái, a javuló egyéni mobilitási képesség és sok más tényező következtében világszerte növekvő tendenciát mutat még a csökkenő népességű térségekben is (Urban sprawl in Europe 2016; Gardi 2017). Az 1950-es évek közepe óta az európai települések összterülete átlagosan 78%-kal nőtt, míg lakosságszámuk mindössze 33%-os emelkedést mutat (Landscapes in transition 2017). A városok, településegyüttesek és a közlekedési hálózatok térbeli mintázata gyorsan változik (*1. táblázat*). Egy 32 európai országot magában foglaló vizsgálat szerint 2006 és 2009 között a térbeli terjedés elsősorban a városperemi térségek tágabb környezetében, a jelentősebb közlekedési és szállítási útvonalak, valamint a tengerpartok mentén történt (Landscapes in transition, 2017; Villa et al. 2018). A városterjedés másik jellemző folyamata a városkörnyéki településrészek beépítési sűrűségének fokozódása (Villa et al. 2018).

A lakó- és rekreációs övezetek által elfoglalt, korábban megművelt területeken alapvetően megváltoznak a talajokra jellemző folyamatok, anyagmérlegek. Míg a burkolt és a beépített felszíneken a számos szerző által részletesen vizsgált talajbolygatás, -szennyezés és -lefedés zajlik (Bidló et al. 2014; Vince et al. 2014; Farsang et al. 2015), addig a lakó- és rekreációs övezetekben kialakult zöldfelületek talajainak változásaival eddig kevesen foglalkoztak, pedig arányukat tekintve térbeli kiterjedésük a ténylegesen beépítésre kerülő területekét meghaladja. A zöldfelületi területeken a korábbi művelt állapothoz képest nagyobb növényborítottság,

1. táblázat A városterjedés által 2006–2012 között elfoglalt területek felszínborításának/ földhasználatának (land cover/land use, LC/LU) megoszlása

Felszínborítási/földhasználati kategória	**szántó**	**gyep**	**erdő**	**természetközeli területek**
Részesedés a városterjedés során 2006–2012 között elfoglalt területekből	69%	22%	8%	1%

Forrás: Landscapes in transition 2017

valamint jelentős tápanyagbevitel melletti csökkenő talajbolygatás jellemző. Jelen tanulmányban ezen folyamatok későbbi vizsgálatához kerestünk különböző időszakokban beépült területeket, hogy a városterjedés során kialakuló felszínek tipizálásához, pontos térbeli lehatárolásához megfelelő mintaterületeket nyerjünk.

Anyag és módszer

A városterjedés mértékét Debrecenben és a debreceni agglomeráció néhány településén elemeztük a CORINE felszínborítás-változási (CORINE Land Cover Changes, CLCC) adatbázisok vektoros rétegeinek (Internet1) segítségével. Meg kell jegyeznünk, hogy a két vagy több időkeresztmetszet között a felszínborításban/ földhasználatban végbement változások vizsgálatához minden esetben csak a változás-adatbázisokból kinyert adatokat alkalmazhatjuk. Ennek oka, hogy a CLC (CORINE Land Cover) állapotrétegeken (CLC1990, CLC2000, CLC2006 és CLC2012) csak a 25 ha vagy az annál nagyobb méretű foltok, illetve a 100 m-nél szélesebb vonalas elemek jelennek meg. A változás-adatbázisok léptéke viszont ennél finomabb. A legkisebb ábrázolt egység 5 ha, továbbá a foltok körvonalainak minimum 100 m-es térbeli elmozdulása is megjelenik a változástérképezés során (Internet1). Ezek a felszínborítási és felszínborítás-változási adatbázisok közepes és nagy geometriai felbontású műholdfelvételekből számítógép-képernyőn történő vektorizálással és vizuális interpretációval készültek (Mari L. – Mattányi Zs. 2002). A változáspoligonok szűrése után, azok felhasználásával a Google Földön elérhető nagy térbeli felbontású űrfelvételeken határoztuk meg a városterjedés során átalakított mezőgazdasági területeket. Általában két-három éves időbeli gyakorisággal, a 2000-es évek elejétől érhetők el a mintaterületet vagy annak egy részét lefedő műholdas távérzékelt adatok a virtuális földgömbön, amelyek alkalmasak lehetnek az elmúlt 10-15 évben a felszínborításban/földhasználatban bekövetkezett változások azonosítására, továbbá a CLCC adatbázisok validálására.

Célunk az volt, hogy a mezőgazdasági területek rovására történő lakóhelyi funkciójú területnövekedés mértékét pontosan felmérjük, hiszen ez a funkcióváltás a talajok használatában lényeges változást jelent. A funkcióváltást a felszínborítási/ földhasználati kategóriák (Feranec et al. 1995; Büttner et al. 2001; Büttner et al. 2004) megváltozásával jellemeztük, amelyhez a felszínborítás-változási adatbázisok és a települések közigazgatási területeinek poligonjaival végeztünk térbeli

2. táblázat A mezőgazdasági területek rovására történő városterjedés jellemzéséhez használt felszínborítás/földhasználatosztály-mátrix (LC=land cover: felszínborítás; LU=land use: földhasználat)

Változás előtti Corine LC/LU	**Változás utáni Corine LC/LU**
211 nem öntözött szántóföldek	111 összefüggő településszerkezet
221 szőlők	112 nem összefüggő településszerkezet
222 gyümölcsösök, bogyósok	141 városi zöldterületek
241 egynyári kultúrák állandó kultúrákkal vegyesen	142 sport-, szabadidő- és üdülőterületek
242 komplex művelési szerkezet	

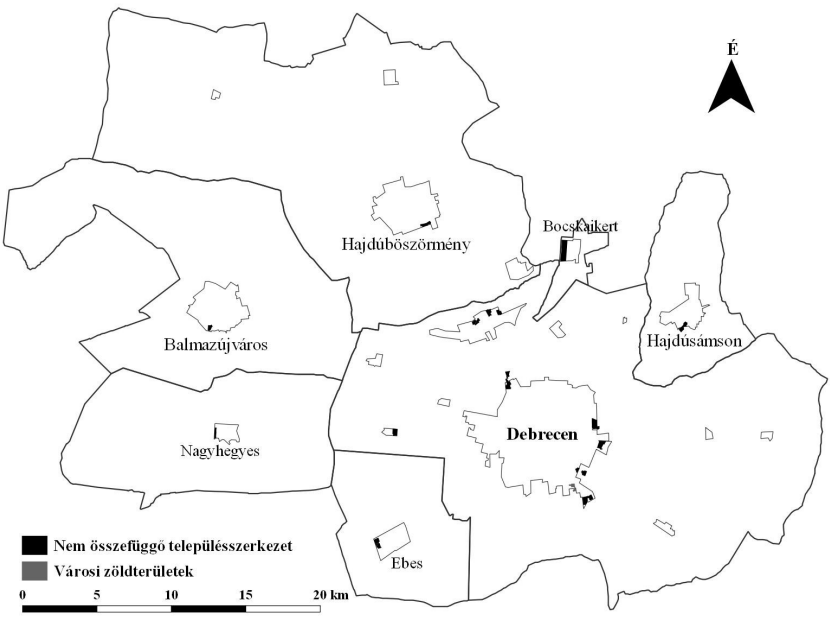
Forrás: saját szerkesztés

elemző műveleteket. A mintaterületen előforduló mezőgazdasági felszínborítási/földhasználati típusok átalakulását vizsgáltuk a városterjedés során kialakuló lakó- és rekreációs funkciójú felszínborítási/földhasználati osztályok bármelyikébe. Ehhez a *2. táblázatban* feltüntetett felszínborítás/földhasználatosztály-mátrixot hoztuk létre. Az így lezajlott felszínborítás/földhasználat-változások térbeli kiterjedését és típusát három időszakban 1990–2000, 2000–2006 és 2006–2012 között számszerűsítettük.

Eredmények

A változáspoligonok tematikus szűrése alapján a debreceni agglomeráció települései közül Debrecenben és szűkebb vonzáskörzetében (Hajdúböszörmény, Balmazújváros, Nagyhegyes, Bocskaikert, Ebes, Hajdúsámson) sikerült azonosítanunk a városterjedéshez kapcsolódó felszínborítási/földhasználati változásokat (*1. ábra*). A mezőgazdasági területek beépítése vagy városi zöldfelületekké alakítása a vizsgált három időszakban összesen 296 ha-nyi területet érintett (*3. táblázat*). A foltok térben általában elszórtan, a települési belterületek peremén helyezkednek el. Debrecen központi belterületének keleti szegélyén (Veres Péter-kert, Kondoros, József Attila-telep, Lencztelep) és a város egyéb belterületét képező Józsa északi részén az elmúlt évtizedekben kertvárosi jellegű beépítéssel átalakított területek térben koncentráltabban jelennek meg (*1. ábra*). Foltszám és területnagyság tekintetében 1990–2000 és 2000–2006 között figyelhetők meg jelentősebb változások, amelyek elsősorban az új kertvárosi övezetek kialakulásával, emellett Debrecenben a lakóparképítésekkel (pl. Liget lakópark, Fészek lakópark) is magyarázható.

A CORINE felszínborítás-változási poligonok műholdas távérzékelt adatokkal történő validálása során azt tapasztaltuk, hogy a mezőgazdasági területek beépítésével együtt járó felszínborítás/földhasználat-átalakulás nem minden esetben jelenik meg a CLCC adatbázisokban. Előfordul, hogy az adott térrészleten az egymást követő idősíkok CORINE állapotrétegei eltéréseket mutatnak a felszínborításban/földhasználatban, ezeket viszont a változástérképekre nem vezették át. Például Debrecen Tégláskert nevű városrészén a Fészek lakópark helyén a CLC1990



1. ábra A mezőgazdasági területek városterjedés okozta átalakulása a mintaterület településein 1990–2012 között (saját szerkesztés a CLCC adatbázisok [INTERNET1] felhasználásával)



2. ábra A Kishegyesi út–Határ út és a Debrecen–Füzesabony vasútvonal által határolt terület (fekete körvonalú poligonnal jelölve) 2003 telén (balra) és 2013 nyarán (jobbra) a Google Földön elérhető műholdfelvételeken

és CLC2000 adatbázisok szerint szántóföldek voltak, amelyek néhány évvel később a földrészletek felosztása révén az „építési munkahelyek" felszínborítási/ földhasználati típusba kerültek besorolásra (*2. ábra*). Ez a kb. 50 ha-os terület 2012-re összeolvadt a lakóparktól északra található Debrecen-Nagysándortelep nem összefüggő településszerkezetű városrészével (*2. ábra*). Ez is bizonyítja, hogy a CORINE felszínborítási és felszínborítás-változási adatbázisok mellett szükség van az elsősorban nagy geometriai felbontású légi és űrtávérzékelt adatok felhasználására a különböző időszakokban zajlott átalakulások elemzéséhez. Ez a későbbiekben lehetőséget nyújt a városterjedéssel érintett területek tipizálására és egyfajta 'space for time substitution' típusú vizsgálati elrendezéssel a talajok változásainak vizsgálatára.

3. táblázat A felszínborítás/földhasználat-változások térbeli kiterjedése és típusai a mintaterület településein 1990–2000, 2000–2006 és 2006–2012 között (LC=land cover: felszínborítás; LU=land use). A kategóriák megnevezéseit lásd a 2. táblázatban.

Település			Változás utáni Corine LC/LU			
			112		141	
			Foltszám	Hektár	Foltszám	Hektár
	Változás előtti Corine LC/LU		1990–2000			
Debrecen		**211**	5	86,45		
Ebes		**211**	1	8,31		
Hajdúsámson		**211**	1	16,47		
Hajdúböszörmény		**211**	1	13,13		
Debrecen		**242**			1	11,51
Balmazújváros		**242**	1	9,14		
			2000–2006			
Debrecen		**211**	5	55,64		
Ebes		**211**	1	11,49		
Nagyhegyes		**211**	1	8,62		
Debrecen		**242**	1	14,33		
Bocskaikert		**242**	1	51,33		
			2006–2012			
Debrecen		**211**	1	9,89		

Forrás: saját szerkesztés a CLCC adatbázisok (Internet1) felhasználásával

Diszkusszió

A városterjedés során a korábbi művelt területek helyén kialakuló felszínborítás diverzitása anyagát, funkcióját tekintve igen jelentős (Lyuri et al. 2010; Kalinina et al. 2011). A beépített, utakkal leburkolt, valamint a gyepesített, fás, cserjés növényekkel betelepített felszínek egymáshoz viszonyított aránya igen jelentős különbségeket mutat. Ugyanakkor ezek a területek a talaj szénmérlege, vízháztartása, tápanyagforgalma szempontjából is jelentősen különböznek. Ezek arányának ismerete, vizsgálata a jövőbeli szabályozás szempontjából rendkívül lényeges kérdés. A talajfelszín morfológiájának, tápanyag-, szén- és vízháztartásának későbbi vizsgálata céljából a városterjedés során létrejött lakó- és rekreációs területek kutatása csupán az első lépés. Az itt létrejött talajok nemcsak folyamataikat, felépítésüket tekintve, hanem osztályozási szempontból is új, megoldandó kérdéseket állítanak a talajtani kutatások elé (Farsang et al. 2015).

A mezőgazdasági területek átalakulása városperemi lakó- és rekreációs területekké számos tudományterület számára hoz új kihívásokat, amelyek eddig nem kerültek igazán a figyelem középpontjába. Szennyezettségük (Vince et al. 2014), szénmérlegben betöltött szerepük, potenciális szénelnyelő képességük

becslése (Bidló et al. 2014), felmérése a jövőbeli tervezés szempontjából alapvető fontosságú. Nem utolsó sorban az így kialakult antropogén talajok osztályozása számos talajosztályozási rendszerben szintén problémákat vet fel, melyek megoldásához első lépésként ezen területek azonosítása, pontos jellemzése és vizsgálata szükséges.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány a Bolyai János Kutatási ösztöndíj támogatásával készült. A kutatást a TNN 123457 és az EFOP-3.6.1-16-2016-00022 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Felhasznált irodalom

Bidló A. – Gálos B. – Horváth A. (2014): The impact of climate change on carbon storage of urban soils. Geophysical Research Abstracts, 16, EGU2014-13493.

Büttner Gy. – Bíró M. – Maucha G. – Petrik O. (2001): Land Cover mapping at scale 1:50.000 in Hungary: Lessons learnt from the European CORINE programme. , In: Buchroithner, M. F. (ed.) A Decade of Trans-European Remote Sensing Cooperation, Proceedings of the 20th EARSeL Symposium, A.A.Balkema Publishers, Lisse, pp. 25–31.

Büttner Gy. – Maucha G. – Bíró M. – Kosztra B. – Pataki R. – Petrik O. (2004): National Land Cover Database at Scale 1:50000 in Hungary. EARSeL eProceedings, 3, pp. 323–330.

Farsang A. – Szolnoki Zs. – Bartha K. – Puskás I. (2015): Javaslat az antropogén talajok osztályozására a hazai, megújuló osztályozási rendszer keretei között. Agrokémia és Talajtan, 64(1), pp. 299–316.

Feranec, J. – Oťaheľ, J. – Pravda, J. (1995): Proposal for a methodology and nomenclature scale 1:50.000 CORINE Land Cover Project. Final Report. Institute of Geography, Slovak Academy of Sciences, Bratislava.

Gardi, C. (2017): Is urban expansion a problem? In: Gardi, C. (eds.) Urban Expansion, Land Cover and Soil Ecosystem Services, Routledge, London and New York, pp. 3–18.

Landscapes in transition: An account of 25 years of land cover change in Europe, 2017. European Environment Agency Report 10. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017, 88 p.

Lyuri, D. I. – Goryachkin, S.V. – Karavaeva, N.A. – Denisenko, E.A. – Nefedova, T.G. (2010): Dynamics of agricultural lands of Russia in XX century and postagrogenic restoration of vegetation and soils. Geos, Moscow, 420 p. (in Russian)

Kalinina, O. – Krause, S. E. – Goryachkin, S. V. – Karavaeva, N. A. – Lyuri, D.I. – Giani, L. (2011): Self-restoration of post-agrogenic chernozems of Russia: Soil development, carbon stocks, and dynamics of carbon pools. Geoderma, 162, pp. 196–206.

Mari L. – Mattányi Zs. (2002): Egységes európai felszínborítási adatbázis a CORINE Land Cover program. Földrajzi Közlemények, 126(1–4), pp. 31–38.

Urban sprawl in Europe (2016): Joint EEA-FOEN report. European Environment Agency Report 11. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2016, 140 p.

Villa, P. – Malucelli, F. – Scalenghe, R. (2018): Multitemporal mapping of peri-urban carbon stocks and soil sealing from satellite data. Science of the Total Environment, 612, pp. 590–604.

Vince T. – Szabó Gy. – Csoma Z. – Sándor G. – Szabó Sz. (2014): The spatial distribution pattern of heavy metal concentrations in urban soils – a study of anthropogenic effects in Berehove, Ukraine. Central European Journal of Geosciences, 6(3), pp. 330–343.

Internetes források

Internet1 – CORINE Land Cover – Copernicus Land Monitoring Service, Pan-European CORINE Land Cover Database, http://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover, Letöltés ideje: 2018. január

Természetes és természetközeli élőhelyek termőhelyi viszonyainak modellezése adatbányászati módszerekkel

Pásztor László[1] – Belényesi Márta[2] – Laborczi Annamária[3] – Kristóf Dániel[4] – Szatmári Gábor[5] – Pataki Róbert[6]

[1] tudományos főmunkatárs, osztályvezető, MTA ATK TAKI, pasztor@rissac.hu
[2] térinformatikai szakügyintéző, BFKH FTFF, belenyesi.marta@bfkh.gov.hu
[3] tudományos segédmunkatárs, MTA ATK TAKI, laborczi@rissac.hu
[4] távérzékelési kutatásfejlesztési felelős, BFKH FTFF, kristof.daniel@bfkh.gov.hu
[5] tudományos segédmunkatárs, MTA ATK TAKI, szatmari@rissac.hu
[6] térinformatikai szakügyintéző, BFKH FTFF, pataki.robert@bfkh.gov.hu

A „Közösségi jelentőségű természeti értékek hosszú távú megőrzését és fejlesztését, valamint az EU biológiai sokféleség stratégia 2020 célkitűzéseinek hazai megvalósítását megalapozó stratégiai vizsgálatok" (KEHOP-4.3.0-15-2016-00001) projekt keretében folyó Nemzeti Ökoszisztéma-Szolgáltatások Térképezése és Értékelése (NÖSZTÉP) meghatározó szakmai mérföldköve egy aktuális ökoszisztéma alaptérkép. A térkép kategóriarendszerének alapja a hazai átfogó élőhely-osztályozás, az Általános Nemzeti Élőhely-osztályozási Rendszer (ÁNÉR, Bölöni et al. 2011), mely mind ökológiai, mind természetvédelmi célú térképezésekben szélesen elterjedt. Mivel az ÁNÉR beosztása a természetes élőhelyek esetén jóval részletesebb, mint amit az ökoszisztéma térképezés lehetővé tesz, ezért az ÁNÉR kategóriákat a térképezhetőségnek megfelelően összevontan kezeljük.

A térképezés legpontosabban terepi felméréssel volna megvalósítható, ugyanakkor annak kivitelezése reális időtávon belül még megfelelő anyagi keretek között is lehetetlen lenne. Következésképpen a térkép meglévő, ugyanakkor a lehető leginkább az aktuális valós állapotot tükröző adatokra támaszkodik, melyek terepi felmérésen, a gazdálkodók önbevallásán alapulnak, illetve távérzékelésből levezett térképek, mint a finomított Corine felszínborítás adatbázis vagy a Copernicus nagyfelbontású adatbázisok.

A kialakított kategóriarendszer olyan természetes és természetközeli élőhelyeket is tartalmaz, amelyek a felhasznált adatbázisok és távérzékelt információk alapján nem, vagy nem kellő biztonsággal határolhatók le. Felmerült ezért termőhelyi információk felhasználásának gondolata, mivel bizonyos termőhelyi kombinációk megléte valószínűsítheti adott élőhely és ezáltal ökoszisztéma jelenlétét. Igaz jelenlétéről nem ad biztos információt, ezért a termőhelyi indikációt a megfigyelésen alapuló adatok mellett érdemes figyelembe venni. Az abiotikus termőhelyi jellemzők közül országosan, viszonylag nagy térbeli felbontásban a talajok fizikai, kémiai tulajdonságairól állnak rendelkezésre térképi alapú adatok (Pásztor et al. 2017), melyeket Somodi és munkatársai is eredményesen használtak Magyarország Potenciális Vegetációjának többrétegű becsléseiben (Somodi et al. 2017).

Elsőként távérzékelési adatok alapján azonosított gyepek részletesebb ökoszisztéma besorolásának megvalósítása és ezen ökoszisztémák térbeli lehatárolása céljából végeztünk térinformatikai elemzéseket. A vizsgálatok első eredményeképpen a legfrissebb országos mésztartalom térkép alapján két ÁNÉR kategória (mészkedvelő, illetve szilikát sziklagyepek) szignifikáns különbségét sikerült kimutatni 2%-os $CaCO_3$ tartalom határértékkel. Ennek eredményeképpen egy kétosztályos talaj mésztartalom térkép alapján nagy biztonsággal szétválaszthatók, illetve azonosíthatók a spektrálisan egyébiránt elhanyagolható különbséget mutató gyepi élőhelyek.

Az eredményen felbuzdulva komplexebb módon kezdtük el az abiotikus termőhelyi sajátosságok és élőhely típusok összefüggés vizsgálatait. Ennek során ÁNÉR besorolású térképi referencia adatok alapján adatbányászati módszerekkel vizsgáljuk gyepterületek, vizenyős területek és bizonyos erdőtípusok előfordulási helyeinek talajtani, termőhelyi jellemzőit. A feltárt és osztályozási szabályokba foglalt összefüggéseket az élőhelyek előfordulásának becslésére használtuk. Az élőhely típusok előfordulására vonatkozó becslések pontosítására a talajtani jellemzőket kiegészítettük további, távérzékelt képi információkkal. A gépi tanuláson alapuló modellek a kézirat elkészítésekor még futnak, az eredményekről elsőként a konferencián tartandó előadásunkban fogunk beszámolni.

Munkánk a „Közösségi jelentőségű természeti értékek hosszú távú megőrzését és fejlesztését, valamint az EU biológiai sokféleség stratégia 2020 célkitűzéseinek hazai megvalósítását megalapozó stratégiai vizsgálatok” (KEHOP-4.3.0-15-2016-00001) projekt keretében folyik.

Felhasznált irodalom

Bölöni J. – Molnár Zs. – Kun A. (szerk.) (2011): Magyarország élőhelyei. A hazai vegetációtípusok leírása és határozója. ÁNÉR 2011 MTA ÖBKI, Vácrátót, Hungary.

Pásztor L. – Laborczi A. – Szatmári G. – Takács K. – Illés G. – Szabó J. (2017): Mi várható a megújult hazai talaj téradat infrastruktúrától? In: Balázs Boglárka (szerk.) Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VIII. Debreceni Egyetemi Kiadó, pp. 277–285.

Somodi I. – Molnár Zs. – Czúcz B. – Bede-Fazekas Á. – Bölöni J. – Pásztor L. – Laborci Á. – Zimmermann N.E. (2017): Implementation and application of Multiple Potential Natural Vegetation models – a case study of Hungary. Journal of Vegetation Science, 28(6), pp. 1260–1269.

A talajtulajdonság térképeken túl; talajfunkciók és szolgáltatások digitális térképezésének lehetőségei

Pásztor László[1] – Laborczi Annamária[2] – Szatmári Gábor[3] – Takács Katalin[4] – Koós Sándor[5]

[1] tudományos főmunkatárs, osztályvezető, 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 munkatárs, MTA ATK TAKI, koos@rissac.hu

Absztrakt: A talajtakaró állapotának felméréséhez, a bekövetkező változások nyomon követéséhez kapcsolódó feladatok szempontjából kiemelt fontosságú a talajokra vonatkozó ismeretek térbeli érvényességének vizsgálata, a talajtulajdonságokon túl a talajfunkciók és a talajjal kapcsolatos folyamatok regionalizálása. Az utóbbi években a térbeli talajinformációk értelmezésében és előállításában paradigmaváltás következett be. Az újonnan előállított talaj téradatok tematikájukban, azok reprezentációjában, mélységi jellegükben messze túlmutatnak a korábbi térképek tematikus tartalmain. A térképezett talajtani változókat a tematikai robosztussággal szemben a feladat-orientáltság jellemzi, ami utat nyit olyan általánosabb értelemben vett talajtérképek kidolgozásához, amelyek talajfunkciókat, folyamatokat, szolgáltatásokat regionalizálnak.

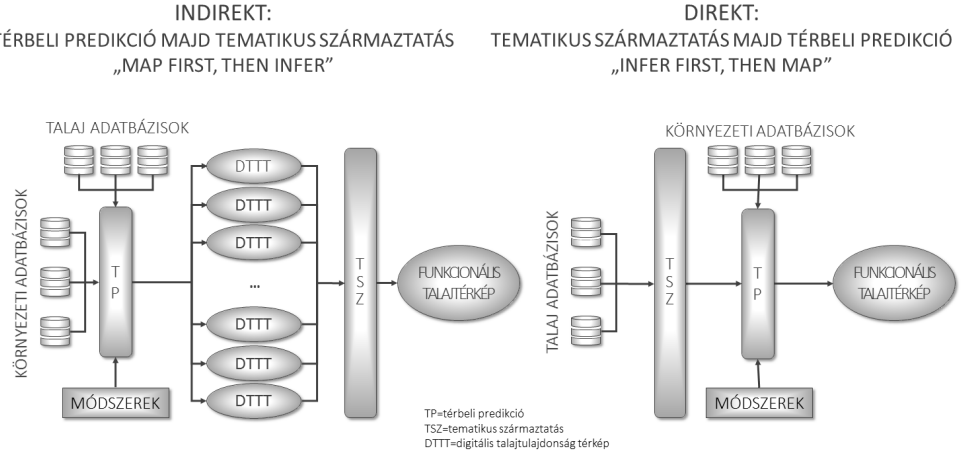
Háttér

Számos szakterület és társadalmi kihívás kezelése támaszkodik a talajtakaró megbízható térbeli jellemzésére. A talajokra vonatkozó információigény korábban is jelentős volt, napjainkban azonban amellett, hogy erőteljesen bővül, egyidejűleg jellege is változik (Blum W.E.H. 2005; Panagos et al. 2012; Omuto et al. 2013; McBratney et al. 2014). A talajokról gyűjtött adatok körét és az azok alapján szerkesztett térképek tematikáját döntően a talaj, korábban szinte kizárólagosan tekintetbe vett, biomassza termelésre vonatkozó funkciója határozta meg (Mueller et al. 2010). Az általánosabb szolgáltatásokkal, a talaj multifunkcionalitásával kapcsolatos igények csak az utóbbi időben kezdik elérni a kritikus szintet, amelyek kielégítésére megoldásokat kell nyújtania a kvantitatív talajtannak és talajtérképezésnek (Brevik et al. 2015; Minasny B. – McBratney A.B. 2015; Keesstra et al. 2016; Vereecken et al. 2016; Arrouays et al. 2017).

Az utóbbi évtizedben a térbeli talajinformációk értelmezésében és előállításában paradigmaváltás következett be (Hartemink et al. 2008; Lagacherie P. – McBratney A.B. 2007). A talajjellemzők térképi megjelenése kvantitatív térbeli becslés eredménye, melyet kiegészít a predikció globális és lokális bizonytalansága (Heuvelink G.B.M. – Webster R. 2001; Brus D.J. – Heuvelink G.B.M. 2007; Truong P.N. – Heuvelink G.B.M. 2013; Heuvelink G.B.M. 2014). Az ún. SCORPAN modellen (McBratney et al. 2003) alapuló, legkorszerűbb

talajtérképezési technológiákat jellemzően elsődleges talajtulajdonságok nagy felbontású térbeli becslésére dolgozták ki (Adhikari et al. 2013; Arrouays et al. 2014; Viscarra Rossel et. al 2015; Hengl et al. 2017; Mulder et al. 2016).

A nemzetközi irányokkal szinergiában a hazai talaj téradat infrastruktúra megújulása is megkezdődött a rendelkezésre álló erőforrások és lehetőségek maximális kiaknázásával, valamint a társadalmi igények figyelembevételével. A DOSoReMI.hu (Digital, Optimized, Soil Related Maps and Information in Hungary; azaz Digitális, Optimalizált, Általános értelemben vett Talajtérképek és Térbeli Információk) kezdeményezés kimondott célja a hazai talaj téradat infrastruktúra megújítása. Ennek során újragondoltuk a talaj téradatok előállításának és szolgáltatásának kereteit (Pásztor et al. 2017a). Az elmúlt két-három évben folyamatosan születtek országos fedettségű, tematikus talajtulajdonság térképek a talaj egyes rétegeire vonatkozóan, különböző digitális talajtérképezési módszerek felhasználásával (Pásztor et al. 2014; Pásztor et al. 2015; Laborczi et al. 2016; Pásztor et al. 2017b). Az egyes célváltozók modellezése különböző térbeli kiterjesztési eljárások sorával történt (a módszerek, referencia és prediktor adatok változtatásával), melyek közül az eredménytérképekre elvégzett pontossági vizsgálatok alapján választottuk ki a legjobban teljesítőt és egyben az azt szolgáltató paraméter együttest (referencia talajadat, segédváltozó sokaság, módszer). Az eddig elkészült országos termőréteg vastagság, textúra, szemcse frakciók, szabadföldi vízkapacitás, szervesanyag-tartalom, mésztartalom, pH térképek (amelyek megtekinthetők a www.dosoremi.hu honlapon) részben a GlobalSoilMap.net specifikációi szerint, részben azok kisebb-nagyobb mértékű változtatásával születtek a felhasználói igények figyelembevételével. Országos, térbeli lehatárolást igénylő problémák támogatására speciális, diagnosztikus talajjellemzőkre vonatkozó, nagy térbeli felbontású, unikális, országos térképeket szerkesztettünk, mely jellemzőkről soha korábban nem születtek térképi alapú elemzések, főképp nem a modellezésben használt egyhektáros felbontásban az ország teljes területére vonatkozóan (Pásztor et al. 2017c). Az elkészült térképek sokrétűen hasznosultak



1. ábra Általánosabb értelemben vett talajjellemzők térképezésének meghatározó lehetőségei

többek közt az agrárkörnyezeti programok területi lehatárolása, öntözésre alkalmas területek kijelölése, természeti hátrányokkal érintett területek lehatárolása, belvíz területi előfordulásának kockázati modellezése, erózió és defláció veszélyeztetettség térképezése, meteorológiai folyamatok előrejelzése, mezőgazdasági kárelhárítás rendszer működésének támogatása, ökoszisztéma szolgáltatások térképezése, országos területrendezési terv számára kiváló és jó termőhelyi adottságú szántó területek lehatárolása során.

Az elsődleges talajtulajdonságok térbeli becsléseinek kidolgozása közben folyamatosan foglalkoztat bennünket a másodlagos tulajdonságokat, funkciókat, szolgáltatásokat, folyamatokat regionalizáló, általánosabb értelemben vett talajtérképek szerkesztése akár az elkészült talajtulajdonság térképek tovább hasznosítása révén, akár az ezek elkészítése során kidolgozott eljárások tovább fejlesztésével (Pásztor et al. 2016a, 2016b).

Módszer

A talajfunkciók és -folyamatok kvantifikálása önmagában is jelentős kihívás, főképp, ha ezt térben kell elvégezni. Alapvetően két lehetőséget látunk (nem kizárva továbbiak azonosítását) ezen általánosabb értelemben vett talajjellemzők térképezésére (*1. ábra*). Az indirekt közelítés szerint már létező, elsődleges talajtulajdonság térképek képezik a kiindulást, és ezek szintjén történik a tematikus származtatás. A direkt megközelítés szerint a megfigyelések szintjén történik a térképezendő változó származtatása az elsődleges talajtulajdonságokból, és ezt követi a funkcióra, folyamatra vonatkozó jellemző közvetlen térbeli kiterjesztése. Mindkét módszernek vannak előnyei és hátrányai. A direkttel kapcsolatos legnagyobb nehézség a kidolgozott térképezési módszerek szűkössége. Kutatásunk során éppen ilyenek kidolgozására szeretnénk a fő hangsúlyt helyezni. Annak érdekében, hogy tesztelni tudjuk a direkt módszerrel származtatott predikciók feltételezett pontosabb voltát, egyrészt a regionalizáláshoz tartozó, inherens módon fogjuk kezelni a predikciók térbeli bizonytalanságának globális és lokális meghatározását. Másrészt pont ezek alapján összevetést tervezünk az indirekt (illetve az esetlegesen a későbbiekben azonosítandó további) módszerekkel származtatott, hasonló célváltozóra vonatkozó térképekkel. A térképezendő változókat az átalakítást, tárolást, szűrést, tompítást, táplálást, megőrzést etc., végző funkciók, illetve anyag- és energiaforgalmi folyamatok adatokkal viszonylagosan jól leírható, reprezentatív képviselői közül fogjuk több szempontot figyelembe véve kiválasztani.

Valószínűsített eredmények

A most kezdődött pályázatunk keretében tervezett, egyes talajfunkciók, illetve a talajjal kapcsolatos folyamatok térbeli predikciójának kidolgozása, továbbá ezek bizonytalanságának modellezése mind az alapkutatás, mind a társadalmi hasznosulás szempontjából értékes eredményekkel szolgálhat. Mivel a talajok általánosabb

szolgáltatásaira, multifunkcionalitására vonatkozó ismeretek térbeli kiterjesztése nemzetközi szinten is élvonalbeli kutatások tárgya, a módszerek kidolgozása nemzetközileg is nóvumként megjelenve színvonalas publikációkat ígér. A talajok egyes, korábban nem térképezett funkcióinak, illetve folyamatainak számszerű, térbeli leírásából származó cél-specifikus, digitális térbeli talajinformációk a folyamatosan bővülő Nemzeti Talaj Téradat Infrastruktúra – melynek megőrzése, fenntartása és folyamatos fejlesztése országos szinten is kiemelt jelentőségű – meghatározó szegmensét képviselik. A kidolgozásra kerülő térbeli predikciók közvetlen módon a kutatók és a döntéshozók tevékenységéhez nyújtanak értékes geoinformációt, közvetetten pedig a társadalom szélesebb rétegeit szolgálják a talajfunkciók és szolgáltatások fenntartásának támogatásával a fenntartható fejlődés érdekében, illetve annak keretei közt.

Köszönetnyilvánítás

Kutatásunkat a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal támogatásával végezzük (KH-126725).

Felhasznált irodalom

Adhikari, K. – Kheir, R.B. – Greve, M.B. – Bøcher, P.K. – Malone, B.P. – Minasny, B. – McBratney, A.B. – Greve, M.H. (2013): High-resolution 3-D mapping of soil texture in Denmark. Soil Sci Soc Am J 77, pp. 860–876.

Arrouays, D. – Grundy, M.G. – Hartemink, A.E. – Hempel, J.W. – Heuvelink, G.B.M. – Hong, S.Y. – Lagacherie, P. – Lelyk, G. – McBratney, A.B. – McKenzie, N.J. – Mendonça-Santos, M.L. – Minasny, B. – Montanarella, L. – Odeh, I.O.A. – Sanchez, P.A. – Thompson, J.A. – Zhang, G.L. (2014): GlobalSoilMap: towards a fine-resolution global grid of soil properties. Adv Agron, 125, pp. 93–134.

Arrouays, D. – Lagacherie, P. – Hartemink, A.E. (2017): Digital soil mapping across the globe. Geoderma Reg, 9, pp. 1–4.

Blum, W.E.H. (2005). Functions of soil for society and the environment. Rev Environ Sci Biotechnol, 4, pp. 75–79.

Brevik, E.C. – Calzolari, C. – Miller, B.A. – Pereira, P. – Kabala, C. – Baumgarten, A. – Jordán, A. (2015): Soil mapping, classification, and pedologic modeling: History and future directions. Geoderma, 261, pp. 190–203.

Brus, D.J. – Heuvelink, G.B.M. (2007): Towards a Soil Information System with quantified accuracy; Three approaches for stochastic simulation of soil maps. Wageningen, Statutory Research Tasks Unit for Nature and the Environment. WOt-rapport, 58, 96 p.

Hartemink, A.E. – McBratney, A.B. – Mendonça-Santos, Mde L. (2008): Digital Soil Mapping with Limited Data. Springer, Dordrecht, 446 p.

Hengl, T. – Mendes de Jesus, J. – Heuvelink, G.B.M. – Ruiperez Gonzalez, M. – Kilibarda, M. (2017): SoilGrids250m: global gridded soil information based on machine learning. PLoS One 12(2), e0169748.

Heuvelink, G.B.M. (2014): Uncertainty Quantification of GlobalSoilMap Products. In: Arrouays, D. – McKenzie, N.J. – Hempel, J.W. – Richer de Forges, A.C. – McBratney, A.B. (szerk.), GlobalSoilMap. Basis of the Global Soil Information System. Taylor & Francis, CRC press, Oxon, pp. 335–340.

Heuvelink, G.B.M. – Webster, R. (2001): Modelling soil variation: past, present and future. Geoderma, 100, pp. 269–301.

Keesstra, S.D. – Bouma, J. – Wallinga, J. – Tittonell, P. – Smith, P. – Cerdà, A. – Montanarella, L. – Quinton, J.N. – Pachepsky, Y. – van der Putten, W.H. – Bardgett, R.D. – Moolenaar, S. – Mol, G. – Jansen, B. – Fresco, L.O. (2016): The significance of soils and soil science towards realization of the United Nations Sustainable Development Goals. Soil, 2, pp. 111–128.

Laborczi A. – Szatmári G. – Takács K. – Pásztor L. (2016): Mapping of topsoil texture in Hungary using classification trees. J Maps, 12(5), pp. 999–1009.

Laborczi A. – Szatmári G. – Kaposi A.D. – Pásztor L. (2017): Comparison of soil texture maps synthetized from standard depth layers with directly compiled products. Geoderma (Under Review).

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. (szerk.), Digital Soil Mapping – An Introductory Perspective. Elsevier, Amsterdam, pp. 3–22.

McBratney, A. – Mendonça Santos, M. – Minasny B. (2003): On digital soil mapping. Geoderma, 117, pp. 3–52.

McBratney, A.B. – Field, D.J. – Koch A. (2014): The dimensions of soil security. Geoderma, 213, pp. 203–213.

Minasny, B. – McBratney, A.B. (2015): Digital soil mapping: A brief history and some lessons. Geoderma, 264(Part B), pp. 301–311.

Mueller, L. – Schindler, U. – Mirschel, W. – Shepherd, T.G. – Ball, B.C. – Helming, K. – Rogasik, J. – Eulenstein, F. – Wiggering, H. (2010): Assessing the productivity function of soils. A review. Agron Sustain Dev, 30, pp. 601–614.

Mulder, V.L. – Lacoste, M. – Richer-de-Forges, A.C. – Arrouays, D. (2016): GlobalSoilMap France: high-resolution spatial modelling the soils of France up to two meter depth. Sci Total Environ, 573, pp. 1352–1369.

Négyesi G. – Lóki J. – Buró B. – Szabó J. – Bakacsi Zs. – Pásztor L. (2015): The potential wind erosion map of an area covered by sandy and loamy soils – based on wind tunnel measurements Z Geomorphol, 59(1), pp. 59–77.

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. FAO, Rome, 69 p.

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, pp. 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. Hung Geogr B, 64(1), pp. 49–64.

Pásztor L. – Szabó J. – Bakacsi Zs. – Laborczi A. – Dobos E. – Illés G. – Szatmári G. (2014): Elaboration of novel, countrywide maps for the statisfaction of recent demands on spatial, soil related information in Hungary. In: Arrouays, D – McKenzie, N – Hempel, J – DeForges, A.C.R. – McBratney, A.B. (szerk.) GlobalSoilMap: Basis of the global spatial soil information system. CRC Press-Taylor and Francis Group, Boca Raton FL. pp. 207–212.

Pásztor L. – Waltner I. – Centeri Cs. – Belényesi M. – Takács K. (2016a): Soil erosion of Hungary assessed by spatially explicit modelling. J Maps 12(Suppl), pp. 407–414.

Pásztor L. – Négyesi G. – Laborczi A. – Kovács T. – László E. – Bihari Z. (2016b): Integrated spatial assessment of wind erosion risk in Hungary. Nat Hazard Earth Sys, 16, pp. 2421–2432.

Pásztor L. – Laborczi A. – Szatmári G. – Takács K. – Illés G. – Szabó J. (2017a): Mi várható a megújult hazai talaj téradat infrastruktúrától? In: Balázs B. (szerk.) Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VIII. Debreceni Egyetemi Kiadó, pp. 277–285.

Pásztor L. – Laborczi A. – Bakacsi Zs. – Szabó J. – Illés G. (2017b): Compilation of a national soil-type map for Hungary by sequential classification methods. Geoderma, 311(1), pp. 93–108.

Pásztor L. – Laborczi A. – Takács K. – Szatmári G. – Fodor N. – Illés G. – Farkas-Iványi K. – Bakacsi Zs. – Szabó J. (2017c): Compilation of Functional Soil Maps for the Support of Spatial Planning and Land Management in Hungary. In: Pereira, P. – Brevik, E.C. – Muñoz-Rojas, M. – Miller, B.A. (szerk.) Soil Mapping and Process Modeling for Sustainable Land Use Management. Elsevier, Atlanta. pp. 293–317.

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. Geol Croat 68(3), pp. 273–283.

Truong, P.N. – Heuvelink, G.B.M. (2013): Uncertainty quantification of soil property maps with statistical expert elicitation. Geoderma, pp. 202–203, 142–152.

Vereecken, H. – Schnepf, A. – Hopmans, J.W. – Javaux, M. – Or, D. – Roose, T. – Vanderborght, J. – Young, M.H. – Amelung, W. – Aitkenhead, M. – Allison, S.D. – Assouline, S. – Baveye, P. – Berli, M. – Brüggemann, N. – Finke, P. – Flury, M. – Gaiser, T. – Govers, G. – Ghezzehei, T. – Hallett, P. – Hendricks Franssen, H.J. – Heppell, J. – Horn, R. – Huisman, J.A. – Jacques, D. – Jonard, F. – Kollet, S. – Lafolie, F. – Lamorski, K. – Leitner, D. – McBratney, A.B. – Minasny, B. – Montzka, C. – Nowak, W. – Pachepsky, Y. – Padarian, J. – Romano, N. – Roth, K. – Rothfuss, Y. – Rowe, E.C. – Schwen, A. – Šimůnek, J. – Tiktak, A. – van Dam, J. – van der Zee, S.E.A.T.M. – Vogel, H.J. – Vrugt, J.A. – Wöhling, T. – Young, I.M. (2016): Modeling soil processes: review, key challenges, and new perspectives. Vadose Zone J, 15, pp. 1–57.

Viscarra Rossel, R. – Chen, C. – Grundy, M. – Searle, R. – Clifford, D. – Campbell, P. (2015): The Australian three-dimensional soil grid: Australia's contribution to the GlobalSoilMap project. Soil Res, 53(8), pp. 845–864.

Waltner I. – Pásztor L. – Centeri Cs. – Takács K. – Pirkó B. – Koós S. – László P. (2018): Evaluating the new soil erosion map of Hungary – Qualitative validation and stakeholder analysis. Land Degrad Dev (FirstOnline Paper 2916.).

Települési fejlődési pályák Magyarország határ menti térségeiben

Pénzes János[1] – Papp István[2]

[1] egyetemi adjunktus, DE TTK Társadalomföldrajzi és Területfejlesztési Tanszék, penzes.janos@science.unideb.hu
[2] MSc, DE TTK Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, istvan2992@gmail.com

Abstract: Current study focuses on the issue of development paths of borderland settlements in Hungary. According to the territorial categorization made by the dataset of accessibility of border crossing points and the sections of borders major but decreasing disparities were discovered by the taxable income data between 1988 and 2016. The effect of border crossing points can be visible mainly in the case of the underdeveloped areas, but income dataset is significantly weakened by the foreign employment and taxation of Hungarian citizens primarily along the most developed sections of the borderland (e.g. in the Austrian-Hungarian border zone).

Bevezetés

Az államhatár mentén fekvő térségeket gyakran szokták a periférikus jelzővel illetni, mely nem csak földrajzi, hanem fejlettségi értelemben is érthető (Süli-Zakar I. 1992; Baranyi B. 2007). Különösen Közép-Európában (annak is a keleti térségében) kapcsolódott össze a határok fogalma az elmaradottsággal (Gorzelak 1996). Ennek oka elsősorban abban keresendő, hogy a trianoni békediktátum után újonnan megjelent államhatárok szétvágták a korábban kialakult regionális kapcsolatokat, természeti és gazdaság egységeket szeltek keresztül (Süli-Zakar I. 2014).

A határok általánosságban véve inkább tekinthetők a földrajzi tér állandó és változatlan elemeinek, és emiatt jobbára kényszerítő, mintsem serkentő szerepet játszanak a térbeli rendszerek működésében (Reichman S. 1993), azonban hatásuk komplex módon jelenhet meg. A határok esetében a különböző funkciók – elválasztó, szűrő, ütközőzóna (frontier) és összekötő funkció – egyszerre vannak jelen és együttes hatásuk alapvetően attól függ, hogy melyik érvényesül leginkább (Nemes Nagy J. 2009). A határ különböző funkciói és sajátosságai meghatározzák a környezetében elhelyezkedő terület karakterét is, ugyanakkor a határmenti térség is befolyásolja a határ működését (Hansen N. 1977).

Tanulmányunkban Magyarország határmenti településeinek jövedelmi folyamatait vizsgáltuk meg, így kifejezve a fejlettséget (nyilvánvalóan sarkítottan leegyszerűsítve a fejlettség többdimenziós mivoltát – Pénzes J. 2014), amely során igyekeztünk alkalmazni térinformatikai eszközöket is.

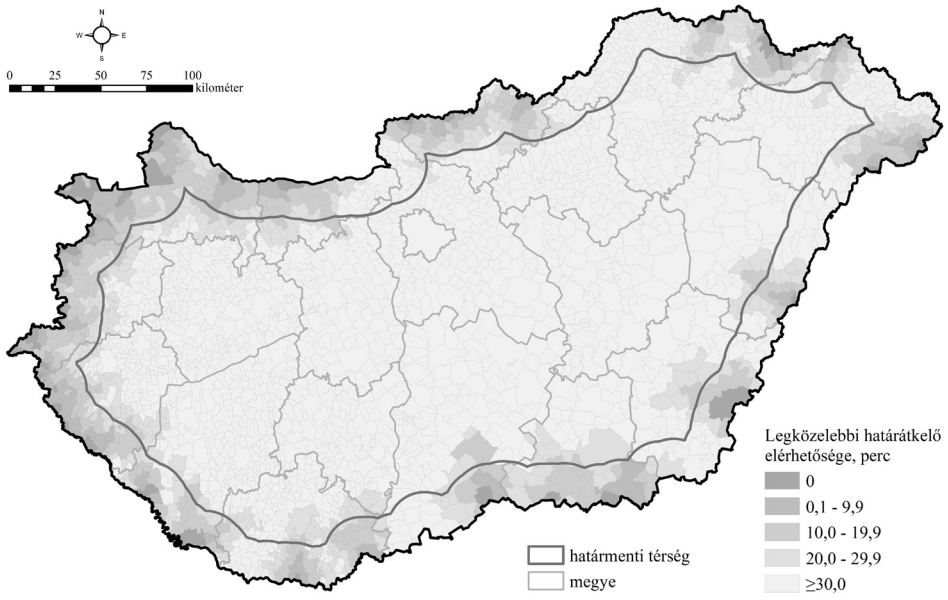
Anyag és módszer

Magyarország határainak és határmenti térségeinek vizsgálatában számos szemléletmódot és módszertani eszközt alkalmaztak (Hardi T. 2015). Ezek között a térinformatikai módszerek is megjelentek – akár a határátkelőhelyektől számított távolság figyelembe vételéről (pl. Nemes Nagy J. – Németh N. 2005; Lőcsei H. – Szalkai G. 2008), akár a határ menti zónák lehatárolásáról legyen szó (pl. Horváth 2007).

Bár az országhatár egyértelműen kijelöli a vizsgálati terület külső határát, azonban a határmenti térség megállapítása korántsem magától értetődő (Dusek T. 2004). A hazai szakirodalomban számos megközelítéssel lehet találkozni a határmenti térség lehatárolása kapcsán.

A határral közvetlenül érintkező, valamint az államhatártól légvonalban számított 20 kilométeren belül eső települések elkülönítésével (pl. Hoóz I. 1992) is lehet találkozni. Tanulmányunkban is ezt tekintettük kiindulási alapnak, azaz a határtól számított 20 km-es légvonalbeli távolságon belül elhelyezkedő települések (belterületük alapján) kerültek be a határmenti térségbe – a lehatároláshoz az ArcGIS 10 szoftvert és a GeoX Kft. ArcMagyarország adatbázisát használtuk. Hazánk 3155 települése közül 1224-et minősítettünk határmentinek.

A határmenti térség településeit határszakaszokra osztottuk, így minden szomszédos ország esetében különítettünk el térséget, sőt a leghosszabb szlovák-magyar határszakaszt a Duna-Ipoly torkolatánál nyugati és keleti szegmensre választottuk szét.

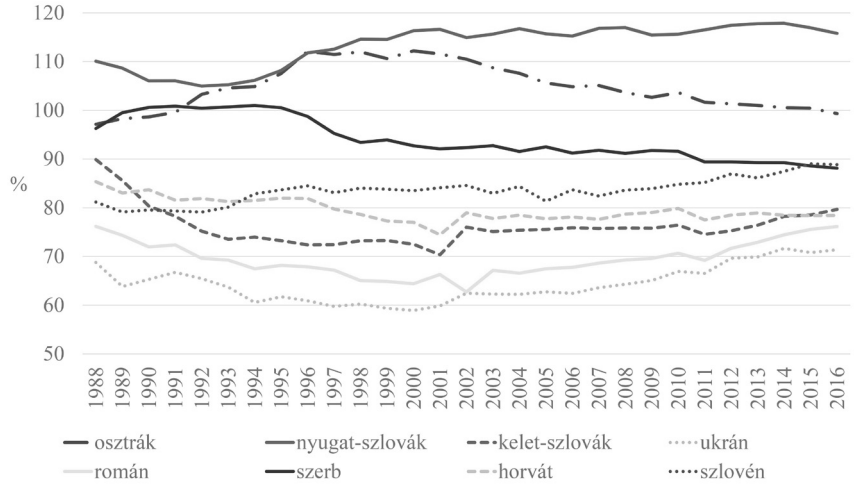


1. ábra A figyelembe vett határátkelőhelyek elérhetőségének alakulása 2016-ban, perc (saját szerkesztés a GeoX fedvényei)

Elérési időmátrixot számítottunk a hazai közúthálózatot alapul véve a közúti határátkelőhelyek és a települések között két időmetszetben – 2000-re és 2016-ra datálva. A közúti határátkelőhelyek esetében szűkítést tartottunk indokoltnak beiktatni, amely során csak azokat vettük figyelembe, amelyek 2010-ig megnyitásra kerültek (értelemszerűen a 2000-ben csak az addig átadottakkal dolgoztunk), folyamatos határátlépést tesznek lehetővé és 3,5 tonnánál nagyobb tömegű járművekkel is át lehet lépni a határt. Ezekre a szűkítési szempontokra azért volt szükség, hogy csak azokat a határátkelőhelyeket vehessük figyelembe, amelyek jó eséllyel valóban érdemben kihathatnak a területi és gazdasági fejlődésre – valódi és jelentős összeköttetést biztosítva a határ két oldal között (ebből a szempontból pl. még a teherautók számára átjárást nem biztosító Esztergom-Párkány (Štúrovo) határátkelő sem került be a vizsgálatba).

Az elérési időket az ArcGIS Network Analyst eszközeivel végeztük, a KRESZ szabályait figyelembe véve a leggyorsabb elérést biztosító módon, amellyel percben kaptuk meg az elérési időket (*1. ábra*). 2000 és 2016 között jelentős módosulás történt ebben, mivel – 2010-ig figyelembe véve – több határátkelőhelyet nyitottak meg (amelyek száma a vizsgálatunkban 34-ről 43-ra nőtt), valamint több közúthálózat-fejlesztés történt (a szerzők ezúton mondanak köszönetet Pálóczi Gábor segítségéért).

A vizsgálathoz az 1988 óta települési szinten elérhető adóköteles jövedelemadatok szolgáltak, amelyek esetében a legfrissebb közzétett adat a 2016-os adóbevallásokból származik (a NAV (PM-APEH) és a KSH adatszolgáltatásából). Érdemes megjegyezni, hogy éppen a határtérségek érintettek (különösen hazánk északkeleti területein) a szürke- és feketegazdaság nagyobb mértékű jelenlétével, amely a hivatalos jövedelemadatok valós fejlettségi helyzetre vonatkozó magyarázóerejét csökkenti (Jakobi Á. – Kiss J.P. 2003).



2. ábra Az országos átlaghoz viszonyított települési egy főre jutó jövedelem alakulása hazánk határtérségeiben 1988 és 2016 között, % (saját számítás a NAV és a KSH adatbázisai alapján)

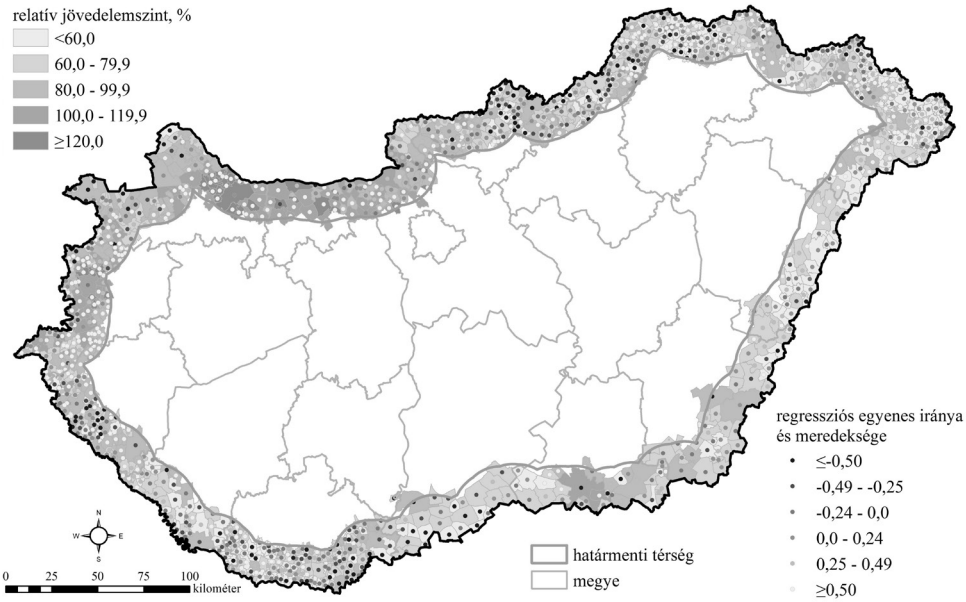
Jelen tanulmányban a határmentiséghez kötődően kialakított területi adatok alapján különítettünk el településcsoportokat, amelyek jövedelmi szintjeit és folyamatait, azok jellemvonásait és hátterét igyekeztünk feltárni.

Eredmények

A határmenti térség jövedelmi viszonyait nem lehet minden településre kiterjedő általánosságban taglalni, mivel rendkívül heterogén képet mutatnak az adatok – ahogyan arról a *3. ábra* is tanúskodik.

Az országos átlaghoz viszonyított jövedelemszint változása jól jelzi a 8 határtérség eltérő pályáját, amely alapján világosan látszanak a rendszerváltás utáni elágazó trendek (*2. ábra*).

A rendszerváltás után némi visszaesést követően növekvő pályára állt a nyugat-szlovák határtérség, amelyet egyértelműen követett az osztrák határmente. Előbbi fejlettségi szintje az ezredforduló után 115–120% között stagnált. Utóbbi ugyanekkor fokozatosan elkezdett veszíteni fejlettségi szintjéből, amely 2016-ra kicsivel az országos átlag alá süllyedt. A szerb határmente eleinte kedvező fejlődési pályája és országos átlag körüli fejlettségi szintje megroppant a ’90-es évek közepén (ehhez a délszláv háború begyűrűző hatása is nagyban hozzájárult), lejtmenete azóta is tart. A szlovén határmente a rendszerváltást megelőzően 80% körüli értékkel bírt, amely fokozatosan erősödött 90% közelébe erősödött. A kelet-szlovák és horvát határmenti településcsoport jövedelemszintje a ’90-es évek közepe óta nagyjából együtt mozog,



3. ábra A határmenti térség településeinek országos átlaghoz viszonyított egy főre jutó relatív jövedelemszintje (%) és az 1988-2016 közötti értékekre vetített regressziós egyenes iránya és meredeksége (saját szerkesztés a NAV és a KSH adatbázisai alapján)

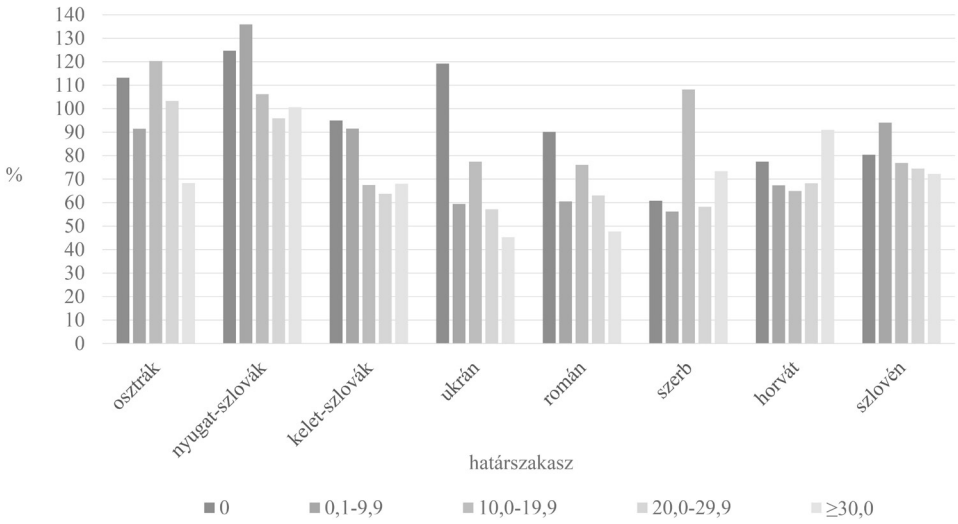
miután előbbi közel 15%-ot visszaesett közvetlenül a rendszerváltás után. Mindkét határszakasz az országos átlag 80%-a körüli értéket produkált a legutóbbi években – a kelet-szlovák határtérség erősödő 2010 után erősödő trendje mellett. A román és ukrán határszakasz fejlettségi értékei voltak a legalacsonyabbak és utóbbi a rendszerváltás utáni időszakban kb. 5%-kal maradt el előbbitől. Az 1990-es évek második felében az ukrán határtérség összesített adatai az országos átlag 60%-a körül ingadoztak és az elmúlt évekre 70% fölé nőttek, a román határmente adatai a millennium után fokozatosan erősödve a 2010-es évek közepére 75% fölé kúsztak.

A határtérségek jövedelemadatai a millennium időszakában mutatták a legnagyobb szórást, azóta látványosan csökkentek a különbségek, amelyek nem mutatják azt a klasszikus a „konvergencia-klubosodást", mint a regionális adatok (Lőcsei H. 2010).

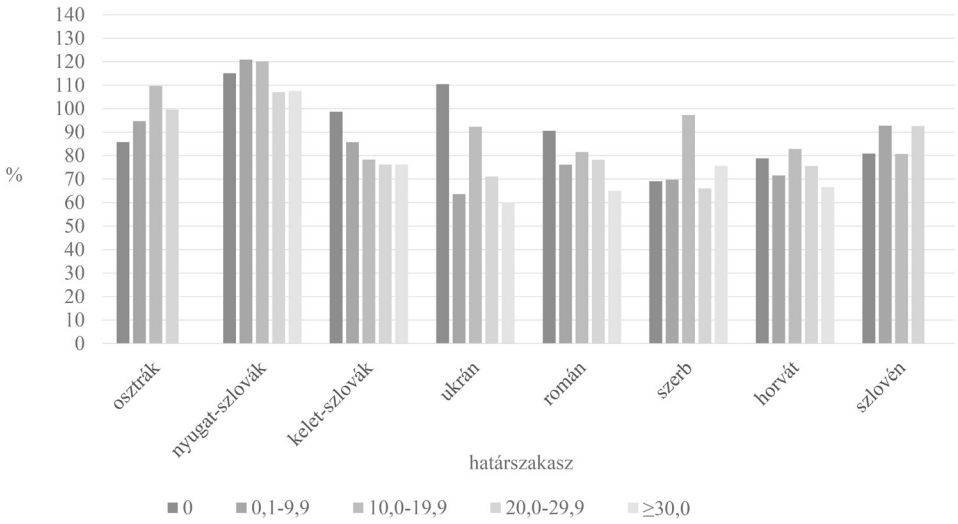
Egyértelműen látszik, hogy 2016-ban a nyugat-szlovák, majd az osztrák határmente településein volt a legmagasabb a jövedelemszint (*3. ábra*), amely az összesített határtérségi adatokból is jó eséllyel következik. A trendek (azok irányai és meredekségei) világosan mutatják a visszaeső jövedelemszintű térségeket. A tendenciákban természetesen nem csak határ elválasztó, vagy éppen összekötő szerepe tükröződik, hanem a strukturális válság sújtotta térségek problémaköre is megnyilvánul (sok egyéb más tényezővel együtt – lásd. pl. Nemes Nagy J. – Németh N. 2005).

Felmerülhet a kérdés, hogy milyen módon nyilvánulhat még meg a határ vizsgált határmenti térségen belüli hatása. A határátkelőhelyek jövedelmekre gyakorolt hatása például a többlet foglalkoztatáson (már amennyiben van határőrizet) és a külföldi forgalomból fakadhat (pl. a kereskedelemben, bizonyos szolgáltatásokban – lásd. Pénzes 2006). Ennek vizsgálata céljából a már korábban részletezett módszertan szerint a határtérség településeit (tehát a határtól 20 km-en belül eső 1224 települést) a figyelembe vett határátkelőhelyektől mért elérhetőség alapján kategorizáltuk és kiszámítottuk a relatív jövedelemszinteket ebben az aggregálásban is. 2000-re és 2016-ra elvégzett számítások összességében véve a határátkelőhellyel rendelkező települések magasabb jövedelemszintjére hívták fel a figyelmet (*4–5. ábra*).

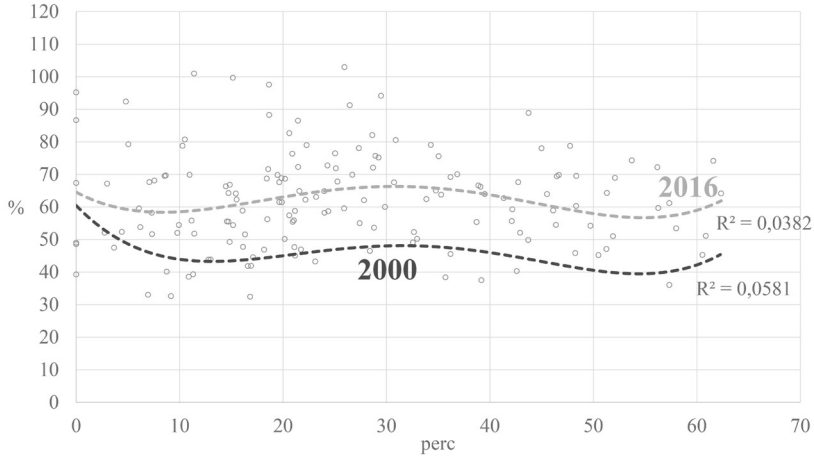
A határtérségekben jelentős változás zajlott az ezredfordulót követően. A határátkelőhelyek településeinek magasabb jövedelemszintje különösen az elmaradottabb térségekben – kelet-szlovák, ukrán, román határmentén – szembetűnő, ebben nem történt érdemi változás, bár a különbségek egyértelműen mérséklődtek 2016-ra. Az egykori jugoszláv – a szerb, horvát és szlovén – határszakaszon a jövedelmi szintekben nem látható a határátkelőhely érdemi hatása (Kiss J. 2000). A nyugat-szlovák határszakaszon nem mutatható ki a határátkelőhely települések érdemi kiemelkedése, inkább kiterjedt fejlettebb zóna körvonalazódik. Természetesen attól sem lehet eltekinteni, hogy a határmenti térségek kategóriáiba jelentős méretű és fejlettségű települések is bekerültek (pl. Győr, Békéscsaba, Szeged, Nagykanizsa, Sopron, valamint Salgótarján), így azok környezetében már kevésbé maga a határ hatása érvényesül.



4. ábra A határszakaszok településeinek országos átlaghoz viszonyított jövedelemszintje a figyelembe vett határátkelőhelyektől mért elérhetőség alapján kialakított távolságkategóriákban (perc), 2000-ben, % (saját számítás a NAV és a KSH adatbázisai, valamint a GeoX fedvényei alapján)

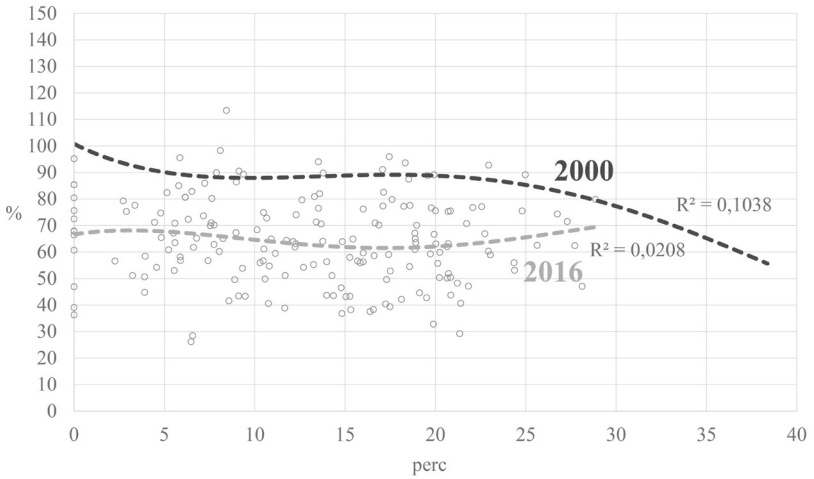


5. ábra A határszakaszok településeinek országos átlaghoz viszonyított jövedelemszintje a figyelembe vett határátkelőhelyektől mért elérhetőség alapján kialakított távolságkategóriákban (perc), 2016-ban, % (saját számítás a NAV és a KSH adatbázisai, valamint a GeoX fedvényei alapján)



6. ábra A román határmente településeinek 2000-es és 2016-os relatív jövedelem értékére (országos átlag %-ában) és határátkelőhelyektől mért elérhetőségi időire vetített regressziós görbe (4. fokú polinom) (saját számítás a NAV és a KSH adatbázisai és a GeoX fedvényei alapján)

Több határszakasz esetében regressziós vizsgálattal is kimutatható a határátkelőhelyek közelségének hatása (mindenesetre az eredmények bizonytalansága miatt inkább csak sejtetésre alkalmas), illetve az is, hogy a jövedelmi különbségek csökkentek a 2010-es években (*6. ábra*). A határ hatása ugyanakkor abban is megmutatkozik, hogy a határátkelőhelyektől távolodva rövidebb szakaszon tendenciózusan csökkenő (sőt összességében véve igen alacsony) jövedelemszint jelentkezik.



7. ábra Az osztrák határmente településeinek 2000-es és 2016-os relatív jövedelem értékére (országos átlag %-ában) és határátkelőhelyektől mért elérhetőségi időire vetített regressziós görbe (4. fokú polinom) (saját számítás a NAV és a KSH adatbázisai és a GeoX fedvényei alapján)

Ellenben az osztrák határmentén lezajlott folyamatok mintha megfordították volna a határátkelőhely-közeliség korábban kedvező jelenségét – azaz 2016-ra éppen a határátkelőhely közelében mutatkozott alacsonyabb jövedelemszint (*7. ábra*). Ennek oka több tényezőre vezethető vissza – egyrészt az adott határszakasz belső schengeni határrá vált, megszűnt a határellenőrzés foglalkoztatási hatása, másrészt több olyan határátkelőhelyet is nyitottak az ezredforduló után, amelyek fejletlenebb települések közelében helyezkednek el. (Ennek a ténynek és a közúthálózat-fejlesztéseknek köszönhetően már minden település fél órás autóúton belül helyezkedett el a határátkelőhelyekhez a szlovén és osztrák határszakaszon a 20 km-es határzónában.) Harmadrészt a legfontosabb tényező – hazánk északnyugati szegletében igen jelentős a határon átnyúló ingázás (Egedy T. 2017), sőt a külföldi állampolgárok átköltözése pl. Pozsony agglomerációjának szomszédságában (Tátrai P. 2014). A határ másik oldalán megkeresett jövedelmek pedig a 2010-es években egyre növekvő részarányt kitéve nem jelennek meg a hazai adatbázisokban.

Valójában tehát az osztrák határmentén nem csökken a határ jelentősége, csak ez a hazai jövedelemstatisztikákkal egyre kevésbé mutatható ki. Az északnyugati határszél fejlettsége összességében véve nem csökken, ezt bizonyítják a komplex megközelítésű fejlettségi vizsgálatok (Pénzes J. 2014).

A határmenti térségek jelentős része a vizsgálatunk alapján is elmaradottnak minősült, ugyanakkor az ország közismert térszerkezetének megfelelően a nyugati határszakaszok fejlettebbek. A határtérségek nem homogén zónák és elsősorban a határátkelőhelyek közelében jelentkeznek azok a pozitív hatások, amelyek a jövedelemszintben is megmutatkoznak. A határátkelőhelyektől távolabb eső, de a határhoz közel elhelyezkedő települések hátrányos helyzetéhez kétség sem fér. Vizsgálatunk arra is rámutatott, hogy a jövedelemadatok alapján összességében véve kirajzolódik a határmenti térségek felzárkózása, azonban éppen a határok nagyobb mértékű átjárhatósága és a határon túli munkavállalás csökkenti a jövedelemadatok relevanciáját ebben a tekintetben.

Köszönetnyilvánítás

Pénzes János kutatása „ Az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-17-4 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült”.

Felhasznált irodalom

Baranyi B. (2007): A határmentiség dimenziói Magyarországon. Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Pécs.

Dusek T. (2004): A területi elemzések alapjai. ELTE Regionális Földrajzi Tanszék–MTA ELTE Regionális Tudományi Kutatócsoport, Budapest.

Egedy T. (2017): A külföldre ingázás statisztikai, demográfiai és területi jellemzői Magyarországon. Területi statisztika, 20(57)(4), pp. 385–405.

Gorzelak, G. (1996): The Regional Dimension of Transformation in Central Europe. Regional Policy and Development 10. RSA, Jessica Kingsley Publishers, London.

Hansen, N. (1977): Border Regions: a critique of spatial theory and a European case study. Annals of Regional Science, 11(1), pp. 1–14.

Hardi T. (2015): Határok és határtérségek kutatása Magyarországon a rendszerváltástól napjainkig. In: Pap N. (szerk.) Geopolitikai gondolkodás a magyar földrajzban (1989–2014), IDResearch Kft.–Publikon, Pécs, pp. 25–44.

Hoóz I. (1992): A határmenti települések elnéptelenedése. Statisztikai Szemle, 70(12), pp. 1005–1017.

Horváth E. (2007): A földrajzi centrum és periféria lehetséges lehatárolásai. Tér és Társadalom, 21(1), pp. 159–170.

Jakobi Á. – Kiss J. P. (2003): A lakossági jövedelmek kistérségi becslése. In: Nemes Nagy J. (szerk.) Kistérségi mozaik, Regionális Tudományi Tanulmányok 8. ELTE Regionális Földrajzi Tanszék – MTA-ELTE Regionális Tudományi Kutatócsoport, Budapest. pp. 55–86.

Kiss J. (2000): Illúziók nélkül – A határátkelők szerepe a határ menti kapcsolatok alakulásában az ukrán, a román és a szerb határszakaszon az 1990-es években. Tér és Társadalom, 14(1), pp. 179–192.

Lőcsei H. (2010): Területi növekedési pályák Magyarországon, 1990–2008. Doktori (PhD) értekezés, ELTE TTK, Budapest.

Lőcsei H. – Szalkai G. (2008): Helyzeti és fejlettségi centrum–periféria relációk a hazai kistérségekben. Területi statisztika, 48(3), pp. 305–314.

Nemes Nagy J. (2009): Terek, helyek, régiók. Akadémiai Kiadó, Budapest.

Nemes Nagy J. – Németh N. (2005): Az átmeneti és az új térszerkezet tagoló tényezői. In: Fazekas K. (szerk.) A hely és a fej. Munkapiac és regionalitás Magyarországon. MTA KTI, Budapest, pp. 75–137.

Pénzes J. (2006): Relations between personal incomes and distances from the state borders in the North Great Plain Region. In: Horga, I. – Süli-Zakar, I. (eds.) Regional Development in the Romanian-Hungarian Cross-border Space – From National to European Perspective, Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen. pp. 337–344.

Pénzes J. (2014): Periférikus térségek lehatárolása – dilemmák és lehetőségek. Didakt Kiadó, Debrecen.

Reichman, S. (1993): Barriers and Strategic Planning: Spatial and Institutional Formulations. In: Ratti R. – Reichman S. (eds.) Theory and Practice of Transborder Cooperation, Helbing and Lichtenhahn, Basel. pp. 55–64.

Süli-Zakar I. (1992): Az államhatár társadalmi-gazdasági fejlődést akadályozó hatásának vizsgálata ÉK-Magyarország határ menti területein. Földrajzi Közlemények, 116(40) (1–2), pp. 45–56.

Süli-Zakar I. (2014): Hazánk határai. Történeti Földrajzi Közlemények, 2(1–2), pp. 23–36.

Tátrai P. (2014): Etnikai folyamatok Magyarországon az ezredforduló után. Területi statisztika, 54(5), pp. 506–523.

Bűnözéstől való félelem mérése Székesfehérváron

Pődör Andrea[1] – Szijártó Zsuzsanna[2]

[1] egyetemi docens, Óbudai Egyetem Alba Regia Műszaki Kar Geoinformatikai Intézet, podor.andrea@amk.uni-obuda.hu;
[2] földmérő mérnök, zsuzsi4@vipmail.hu

Absztrakt: A tanulmány célja a bűnözéstől való félelem területi elhelyezkedésének vizsgálata Székesfehérvár területén. Kutatásaink során egy webes alkalmazás használata segítségével a megkérdezettek megjelölték azokat a területeket, ahol biztonságban vagy félelemben érzik magukat. Az összegyűjtött vázlatrajzi adatokat GIS-eszközök segítségével elemeztük, ezzel lehetővé téve a válaszadók által jelzett biztonságos vagy nem biztonságos helyek hivatalos statisztikákkal történő összehasonlítását. Az eredmények szerint egyfajta előítélet kapcsolódhat városunk bizonyos helyszíneihez. A tanulmány azt is megerősítette, hogy vannak olyan helyek, ahol a polgárok véleménye és a rendőrségi statisztikák egybeesnek.

Bevezetés

A bűnözéstől való félelem (fear of crime) fogalmának meghatározása Kenneth F. Ferrarohoz és Randy La Grange-hoz köthető 1987-ben. Az általuk megalkotott meghatározás a bűnözéstől való félelmet, negatív érzelmi megnyilvánulásként határozta meg (rettegés, szorongás), amelyet vagy a bűnözés, vagy az azzal kapcsolatos szimbólumok váltanak ki. Kutatásukban azt szerették volna vizsgálni, hogy az idősebb emberek jobban félnek-e mint a fiatalok. Doran B.J. – Burgess M.B. (2012) szerint igaz az a tény, amelyet számos, a témában született kutatás is alátámaszt, hogy a bűnözéstől való félelem bizonyos környezeti jellemzőkkel leírható területekre koncentrálódik. A bűnözéstől való félelem élettani változásokban is megmutatkozik, ilyen helyzetekben megnövekszik a pulzus, gyorsabb lesz a légzés, létrejöhet izzadás, szájszárazság. (Warr M. 2000). Készült egy másik kutatás is, amit Daniel Lederer és Michael Leitner végzett 2012-ben Linzben. Arra a következtetésre jutottak, hogy a betöréstől való félelem bizonyos forró pontokhoz (hot spots) köthető és bizonyos statisztikai jellemzőkkel bizonyítható, hogy az egyes kerületek térben elkülönülnek egymástól e tekintetben, sőt a technikai védelem nélküli területek is jól kimutathatók voltak.

Magyarországon az első kutatás, ami a bűnözéstől való félelemmel foglalkozott, Kó József nevéhez fűződik. Ezt egy Európai Uniós projekt keretében végezte el 2005-ben. A kutatás során egy komplex kérdőívet használtak és kb. 10000 válaszadót kérdeztek meg az egész ország területén, az eredményt megyei szinten elemezték. Ezt követően Sallai J. – Mátyás Sz. (2015) végzett hasonló kutatást, de városi szinten ők sem tártak fel semmilyen összefüggést. Városi szinten először Pődör A. – Dobos

M. (2014), majd Pődör A. – Rácskai P. (2016) végeztek kutatásokat. Meghatározó jelenség, hogy ahol növekszik a bűnözéstől való félelem, ezzel párhuzamosan az emberek nagy többsége a bűnözés és a roma kisebbség közti kapcsolatot vélnek felfedezni. A Nézőpont 2008-as elemzésében a válaszadók 91%-a szerint létezik, az ún. roma bűnözés. Jelenleg azonban a hivatalos statisztikákban nem szabad rögzíteni az elkövetők etnikai hovatartozását. A rendszerváltást követően számos tanulmány foglalkozott a magyar népesség növekvő előítéletességével (Pataki F. 1997; Erős F. 2007; Political Capital 2008). A tanulmányok különböző háttere és módszerei ellenére az egyik legjellemzőbb eredmény az, hogy a roma kisebbség a legelutasítottabb a magyar felnőtt lakosság körében (Pődör A. – Rácskai P. 2016).

Anyag és módszer

Mentális térképezés alatt a kognitív térképek előhívásának módszerét értjük. A mentális térképeket sokrétűen fel lehet használni: várostervezés, anti-szegregációs tervek, egyenlő esélyek megteremtése, viselkedésföldrajzi elemzések (Letenyei L. 2005). A módszerrel kapcsolatos legfőbb probléma az, hogy különböző emberek ugyanazt a területet különböző módon ítélik meg, így nehéz ezeket a térképeket egymáshoz viszonyítani, és ezáltal nehéz valamilyen összegző információt levonni. Jelenleg különböző adatgyűjtési technológiákat fejlesztettek ki a mentális térképek előállításával kapcsolatban. Leginkább valamilyen mennyiségi adatgyűjtés jellemző, melyeknél elsősorban kérdőíveket alkalmaznak, vagy tisztán kvantitatív jellegű adatfelvétel, kérdőív; szabad térképrajzoltatáson alapuló adatfelvételek; standarditásra törekvő, oriented recall térképrajzoltatás és interjú vagy kész (tér) képekből kiinduló adatfelvétel (Letenyei L. 2005). Az általunk alkalmazott webes alkalmazás a legutóbbi módszeren alapul. (Pődör A. – Rácskai P. 2016)

A kutatáshoz a http://bunmegelozes.amk.uni-obuda.hu/ oldalon található kérdőívet használtuk fel. Ez egy online, okostelefonon is használható adatgyűjtő alkalmazás volt, amely térképi adatfelvételre és adatkinyerésre képes geoinformatikai szoftverek számára. Fontos szempont volt a fejlesztés során, hogy az alkalmazás használata minél egyszerűbb legyen a felhasználóknak, egyúttal minél kevesebb időt vegyen igénybe az adatok bevitele. A bevitt adatok lehetnek, pontok, körök, útvonalak (vonallánc), és poligonok. Két poligon típust kellett alkalmazni, egyet a biztonságos, egyet a félelmetes helyek megjelenítésére, melyeknek mind tárolásban, mind pedig a megjelenítésben el kellett különülniük. A térképi adatokon kívül egyéb, a felhasználókra vonatkozó leíró adatok bevitelét és tárolását is el kellett, hogy végezze a weboldal (Pődör A. – Rácskai P. 2016).

Mintaterület

Székesfehérvár közepes méretű magyar város, ezáltal képes a magyar városok átlagos körülményeit modellezni. Jelenleg 98.000 lakosa van, a bűnözői statisztikák azt tükrözik, hogy általában kb. 6–7.000 bűncselekményt regisztráltak évente. A

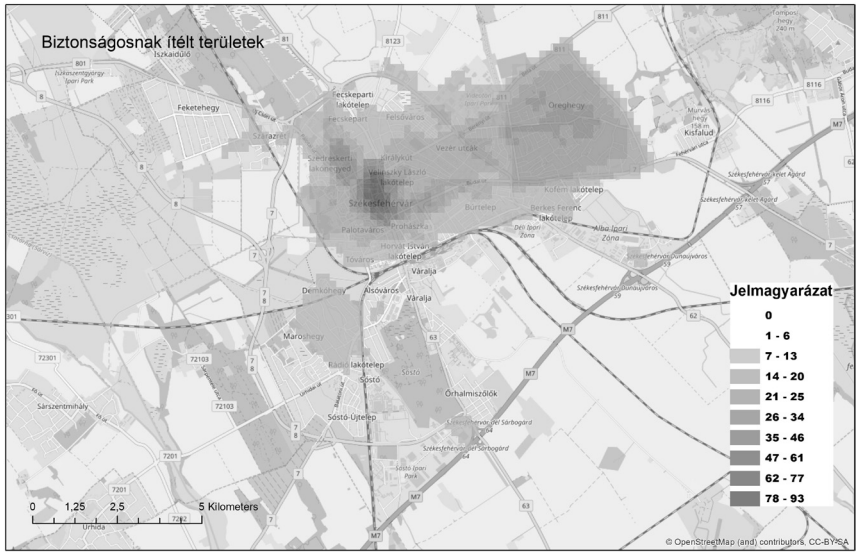
székesfehérvári rendőrség jelentése szerint 2015 és 2016 között a bűncselekmények száma jelentősen csökkent. Az elmúlt év statisztikailag az elmúlt hét év legjobb eredményeit mutatta, nevezetesen a bűncselekmények száma 3025-ről 1958-ra csökkent, kevesebb rablás és lopás (1076-ról 740-re) történt. A helyi rendőrök szerint ez a jó eredmény elsősorban az adott időszakban telepített térfigyelő rendszerhez kapcsolódik.

Eredmények

Összesen 160 kitöltő eredményeit tudtuk felhasználni 2017 augusztus-szeptember között, közülük 96 nő, 64 férfi volt, vagyis a megkérdezettek 60% -a nő volt. A résztvevők átlagos életkora 36,4 év volt, a nők és férfiak átlagéletkora majdnem azonos volt. A válaszadók 30% -a 21–30 éves korosztályból származott, 23% -a 31-40-es csoportból, 20% -a 41–50 éves volt, 14% pedig az 51–60 éves korosztályból. Csak 5 válaszadó volt 60 évnél idősebb. Ha megvizsgáljuk a nemek közötti megoszlást, észrevehetjük, hogy a férfiak többsége (39%) a 21–30 éves korosztályból származik. Ellenben a női válaszadók koreloszlása kiegyensúlyozottabb volt: a 41–50 éves korosztály a legmagasabb számmal képviselte magát. A közlekedési módot illetően a válaszadók többsége (71 fő, 45%) említette a gyaloglást. Érdekes, hogy a gyalog közlekedők többsége nő volt (50 fő), a férfiak többsége viszont autót vezet.

Biztonságos területek

A *1. ábrán* látható tematikus térképen jól elkülönülnek a többitől azok a foltok, ahol a leginkább biztonságban érzik magukat az emberek. A jelmagyarázatból megállapítható, hogy a leginkább veszélytelen területeken 84–93 közt vannak az egymást fedő poligonok száma. Világosabb, összefüggő foltok találhatóak

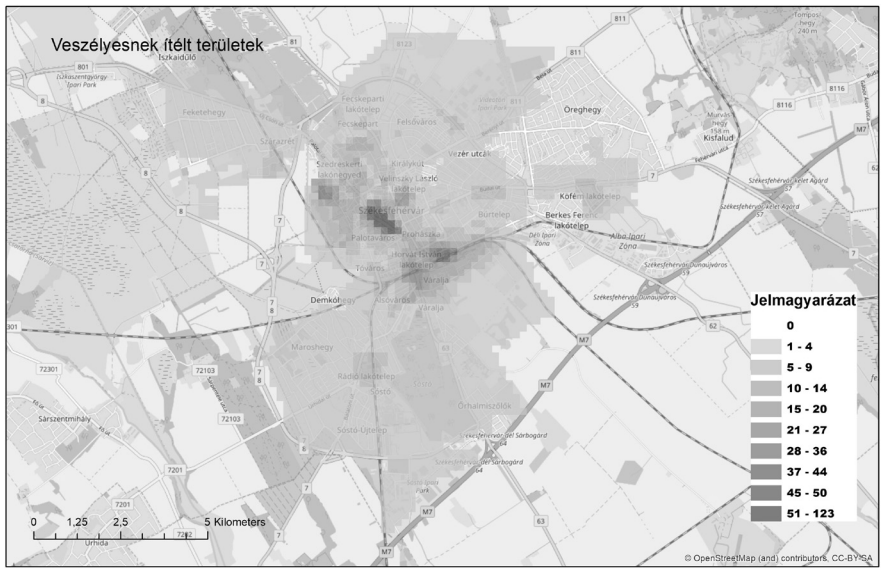


1. ábra Biztonságosnak jelölt területek Székesfehérváron

a Feketehegyen, illetve Maroshegyen, ezek családiházas területek. Illetve van egy kisebb folt ugyanebből a kategóriából az Őrhalmiszőlők és a Sóstói Ipari Park találkozásánál található bevásárlóközpontok területén. (Meglepő, hogy ez a biztonságosabb területek közé tartozik, mivel a rendőrségi adatok alapján több esetben is áruházakban, parkolókban történtek bűnesetek). Ezeknél egy pár kategóriával sötétebb terület keletkezett az Öreghegyen, ami Fehérvár legnagyobb családi házas övezete. Legbiztonságosabbnak a belváros Palotai út, Várkörút, és a Szekfű Gyula utca által határolt területe bizonyult, valamint maga a Várkörút is beleesik ebbe a területbe. Itt van a Fő utca, a város sétálóutcája, azon belül a számos üzlet, szórakozóhelyek, a Vörösmarty Színház, illetve az Országalma, ami sokak számára népszerű találkozóhely. Valamint innen északra még a Szedreskerti lakótelep nagy része (Csónakázó-tó, Bregyó közi Szabadidő Központ).

Bűnözéstől való félelem megjelenése

A *2. ábrán* látható tematikus térképen jól kivehetők azok a területek, ahol a kitöltők kevésbé érezték magukat biztonságban. A jelmagyarázatból látszik, hogy ahol a leginkább félnek a kitöltők, ott 95–121 közt voltak a fedésben lévő poligonok. Ha visszatekintünk a biztonságos területekhez, ott ez a szám csak 84–93 volt. Ebből megállapítható, hogy veszélyes területeket átlagosan többen jelöltek be, mint olyanokat, ahol biztonságban érzik magukat. Három fő terület határozható meg a térkép alapján a veszélyesség szempontjából: a Hübner András utca és a Gánts Pál utca környéke (itt szociális bérlakások találhatók, amit többnyire kisebbségi lakosok foglalnak el), a vasútállomás, és az egyértelműen legveszélyesebbnek ítélt terület, ami magába foglalja az Alba Plázát, az előtt lévő teret, az autóbuszpályaudvart, és a vele szemben, a Palotai út túloldalán lévő Petőfi park egy részét.



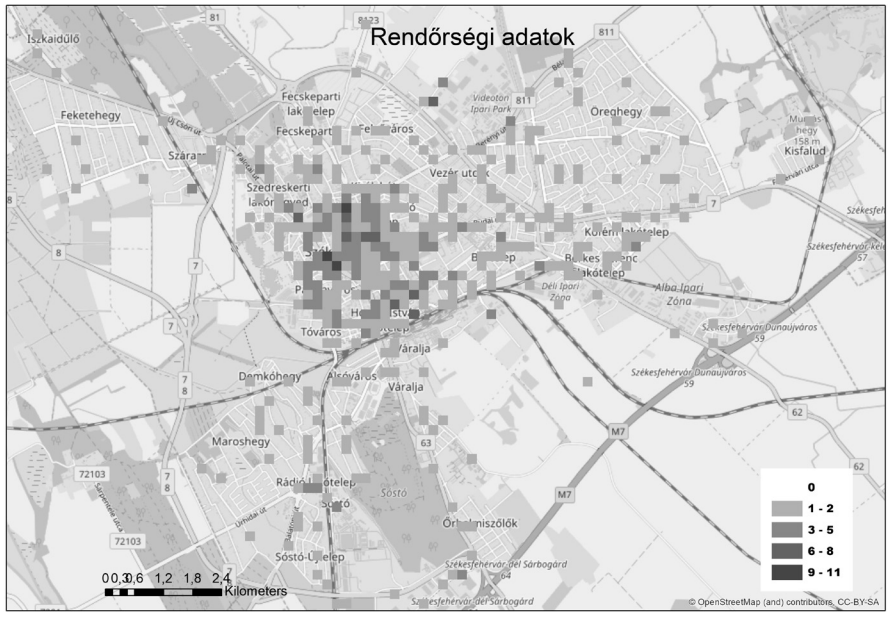
2. ábra Veszélyesnek jelölt területek Székesfehérváron

A térkép legnagyobb részét az 1–4 közti értékek teszik ki, ebből valamelyest kiemelkedő területek: a Köfém lakótelepen belül a panelházas rész; a Halesz park, a Budai út mentén lévő Interspar környéke; a Szent Flórián körúton lévő Tesco és környéke, a Szent Vendel út, és a Malom utca kereszteződésénél található hajléktalanszálló környéke; Szárazrét déli részén a Mura utca környéke, a Rádió lakótelep (Interspar, Praktiker), a Skála áruház környéke, illetve a Hosszúsétatér és a Széchenyi utca vasúti sínekkel való találkozásánál lévő terület.

Összehasonlítás a rendőrségi adatokkal

A hivatalos rendőrségi adatok vizsgálatánál a police.hu oldalon fellelhető adatokat dolgoztuk fel kb. 2016 szeptember elejétől 2017 szeptember elejéig. Ez az időintervallum az összehasonlítás szempontjából rendkívül szerencsés, mivel a felmérés adatai is körülbelül ebben az időszakban születtek. Itt a következő bűncselekményekről nyerhetünk információt, megjelölve az adott időszakra vonatkozó bűncselekmények számát is:

- Lakásbetörés: 63
- Rongálás: 38
- Személy elleni erőszak: 134
- Tulajdon elleni szabálysértés: 200
- Lopás: 259
- Autófeltörés: 13
- Autólopás: 3
- Garázdaság és rendbontás: 49



3. ábra Veszélyesnek jelölt területek Székesfehérváron

Ha rátekintünk a *3. ábrára*, látható, hogy a város középső részén összpontosulnak a bűncselekmények, viszont elszórtan egész Fehérvár területén találhatóak. Ami a legveszélyeztetettebb területeket illeti, három ilyen folt található a térképen. Egy a Várkörút és Szekfű Gyula utca találkozásánál, a Fehérvári Bírósághoz közel, a másik kettő pedig az Alba Plázánál, illetve a buszpályaudvar területén.

Mind a veszélyes, mind a biztonságos területeket ábrázoló térképek és a rendőrségi adatok esetén a főbb területek megegyeznek. Ilyen a Pláza, buszpályaudvar és a Petőfi Park hármasa, valamint a vasútállomás környéke, a Skála áruház, és a Malom utca-Fürdő utca kereszteződése. Ezeken kívül viszont található számos érdekes eltérés is. A kitöltők szerint igencsak rossz környéknek számít a Hosszúsétatér és a Széchenyi utca vasúti átjáró körüli része, és még ennél is veszélyesebb a Hübner-Gánts Pál-Kodály Zoltán utcák környéke. A rendőrségi statisztika viszont egyik véleményt sem támasztja alá.

Konklúzió

A tanulmány alátámasztotta, hogy a webalkalmazás segítségével olyan információk nyerhetők a lakosság félelemérzetére vonatkozóan, amely elősegítheti a mélyrehatóbb bűnözés elemzését, valamint az önkormányzatok számára az új felügyeleti kamerarendszerek vagy a helyi bűnüldözési stratégiák végrehajtásához adhat támpontokat. Ez a tanulmány igazolta, hogy a bűnözéstől való félelem erősen összefügg az előítéletekkel. Általánosságban elmondható, hogy a nem biztonságos helyeket a zsúfolt szórakoztató helyek körül jelölték meg a válaszadók, vagy a társadalmilag elmaradott területek közelében, ahol a rendőrségi statisztikák nem jelezték a magas bűnözési arányokat. Egyes helyszíneket, például a közlekedési csomópontokat, a busz- és vasútállomásokat mind a polgárok említik, mind a rendőrségi bűnözési statisztikák nyilvántartják.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők ezúton szeretnék megköszönni az UNIGIS Magyarország (www.unigis.net) támogatását.

Felhasznált irodalom

Doran, B. J. – Burgess, M.B. (2012): Putting Fear of Crime on the Map: Investigating Perceptions of Crime Using Geographic Information Systems. New York, NY: Springer.

Erős F. (2007): Irányok és tendenciák az előítéletek kutatásában [Directions and ten-dencies in the research of prejudice]. Educatio, 16(1), pp. 3–9.

Ferraro, K.F. – Lagrange, R. L. (1987): The measurement of fear of crime. Socio-logical Inquiry, 57, pp. 70–101.

Kó J. (2005): Félelem keletről nyugatra: A bűnözéstől való félelem területi sajátosságai

Magyarországon.[Fear from the East to the West: The territorial characteristics of the fear or crime in Hungary] Kriminológiai Tanulmányok 42. (szerk.: Irk Ferenc), OKRI, Budapest, pp. 41–67.

Lederer, D. – Leitner, M. (2012): Erfassung der stadtteilspezifischen Kriminal-itätsfurcht und Verortung von Kriminalitätsfurchträumen in Linz. In: Strobl, J. – Blaschke, T. – Griesebner, G. (Eds), Applied Geographic Information Technology. Berlin/ Offenbach, Wichmann.

Letenyei L. (2005):Mentális térkép szerkesztése (Preparing mental map) In: Letenyei László: Településkutatás I. Budapest: Ráció, pp. 147–185

Nézőpont Intézet (2008): A kulcsszó: közbiztonság? (Is the keyword is public safety) http://valasz.hu/itthon/a-kulcsszo-kozbiztonsag-19733/?cikk_ertekel=1&ertekeles=3. Accessed 09.09.2015

Pataki F. (1997): Előítélet, idegengyűlölet, tolerancia: szociálpszichológiai szem-pontból [Prejudice, xenophobia, tolerance: From a social-psychological perspecti-ve]. In Gy. Csepeli – A. Örkény – M. Székelyi (Eds.), Kisebbségszociológia (pp. 21–30). Budapest: Minoritás Alapítvány.

Pődör A. – Dobos M. (2014): Official Crime Statistics versus Fear of Crime of the Citizens in a Hungarian Small Town. In: Robert Vogler, Adrijana Car, Josef Strobl, Gerald Griesebner (ed.) GI_Forum 2014 – Geospatial Innovation for Society. Konferencia helye, ideje: Salzburg, Austria, 01/07/2014-04/07/2014. Salzburg: Herbert Wich-mann Verlag im Verlag VDE GmbH, pp. 272–275.

Pődör A. – Rácskai P. (2016): A bűnözéstől való félelem mérése egy webalkalmazás segítségével In: Balázs B. (szerk.): Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VII. = Theory meets practice in GIS. Debrecen: Debreceni Egyetemi Kiadó, pp. 395–396.

Political Capital. Látlelet (2008): Kutatási összefoglaló az előítéletesség és intolerancia hazai helyzetéről [Diagnosis. Research summary on the state of prejudice and intole-rance in Hungary]. Retrieved from http://www.maraalapitvany.hu/upload- /eloiteletesseg_tanulmany_081016.pdf –Accessed 05.09.2015)

Sallai J. – Mátyás Sz. (2015): Objektív és szubjektív biztonság néhány magyar nagyvárosban In: Hervainé Szabó Gyöngyvér (eds.) A 21. század eleji államiság kérdőjelei. 408 p. Székesfehérvár: Kodolányi János Főiskola, pp. 335–407.

Warr, M. (2000): Fear of crime in the United States: Avenues for research and policy. Criminal justice, 4(4), pp. 451–489.

Digitális tájérték-kataszter megalapozása Újbudán

Sallay Ágnes[1] – Máté Klaudia[2] – Ecsedi Helga[3] – Hégli Imre[4]

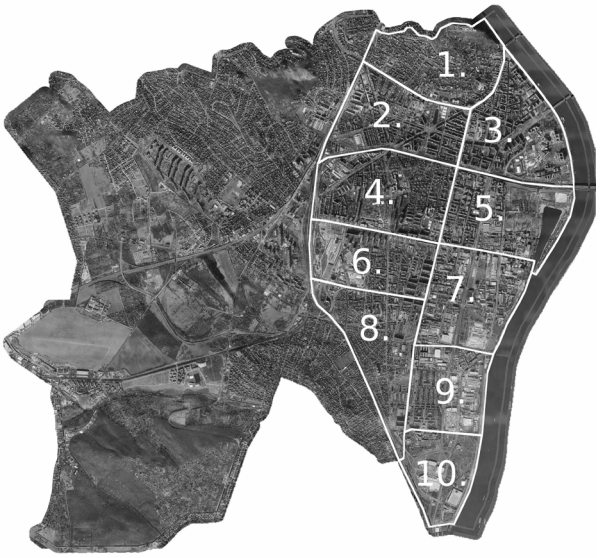
[1] egyetemi docens, SZIE Tájtervezési és Területfejlesztési Tanszék, sallay.agnes@uni.szie.hu
[2] PhD hallgató, SZIE Tájtervezési és Területfejlesztési Tanszék, mate.klaudia@phd.uni-szie.hu
[3] ügyintéző, Újbuda Önkormányzat, Környezetvédelmi Osztály, ecsedi.helga@ujbuda.hu
[4] osztályvezető, Újbuda Önkormányzat, Környezetvédelmi Osztály, hegli.imre@ujbuda.hu

Abstract: The 11th district of Budapest, Újbuda, has an area of 33.49 km². In spring 2017, we conducted a survey of the landscape values that are located between the railway and the Danube in order to help their preservation by collecting them in a database. As a base layer, we used high-resolution Google Earth images, as well as vector layers provided to us by the local government showing plots, land registry references, street names, and numbers. We sorted the landscape values into the three conventional main categories (cultural historical, natural, and landscape), then into subcategories. As a result, we entered nearly 650 values into the cadastre from the area between the railway and the Danube.

Bevezetés

A táj- és a települési karakter meghatározásának fontos alkotói az egyedi tájértékek. A természet védelméről szóló 1996. évi LIII. törvény (Tvt.) 6. § (3) (4) és (5) bekezdése értelmében egyedi tájértéknek minősül az adott tájra jellemző olyan természeti érték, képződmény és az emberi tevékenységgel létrehozott tájalkotó elem, amelynek természeti, történelmi, kultúrtörténeti, tudományos vagy esztétikai szempontból a társadalom számára jelentősége van. Ezeknek az értékeknek gyakran „csak" a helyi közösségek számára van jelentősége, mint például a népi vallásosság táji megjelenéseként egy-egy kápolnának, vagy a korábbi tájhasználat emlékeként egy-egy gémeskútnak, borospincének (Csemez A. – Mőcsényi M. 1983). Sok esetben viszont jelentőségük a helyi szinten messze túlmutat. A tapasztalatok azt mutatják, hogy a nem védett tájértékeknek a száma jelentősen meghaladja a védett értékek nagyságát, ugyanakkor az is tapasztalható, hogy számuk a változó gazdasági környezet, életmód és védelem hiánya miatt rohamosan csökken.

Tájértékeket általában vidéki kis településeken kataszterezték eddig Magyarországon, a nagyvárosok esetében az önkormányzatok az esetek többségében meg szoktak elégedni azzal, ha a védett (országos és helyi védettségű egyaránt) értékeiket, illetve a turizmus szempontjából fontos szobrokat, építményeket számontartják. Ezek tükrében újszerű vállalkozásnak tekinthető, hogy 2017. nyarán a Szent István Egyetem Tájépítészeti és Településtervezési Karának III. évfolyamos tájrendező és kertépítő hallgatók bevonásával az Újbudai Önkormányzat megbízásából elkezdtük Újbuda tájértékeinek felmérését. Az értékek kataszterbe gyűjtésének célja, hogy hosszú távon elősegítse a kerület értékeinek megőrzését, fejlesztését.



1. ábra Felmérési területek

Anyag és módszer

Budapest XI. kerület, Újbuda 33,49 km², melynek körülbelül a felével foglalkoztunk a felmérés első szakaszában. 2017 tavaszán a XI. kerületnek a vasút és a Duna közé eső területére készítettünk tájérték felmérést, hogy az épített és a természeti értékek egy adatbázisban való összegyűjtésével segítsük ezen értékek megőrzését. A felmérést a hallgatók csoportokban végezték, a területet 10 részre felosztva a könnyebb bejárhatóság érdekében (*1. ábra*).

Az egyedi tájértékek típusait és fajtáit az MSZ 20381:2009 sz. Természetvédelem, Egyedi tájértékek kataszterezése c. szabvány határozza meg. A projekt kezdetekor összeállítottunk egy listát azokról a tájelemekről, melyek tájértékként szóba kerülhetnek a vizsgált kerületrészben. A tájérték lista összeállításánál az ún. TÉKA projekt tapasztalait használtuk fel, melynek során 2010–2012 között több partnerrel elkészítettük az országos kataszter és adatbázis alapjait (www.tajertaktar.hu). A lista alapját a szabványbeli felsorolás jelentette, melyet kiegészítettünk a műemléki védettségű épületekkel, amelyek a szabvány alapján nem jelentették volna a kataszterezés tárgyát (Kollányi et al. 2011; Sallay Á. 2011).

A végső lista, amelyet felhasználtunk végül egy több száz egységből álló felsorolás lett, amelyet kiindulási alapnak minden felmérő diák megkapott. A felmérés során a szakmában szokásos metodikát követtük:

- előzetes információgyűjtés (térképi és írott források feldolgozása, korábbi rendezési tervek valamint különböző adatbázisok és régi felmérések áttekintése),
- helyszíni bejárás (adatlap kitöltése, GPS koordináták felvétele, fényképek készítése),

- szükség esetén utólagos kiegészítő adatok gyűjtése,
- térinformatikai feldolgozás,
- adatok validálása (minőségbiztosítás, a felmért adatok leellenőrzése),
- adatok összerendezése,
- dokumentálás.

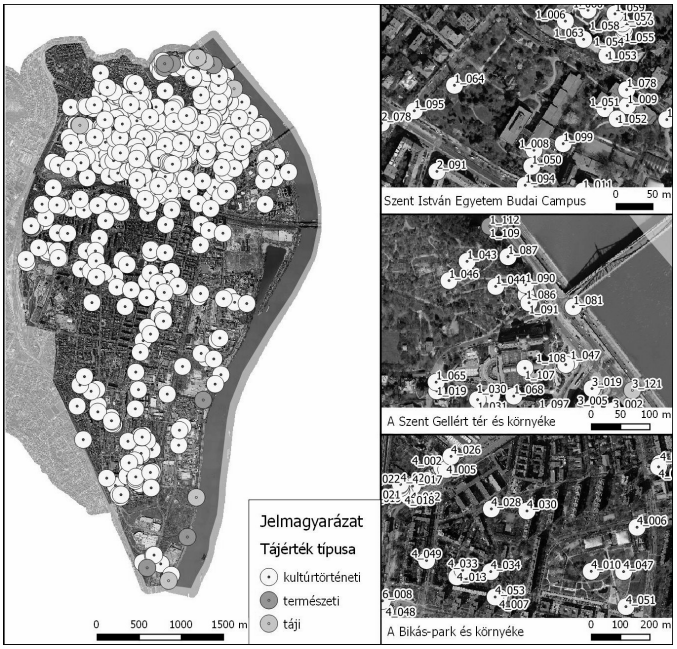
Az értékek besorolása a szabvány alapján három főtípusba (kultúrtörténeti, természeti és tájképi), majd azon belül altípusokba történt.

A besoroláskor az alábbi rendszert használtuk (*1. táblázat*):

1. táblázat A tájértékek szabványnak megfelelő besorolása

<table>
<tr><td colspan="6">Kultúrtörténeti</td></tr>
<tr><td colspan="6">Településsel kapcsolatos</td></tr>
<tr><td>mindennapi élettel kapcsolatos</td><td>birtokjel, határjel</td><td colspan="2">kultikus, szakrális építmény, alkotás, helyszín</td><td colspan="2">temetkezéssel kapcsolatos létesítmény</td></tr>
<tr><td colspan="2">Védelemmel kapcsolatos</td><td colspan="2">Földméréssel kapcsolatos</td><td colspan="2">Zöldfelületi létesítmény, objektum</td></tr>
<tr><td colspan="6">Közlekedéssel szállítással kapcsolatos</td></tr>
<tr><td colspan="2">Út, útvonal</td><td colspan="2">Útvonalakat összekötő létesítmény</td><td colspan="2">Közlekedéssel, szállítással kapcsolatos egyéb létesítmény</td></tr>
<tr><td colspan="6">Termeléssel kapcsolatos</td></tr>
<tr><td>Erdő és vadgazdálkodással kapcsolatos</td><td>Agrártörténeti</td><td>Ipartörténeti</td><td>Bányászattal kapcsolatos</td><td colspan="2">Vízhasználattal, vízgazdálkodással kapcsolatos</td></tr>
<tr><td colspan="6">Egyéb emberi tevékenységgel kapcsolatos</td></tr>
<tr><td>történelmi, kulturális eseménnyel illetve jelentős személlyel kapcsolatos</td><td colspan="3">turizmushoz, természetjáráshoz kapcsolódó</td><td colspan="2">vendéglátáshoz kapcsolódó</td></tr>
<tr><td colspan="6">Természeti</td></tr>
<tr><td colspan="6">Földtudományi</td></tr>
<tr><td>Geológiai</td><td>Geomorfológiai</td><td colspan="2">Talajtani</td><td colspan="2">víztani</td></tr>
<tr><td colspan="6">Biológiai</td></tr>
<tr><td colspan="2">Növény egyed, növénycsoport</td><td colspan="2">Élőhely</td><td colspan="2">Állatok tartózkodására szolgáló hely</td></tr>
<tr><td colspan="6">Tájképi</td></tr>
<tr><td colspan="3">Kilátópont, kilátóhely</td><td colspan="3">Vonalas jellegű kilátóhely</td></tr>
</table>

A térinformatikai feldolgozás során a GPS adatokat felmérési területenként külön rétegen jelenítettük meg. A feldolgozáshoz QGIS 2.10.1 (Pisa) szoftvert használtunk EOV HD72 vetületi rendszerben, az adatlapokat Microsoft Office Word 2013-ban digitalizáltuk, az adatokat pedig Microsoft Office Excel 2013 programban összesítettük és elemeztük ki. Nagy felbontású Google Earth légifelvételt valamint a telekhatárokat tartalmazó, helyrajzi számokkal, házszámokkal és utcanevekkel ellátott vektoros rétegeket használtuk alaprétegként, amelyeket a XI. kerületi önkormányzat bocsátott rendelkezésünkre. A GPS segítségével koordináták pontatlansága 0-10 méter közötti volt, ami a városi környezet, a magas épületek és a sűrűn elhelyezkedő pontok egymás közötti kis távolságának tudható be. A terepi felmérés során kitöltött adatlapokon a pontos utcanév és házszám is feltüntetésre került, így az esetlegesen



2. ábra A felvett értékek elhelyezkedése a kerületben

rossz helyen megjelenő pontokat helyre tudtuk igazítani. A helyre került értékek módosultak, tehát pontos EOV koordinátáit mind az adatlapon, mind az összesítő táblázatban aktualizáltuk.

Az egyes felmért értékek esetében a következő adatokat rögzítettük: pontos helyszín (utca, ház/hrsz és eov koordináták), az értékek megnevezése, állapota, tulajdonos (ha ismert), az érték ismertetése/leírása és az esetleges veszélyeztető tényezők. Az értékek számozása a csoport sorszámával kezdődik, ezt követően típusoknént sorbarendezve, emelkedő számsorrendben követik egymást az értékek sorszámai.

Eredmények

Az újbudai felmérés 2017. május-júniusában történt. Elmondható, hogy a kerület legsűrűbben beépített részei kerültek felmérésre, mely megnehezítette munkánkat, hiszen a területen igen sok érték található. A felmérés eredményeképpen a Duna és a vasút által határolt területen közel 650 értéket vettünk kataszterbe (*2. ábra*), melyek városrészenkénti megoszlása a következő:

- Gellérthegy: 65 db
- Szentimreváros: 121 db
- Lágymányos és Infopark: 126 db
- Kelenföld: 166 db
- Albertfalva: 71 db.

A felmérés eredményei és a kerület fejlődésének története összhangban állt egymással: a legtöbb (elsősorban kultúrtörténeti érték) a kerület legkorábban beépült részein található. A „fiatalabb”, kevésbé központi elhelyezkedésű városrészekben sokkal kevesebb értéket találtunk. A felmért értékek számából látszik, hogy a tájértékek legnagyobb koncentrációban Szentimrevárosban találhatók, hiszen itt a viszonylag kis kiterjedés ellenére 121 értéket kataszterezetünk. A XI. kerületnek ez a legfrekventáltabb és legkorábban beépült része, itt található a legtöbb településhez kapcsolódó érték: házak, szobrok, emléktáblák tucatjai kerültek felmérésre. A kerület később benépesült részein lényegesen kevesebb értéket találtunk a felmérés során, viszont a korábban a kerületre jellemző ipari múlt emlékei mind Kelenföldön, mind Lágymányoson szép számban megtalálhatóak (*2. táblázat*).

Természeti értékek a nagyfokú beépítettség miatt viszonylag kis számban találhatók a felmért területen, hiszen a jellegzetes növények (szoliterek, fasorok és parkok) egyaránt az emberi tevékenység hatására kerültek ide és bármennyire természetesnek érezzük azokat, a felmérés során a kultúrtörténeti értékek közé

2. táblázat Kultúrtörténeti tájértékek

Típus	Altípus	Gellérthegy	Szentimreváros	Lágymányos	Kelenföld	Albertfalva	*Összesen*
Településsel kapcsolatos	mindennapi élettel kapcsolatos	44	68	111	44	13	*280*
	kultikus, szakrális	4	6	3	17	6	*36*
	temetkezéssel kapcsolatos	-	-	-	-	1	*1*
	védelemmel kapcsolatos	1	-	2	2	3	*7*
	földméréssel kapcsolatos	-	-	2	2	3	*7*
	zöldfelületi létesítmény	2	12	8	47	12	*81*
Közlekedéssel, szállítással kapcsolatos	út, útvonal	4	-	-	1	2	*7*
	útvonalak összekötő létesítmény	-	-	-	-	-	-
	egyéb	-	-	-	4	2	*6*
Termeléssel kapcsolatos	erdő és vadgazdálkodással kapcsolatos	-	-	-	-	-	-
	agrártörténeti	-	-	-	1	2	*3*
	ipartörténeti	-	-	2	9	2	*13*
	bányászattal kapcsolatos	-	-	-	-	-	-
	vízhasználattal kapcsolatos	-	-	-	2	1	*3*
Egyéb emberi tevékenységgel kapcsolatos	történelmi eseménnyel kapcsolatos	-	33	-	34	22	*89*
	turizmushoz kapcsolódó	-	-	-	1	-	*1*
	vendéglátáshoz kapcsolódó	-	2	-	-	-	*2*

3. táblázat Természeti tájértékek

városrész	Földtudományi				Biológiai		
	Geológiai	Geomorfológiai	Talajtani	Víztani	Növény egyed, növénycsopor	élőhely	Állatok tartózkodására szolgáló hely
Gellérthegy	1	-	-	-	2	2	-
Szentimreváros	-	-	-	-	-	-	-
Lágymányos	-	-	-	-	-	-	-
Kelenföld	-	-	-	-	-	-	-
Albertfalva	-	-	-	1	2	-	-
Összesen	*1*	-	-	*1*	*4*	*2*	-

sorolódtak (*3. táblázat*). Ténylegesen a természeti értékek közé legtöbb felmért értéket a Gellérhegyen soroltunk, ahol maga a hegy a földtani értékek közé sorolható. Ezen kívül csak a kevésbé beépített Duna-parton találhatunk néhány ártéri fát a korábbi természetes növényzet maradványaként.

Tájképi értékek elsősorban a magasabban fekvő területeken vannak a felmérés alapján, de a laposabb részeken is található néhány szép kilátással rendelkező rész, ahonnan vagy a Duna, vagy a kerület hegyeire nyílik szép kilátás (*4. táblázat*).

Összefoglalóan megállapítható, hogy a kerület értékekben igen gazdag annak ellenére, hogy a felmérés csak a kerület felére készült el. A felmérés egészen biztosan nem teljes körű, hiszen a terület nagysága és sűrű beépítettsége miatt ez a rendelkezésre álló idő alatt nem lett volna lehetséges, de mindenképpen jó alapot képez arra, hogy a jövőben a kerület összes értéke egy adatbázisban összegyűjthető lehessen. A felmérés tapasztalait a kerület további városrészének felmérése során fogjuk felhasználni annak érdekében, hogy létrejövő adatbázis minél pontosabb és részletesebb lehessen.

A sikeres, hosszú távú együttműködés jegyében a felmérés a 2017–2018-as tanév tavaszi szemeszterében is folytatódik. Ekkor a hallgatókkal a kerület

4. táblázat Tájképi értékek

városrész	Kilátópont, kilátóhely	Vonalas jellegű kilátóhely
Gellérthegy	1	1
Szentimreváros	-	-
Lágymányos	-	1
Kelenföld	1	-
Albertfalva	2	-
Összesen	*4*	*2*

nyugati felét, az eddig fel nem mért területek kataszterezése történik az előző éves paraméterek alapján. Így egy egyedülálló teljes tájérték-kataszter készül el, amely a kerület nyilvánosan megtekinthető térinformatikai adatbázisába, a terinfo.ujbuda.hu oldalra is feltöltésre kerül a jövőben.

Felhasznált irodalom

Csemez A. – Mőcsényi M. (1983): Egyedi tájértékek: Az általános tájvédelem alapjául szolgáló tájértékelési módszer kidolgozása, pp. 1–80.

Kollányi L. – Csemez A. – Szilvácsku Zs. – Sallay Á. – Filepné K.K. – Molnár J.L. – Mikházi Zs. (2011): Téka Projekt (TájÉrték KAtaszter): Norvég finanszírozási Alapból támogatott nemzetközi projekt, 120 p.

Sallay Á. (2011): Tájértékek a budapesti agglomerációban In: Sallay Ágnes (szerk.) Tájértékek szerepe a tájkarakter meghatározásában (elsősorban a budapesti agglomeráció településeinek példáján). Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 2001.11.19, BCE Tájépítészeti Kar, pp. 117–125.

MSZ 20381:2009 sz. szabvány: Természetvédelem, Egyedi tájértékek kataszterezése

1996. évi LIII. törvény A természet védelméről

LoD2 épületmodellek előállítása LiDAR adatok és ortofotók felhasználásával debreceni mintaterületen

Schlosser Aletta Dóra[1] – Enyedi Péter[2] – Szabó Gergely[3]

[1] PhD hallgató, Debreceni Egyetem Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, sch.aletta@gmail.com
[2] kutató mérnök, Envirosense Hungary Kft., enyedipeti@gmail.com
[3] egyetemi adjunktus, Debreceni Egyetem Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, szabo.gergely@science.unideb.hu

Abstract: In this publication we created 3D building models of the sample area in Debrecen city center. We used BuildingReconstruction software to achieve LoD2 buildings using raster and vector datas produced from LiDAR. Our goal was to generate effectively high accuracy realistic models with detailed roof. With this method will be possible to query exact attributes regarding to features of buildings.

Bevezetés, célkitűzés

Napjainkban az automata módszerekkel gyűjtött adatbázisok robbanásszerű bővülésének lehetünk szemtanúi. A városok térinformatikai szempontú kezelésének az alapja egy jó minőségű és naprakész épületkataszter megléte, mely a városfejlesztés szempontjából is nélkülözhetetlen. A városi területek 3D megjelenítése több tudományterületen is alkalmazható. Az egyes épületmodellek többek között a zajtérképezés során is felhasználásra kerülnek, hiszen a zajszint mérési értéke a beépített terület épületeinek magasságával összevethető (Pődör et al. 2015). Az ilyen adatbázisok elkészítése és karbantartása azonban igen jelentős idő-, pénz-, és munkaerő-ráfordítást igényel, így lényeges, hogy minél hatékonyabban automatizálhassuk a folyamatot.

Kutatásunk célkitűzését Debrecen központi területén elhelyezkedő családi- és panelházak, műemlék jellegű épületek, középületek, valamint kulturális- és kereskedelmi célt szolgáló létesítmények LoD2 szinten történő részletes modellezése jelentette, vektoros- és raszteres alapadatok felhasználásával.

Anyag és módszer

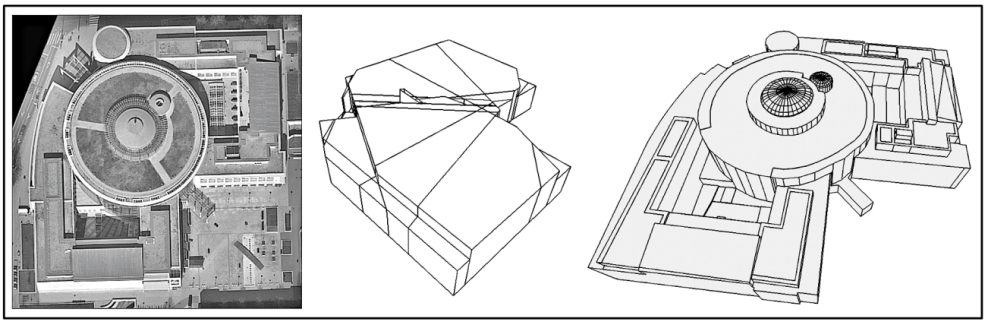
Mintaterületünk Debrecen központjának egy 76 ha-os részlete volt (*1. ábra*). A terület épületei funkciójuk és szerkezetük alapján is több eltérő típusba sorolhatók, a tetőszerkezetek pedig leginkább összetett struktúrájúak, melyek több, egyedi tetőtípus kombinációjának felelnek meg.



1. ábra A mintaterület elhelyezkedése

Az épületek modellezéséhez BuildingReconstruction szoftvert használtunk, melyet kifejezetten nagyobb területek és épülettömbök, vagy akár teljes városrészek LoD1 és LoD2 modellezésére fejlesztettek ki. Működése során a szoftver a szükséges adatokat felhasználva (alaprajz, felszínmodell, pontfelhő) automatikusan egy vázlatos, nagymértékben generalizált modellt hoz létre. Ezt a továbbiakban a felhasználónak manuális vagy félautomatikus módszerrel, vizuális interpretációval kell korrigálnia, és tovább részleteznie annyira, amennyire az adott cél megköveteli. Eredményül egy olyan adatbázist kapunk, mely (a pontfelhő pontosságától függően) nagy pontossággal tartalmazza az épületek geometriai alkotóelemeit, és ezekről számos, lekérdezhető attribútum áll rendelkezésre (pl. elhelyezkedés, kiterjedés, stb.).

A bemenő adatok egyike az épületek alaprajzi vektoros állománya volt. Ezt a LiDAR pontfelhő alapján generáltuk (Building footprint). Azért célszerű ezt az



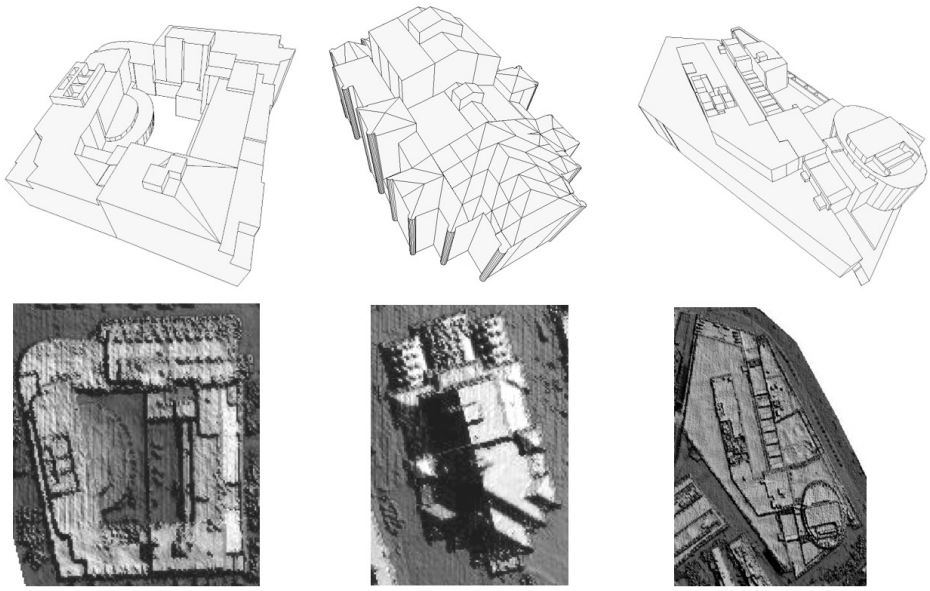
2. ábra Az eredeti épület légifotón (balra), LoD1 (középen) valamint LoD2 (jobbra) szintű részletességgel

adatbázist használni a kataszteri adatok helyett, mert a tetők és a falak felszíni vetületei a legtöbb esetben nem esnek egybe (jórész csak a több emeletes panel épületek esetében), hiszen a tető legtöbbször a falakon túlnyúlik (eresz), a különbség pedig távérzékelési módszerekkel igen nehezen fogható meg. A szoftver a poligonokból kiindulva első lépésben egy sematikus tömbmodellt generált, mely LoD1 szintű részletességnek felelt meg (*2. ábra*).

Raszteres adatbázison belül a digitális domborzatmodell (DTM) szolgált az épületek alapjainak, a talajfelszín magasságának meghatározásához. Az adat a LiDAR pontfelhő talajpontjainak leválogatásával majd azok interpolálásával készült. A domborzatmodell alkalmazásával az épületek alapjai ezáltal pontosan a felszínen helyezkedtek el.

A domborzatmodell mellett felszínmodellt (DSM) is felhasználtunk, amely szintén LiDAR pontfelhőből lett generálva. Ez tartalmazta a talajpontok mellett a tereptárgyak visszaverődési pontjait is, így vált lehetségessé számunkra a tetősíkok részletes lehatárolása. Az épületmodellek szerkesztése során ezáltal egyértelművé vált, hogy az egyes síkoknak hogyan alakul a térbeli kiterjedése, iránya, az épület geometriája miként tagolódik és milyen módon alakul azok magasságkülönbsége, meredeksége, struktúrája. A szoftver továbbá ebből a raszteres adatból kiindulva generált automata módon pontfelhőt, amely a szerkesztés során további referenciát jelentett számunkra.

Hozzáadott képi input adatként használtuk fel a területet lefedő, nagypontosságú ortofotó mozaikot RGB színtartományban. A digitális felszínmodellből továbbá képfájlt állítottunk elő, amely az épületek alapját, a terület meredekségi viszonyait jelenítette meg, segítve a manuális korrekciót.



3. ábra Komplex tetőstruktúrák LoD2 modelljei, a felhasznált DSM alapján

Egy adott LoD2 modell szerkesztésekor az általunk használt tetőtípus definiálását követően az eresz (Eave), a párkány (Ridge) és a tető irányának (Roof orientation) egyedi paraméterezése befolyásolta a tetőszerkezet dőlésének, meredekségének, felszínének alakulását. A kupola, kerekített építészeti elem teljes mértékben manuális megrajzolást igényelt. Ilyen esetben külön paraméterként szerepelt a gömbszerű formát alkotó szegmensek száma, alsó- és felső részének pereme, ívessége. A manuális munkához további könnyítést jelentett, hogy rendelkezésre álltak előre definiált tetőszerkezetek, így az összetett struktúráknál felépíthettük azt már meglévő részelemekből is, nagyban gyorsítva a munkát. A *3. ábra* néhány, jellemzően összetett tetők esetében mutatja a kialakított komplex modellt.

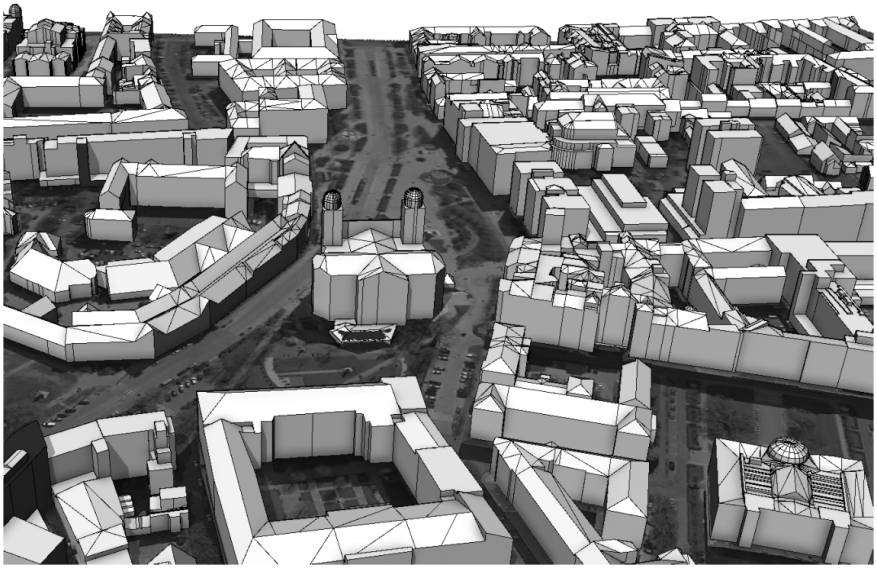
A raszterek alapján készülő modellek a fentieken túl tartalmaztak egy becsült hibát is, mely az automata generálást követően attribútumként lekérdezhetőek, és jól szemléltetik a modellek pontosságát, a geometriai lapok egymáshoz illeszkedését. A kalkulált érték az input adatok és a létrehozott vektoros 3D modell közötti átlagos eltérését, magasságkülönbségét, illeszkedését vette számításba. A szerkesztés fontos feladata volt a felesleges vertexek szűrése, amely hatékony módon szintén manuális munkával kivitelezhető.

Eredmények, összegzés

A lehatárolt debreceni mintaterületre összességében 302 db épületet generált a szoftver. Az automatikus lépést követően legpontosabban csak bizonyos tetőtípussal (lapostető, nyeregtető, félnyeregtető) rendelkező épülettömböket ismert fel, ezeket csak kismértékben kellett módosítani, darabszámban viszont elenyésző mennyiséget jelentettek. A manuális szerkesztés hatékonysága, gyorsasága egyenesen arányosnak bizonyult a területen lévő épületek jellegéhez viszonyítva, így a gördülékeny munkavégzést lassította egy-egy komplex szerkezet és megjelenési forma kidolgozása (*4. ábra*).

A módszertani sajátosságok és az eredmény szemszögéből különböző csoportokat különítettünk el. Leghatékonyabb a panel épületek rekonstrukciója volt, de ide sorolhatjuk a ferde tetősíkokkal, sátortetővel, egyszerűbb tetőszerkezettel rendelkező épületeket is, ahol kismértékben vagy egyáltalán nem volt jelen lokális magasságkülönbség. A következő csoport elemei közé tartoztak az L és U alaprajzú, valamint a belső, üres térrel rendelkező épületek. Ez többnyire komplexebb családi házakból, belvárosi középületekből tevődött össze. A tetőstruktúra itt már több típusból állt, magasságkülönbségek és építészeti elemek bonyolították a geometria megalkotását. A harmadik csoportban az építészetileg gazdag, komplex megjelenésű tömbök, kupolával, kiugrásokkal, térbelileg változatos formákkal rendelkező létesítmények foglaltak helyet, többek között műemlékek, templomok, bevásárlóközpontok, kulturális építmények.

A manuális finomítási eljárásokkal létrehozott épületmodellek az exportálást követően 3D Shapefile formájában álltak rendelkezésünkre. Ennek értelmében egy



4. ábra Az elkészült LoD2 modellgyűjtemény

adott épületobjektum esetén külön lekérdezhetővé váltak az alaprajzra, a modellt alkotó falak összességére, valamint a tetőszerkezetre vonatkozó precíz attribútumadatok. Ezen túl az egységeken belül minden egyes sík, szegmens, és vektoros elem külön kezelhetővé vált, így geometriai objektumok szintjén is rendelkezésre álltak az ezekre jellemző attribútumértékek. Lekérdezhető információt kaphattunk többek között az épület területére, az objektum térfogatára, a tetőszerkezet orientációjára, típusára, minden geometriai egység legalacsonyabb és legmagasabb térbeli pontjára vonatkozóan egészen a vertexek szintjén is.

A BuildingReconstruction szoftver használatával a belvárosi mintaterület épületeinek részletes modellezése, a geometriai- és térbeli információk kinyerése LoD2 szinten nagy pontossággal, eredményesen valósítható meg. Kiemelendő, hogy a felhasznált alapadatokból kiindulva és az alkalmazott módszerek használatával nemcsak nagy terület hatékony 3D modellezése kivitelezhető, hanem minőségi szempontból is precíz, a gyakorlatban használható és további kutatások alapjaiként szolgáló eredmény hozható létre. Az egyes építészeti megoldások kidolgozása, az épületek egyediségéből adódó struktúrák megalkotása mindvégig jelentős önálló gondolkodást és saját logikai folyamatot vett igénybe.

Az előállított LoD2 épületobjektumok előnye, hogy SHP, COLLADA és CityGML fájlként is könnyen kezelhetőek, így megjelenítésükre, attribútumaik lekérdezésére széles szoftverskála áll rendelkezésre. A precíz térbeli információkon túl kitűnő alapként szolgál további renderelési, grafikai eljárások megvalósításához, GIS és építészeti környezetben értelmezve különféle szimulációk és vizsgálatok (beépítettség, napsugárzás, árnyékoltság, tetőkataszter, épületrekonstrukció, stb.) vizuális reprezentálásához.

Köszönetnyilvánítás

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.1-16-2016-00022 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Felhasznált irodalom

BuildingReconstruction 2015.2 Manual © 2017 VirtualcitySYSTEMS GmbH (letöltés dátuma: 2018. 01.11)

Pődör A. – Révész A. – Ócsai A. – Ladomerszki Z. (2015): Testing some Aspects of Usability of Crowdsourced Smartphone Generated Noise Maps. GI_FORUM: Journal For Geographic Information Science, pp. 354–358.

A Mohácsi-teraszos-sík földrajzi neveinek emlékezeti helyi vizsgálata geoinformatikai módszerekkel

Simon Bertalan

PhD hallgató, PTE TTK Földtudományok Doktori Iskola, asimonbertalan@gmail.com

Abstract: In connection with the nearing memorial year of 2026, the memorial policy review of the Battle of Mohács is appreciated, of which geographic place names are one of the most important segments. The study uses the place names and map materials of the Mohacs district found in the II. Volume of the 1982 edition of geographic place names in Baranya County, as well as the geodata-base of the Open Street Map to determine the memory places of the local communities and to categorize them in accordance with the orientation of the memory. The spatial pattern of each type is determined by Thiessen polygons. Thanks to the exact localization of geographic names, it is possible to use a density surface in defining the focal points associated with the memories of the battle.

Bevezetés

A kutatás apropóját a 2026-os mohácsi emlékév adja, a magyar nemzeti öntudatot közel 500 éve érte egyik legnagyobb megrázkódtatása. Ennek közeledése kapcsán alakult meg a szigetvári Szulejmán-kutatásokhoz (Pap N.– Fodor P. 2017; Pap N. – Kitanics M. 2017; Pap et al. 2017; Pap et al. 2015) hasonlóan az MTA Kiválósági Együttműködési Program „Mohács 1526–2026 Rekonstrukció és Emlékezet" kutatócsoportja, melyben számos tudományterületen jártas kutatói gárda vesz részt, régészektől kezdve, a geomorfológusokon át a művészet- és irodalomtörténeti szakemberekig. Ezen a széles palettán a feladatom az emlékezetpolitikára és az emlékezeti helyek körére esik.

Vizsgálatom a mohácsi csata kapcsán főleg a személyneveket és geográfiai jellegű kutatás lévén a helyszíneket, valamint egymáshoz való viszonyukat elemzi. A csata felvonulási történetéhez négy kiemelt személy köthető, II. Lajos király, aki Budáról indult seregével, Tomori Pál, kalocsai érsek, aki főkapitányként állt a magyar oldal élén, I. Szülejmán szultán a török csapatokkal érkezett déli irányból, illetve Szapolyai János erdélyi vajda, aki az erdélyi frontról az állítólagos kommunikációs zavarok miatt nem ért időben a csatatérre (Szakály F. 1981). Kritikával illették II. Lajost is, de B. Szabó állítása szerint a király csak bevárta a csatlakozó seregeket, ezért tűnt lassúnak, miközben a szultán átlépte seregével a Drávát. Ezt szerettük volna elkerülni és egy erős várunknál (mint az eszéki) harcba lépni a török ellen. Eszrészt több esélyt adott volna nekünk, másrészt 1526 nyara igen csapadékos volt az akkori feljegyzések szerint, így a mocsaras viszonyok plusz bizonytalansági faktort adtak az összecsapásnak (B. Szabó J. 2006). Annak ellenére, hogy a török fél körülbelül háromszor akkora haderővel állt ki, a magyar sereg egyetlen esélyként a támadás

mellett döntött a Mohácsi-síkon. A végkimenetel közismert, a csata vérfürdőbe torkollt, főurakon és a hét főpapon kívül elesett a harcmezőn II. Lajos is, röviden összefoglalva addig nem tapasztalt sokk érte a politikai elitünket (Pálffy G. 2011).

Ugyan méltatlanul röviden mutattam be a csatát, mégis két tisztázatlan eseményt érintettem benne: a csatatér pozícióját, illetve II. Lajos halálának helyszínét. Mind az első (Katona T. 1976; B. Szabó J. 2006; Szakály F. 1981), mind a második (Kasza P. 2016; Magyar L.A. 2016; FarkasG.F. 2016; Magyar L.G. 2016; Csorba D. 2016) felvetésre próbáltak már racionális magyarázatokkal szolgálni kifejezetten a történelmi forrásfeldolgozás módszereivel. Bár szorosan nem kapcsolódik az elmondottakhoz és távol áll a geográfiai nézőponttól, de fontosnak tartom megemlíteni a Debreceni Egyetem protezsálásában elkészült kötetet (S. Varga et al. 2013), melyben a mohácsi emlékezeti helyeket irodalmi, képzőművészeti oldalról veszik górcső alá (S. Varga P. 2013; Bitskey I. 2013; Kerepeszki R. 2013; Jakó K. 2013; Brigovácz L. 2013).

Anyag és módszer

Geoinformatikai források terén a tanulmány két alapra épült: az első a Pesti vezetésével elkészített Baranya megye földrajzi nevei II. című kötet, melynek anyagát a Pécsi Tanárképző Főiskola magyar nyelvészeti tanszékének hallgatói gyűjtötték közel egy évtizedes munkával, a helyi értelmiség bevonásával (Pesti J. 1982b). Az egyik legfontosabb szempont a gyűjtés során az egységesség volt, így esély nyílt a térképi anyagok összeillesztésére. A településekről készült földrajzi topográfiai térképek az 1:10 000-es felbontású földhivatali EOV vetületű áttekintő szelvények felhasználásával készültek el (Pesti J. 1982a). Az Arcanum Adatbázis Kft. által üzemeltetett és fejlesztett Hungaricana weboldalon az állományok megfelelő minőségű szkennelt formában találhatók meg, továbbá letölthetők .pdf kiterjesztéssel. Egy egyszerű pdf-jpg konvertálást követően az Adobe Photoshop CS6 szoftverrel a térképeket településhatárok mentén kijelöltem, majd a határpontok segítségével gondosan összeillesztettem őket. A kistájkataszteri lehatárolás szerinti Mohácsi-teraszos-sík területe alapján hét település került bele a vizsgálatba: Mohács, Lánycsók, Kölked, Majs, Udvar, Sátorhely és Nagynyárád (Dövényi Z. 2010). Ezt követte a georeferálás qGIS 2.18.0 szoftverrel, 72 db referálási ponttal, projektív transzformációval és legközelebbi szomszéd újravételezési módszerrel. A georeferálás pdf jelentése alapján a pontok valódi földrajzi pozíciótól való eltérése 100 m-en belüli, amely elsőre soknak tűnhet, de a térképen a helynevek szám alakban történő ábrázolása is megközelítőleg 100x100 m-es területet takar le.

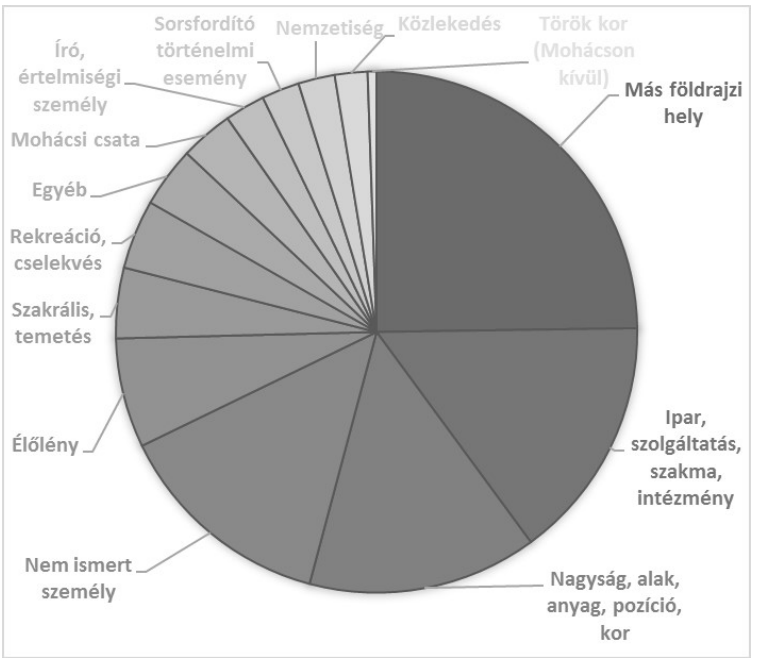
Második forrásként szükségesnek találtam az Open Street Map adatainak felhasználását az utak pontos elhelyezkedésének ábrázolására. Történelmünkben a földrajzi nevek közül az utcanevek a rövid életű tájékozódási pontok szerepét töltötték be, hiszen ezeket az egymást követő rezsimek marketingeszközként használták a saját legitimációjuk megteremtésére. A helyi gyakorlatban ez úgy jelent meg, hogy az

1946-ban önkényesen megváltoztatott nevek a rendszerváltást követően visszakapták a tradícionális, korábban használt formájukat. Ezeket a szempontokat figyelembe véve döntöttem a napjainkban használatos utcanevek használata mellett.

A vektorizálás során a földrajzi nevek pont típussal kerültek be a geoadatbázisba, mely alól kivételt képeztek a folyók és az utak. Minden entitás rendelkezik a táblában egy pontos földrajzi névvel, egy településnévvel, egy a névadásra jellemző kategóriával, valamint a könyvből idézett rövid összefoglalóval. A későbbi statisztikai elemzések megkönnyítése érdekében a vonalas elemeket pontokká konvertáltam, a Voronoi-sokszögeknél „node"-okra és „vertex"-ekre, a sűrűségfelületes elemzésnél a vonal mértani középpontjára esett a választás. Mindkét esetben az ESRI ArcGIS 10.2 szoftvercsalád funkcióit használtam (Create Thiessen Polygons, Kernel Density). Mivel a Voronoi-sokszögek mindegyikéhez hozzárendeltem az attribútumtábla mezőit, így könnyedén meghatározhatóvá váltak a típusokhoz tartozó gócok, vagy esetenként az adott terület mozaikossága.

Eredmények

A vektorizált pontok első öt kategóriája a földrajzi nevek háromnegyedét tette ki, ebből a legnagyobb szelet a más földrajzi helyre utalóké volt, melyek közé főleg külterületeken elhelyezkedő dűlőnevek tartoznak (*1. ábra*). Közel egyforma szeletet hasított ki a körből az ezt követő három egység: az iparhoz, szakmához, szolgáltatásokhoz, intézményekhez köthető, a helynév valamilyen tulajdonságára



1. ábra A földrajzi helynevek tipizálása a Mohácsi-teraszos-sík területén (szerk. Simon B.)

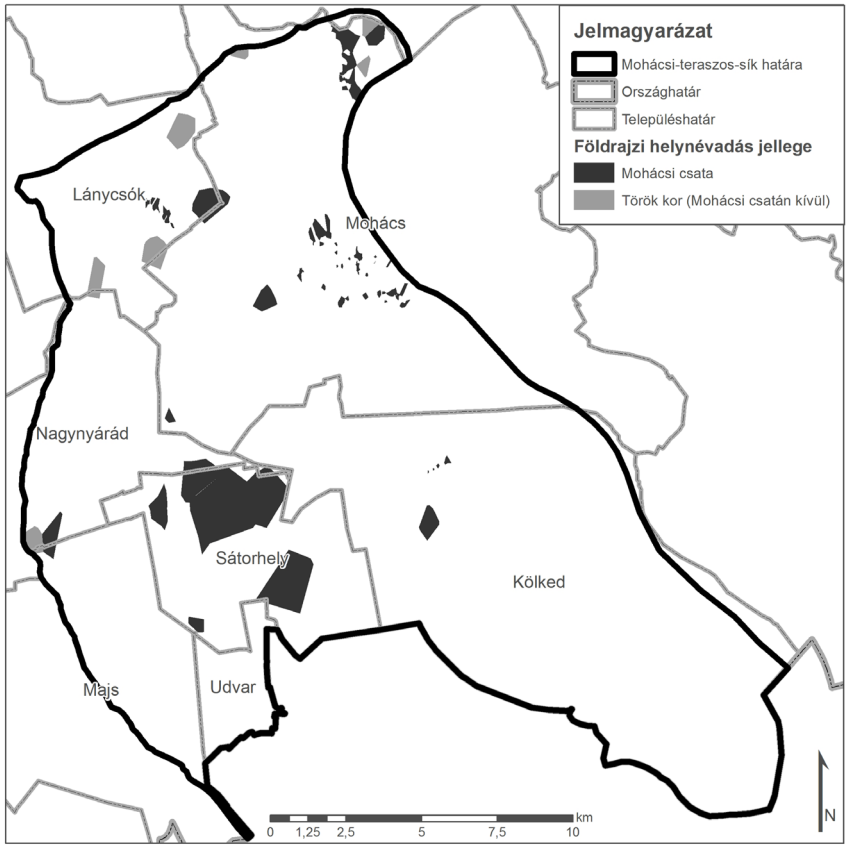
utaló, valamint az egykori tulajdonosra vonatkozó csoport. Előbbiek Mohács iparnegyedeinél, valamint a belváros peremén csoportosultak, míg a második kategória térben egyenletesen szórt képet mutat. A nem közismert személynevek többségében a Mohács és Kölked környéki tanyákhoz kapcsolódnak, köszönhetően annak, hogy egykoron ezeket birtokosaikról nevezték el.

Jól kivehető, hogy az eddigiekben vizsgált kategóriák kialakulását nem befolyásolták ideológiák, tehát nem felső utasításra történt a helyek elnevezése. Ez alól az első kivétel a mohácsi csata hőseinek és eseményeinek tiszteletére való névadás. Pontosítva, többségük még a helyi legendárium részét képezi, de párhuzamosan megjelent az utcanevekben egy részben felülről induló kezdeményezés a csata 400. évfordulójára, 1926-ban. Ugyan 1946-ban következett egy újabb ciklus az önkényuralmi rendszerhez illeszkedő személyekkel, de ebben mindössze egy név volt érintett a mohácsi hősök közül. Nevezetesen a Drágffy János utcát leváltotta a Fürst Sándor utca, azonban a rendszerváltást követően ennek éppen fordítottja következett be.

Érdemes mélyebb térbeli vizsgálat alá vetni a csatához köthető nevek emlékezeti térben való megjelenését. Hét különböző személynév fordult elő az adatbázisban, melyek közül II. Lajos Mohácson, Sátorhelyen, Kölkeden és Lánycsókon is kapott utcanevet. Emellett 1864-ben a tiszteletére egy emlékművet emeltek a Mohácstól északra fekvő szőlőhegyen, a mai 56-os főút és a Csele-patak találkozásánál, halálának hagyomány szerinti helyén, valamint a vízfolyáson átívelő hidat is róla nevezték el. A szobor felállítása feltételezhetően azzal járt, hogy a szintén a király nevét viselő kút megszűnt és csak a helyiek emlékezetében élt tovább. Tomori Pál, mint főkapitány a magyar seregek felvonulási útvonalába eső településeken kapott utcaelnevezést (Lánycsók, Mohács, Sátorhely), a kancellár Brodarics, az elesetteket eltemettető Kanizsai Dorottya neve pedig a hét vizsgált településből csak Mohácson és Sátorhelyen található meg. Mohácson elneveztek még egy-egy utcát a már említett országbíró Drágffyról, illetve a katolikus főpap Perényi Ferencről.

A földrajzi nevek egy még nem említett csoportja az évszázadok során beágyazódott a helyi közösségek kollektív emlékezetébe. Néhány ezek közül a török támadás során elpusztult települések nevét őrzi (Földvár, Lajmér, Chelei), más része a csatához köthető hadi felállásokhoz (Török-dűlő, Tábortér, Tábori-hegy) vagy egyéb erőszakos cselekményekhez köthető (Vaskapu, Feketekapu). Jellegzetesség, hogy a duplumok nem ritkák a nevek között, mint az utóbbi példák között említett, egymástól nagy távolságra fekvő, a Mohácsi-teraszos-sík északi peremén elhelyezkedő Vaskapu, illetve a Mohácsi Történelmi Emlékhely közelében található Feketekapu. A szájhagyomány mindkettőhöz a 300 pécsi diák hősi, török haderővel szembeni helytállását teszi hozzá.

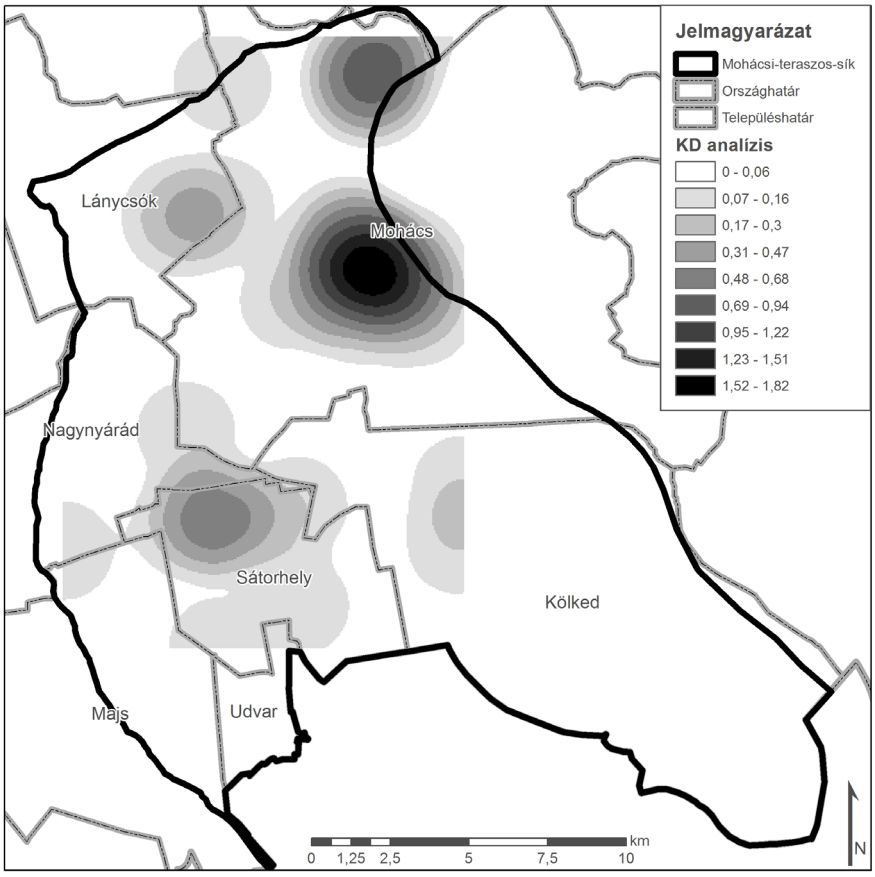
A földrajzi nevek, mint emlékezeti terek határa igen képlékeny, kiterjedésükön a közösség minden egyes tagja mást ért, akár az is előfordulhat, hogy egyes helyeket csak egy nagyon szűk csoport használ, míg mások egyáltalán nem ismerik. A Voronoi-poligonnal történő vizsgálat egy ideális állapotot tekint, mégpedig azt, hogy a



2. ábra: A Mohácsi csatához és a török korhoz köthető földrajzi helynevek Voronoi-poligonjainak elhelyezkedése (szerk. Simon B.)

helynevek centroidjai között a határt a szakaszfelezők képezik. A módszer esetlennek tűnhet, azonban néhány lényeges dologra rávilágít. A bel- és külterület földrajzi helysűrűségi sajátosságai eltérők, Mohács belvárosában kisebbek a poligonok, mint az északi szőlőterületeken (*2. ábra*). Érzékelhető a mohácsi csata magas aránya (84%) az összes török korhoz kapcsolódó helynévből. Továbbá már ezen is felfedezhetők olyan jól kirajzolódó gócok, mint a II. Lajos feltételezett halálhelye körüli csoportosulás vagy a Sátorhely környéki, konszenzus során elfogadott csatahely emlékezeti helyei.

Sűrűségfelület alkalmazásával válasz kapható arra, ha egy véletlenszerű pontot kiválasztunk a Mohácsi-teraszos-sík területéről, akkor az milyen mértékben részesülhet az emlékezeti helyek hatásától, azaz mennyi helyhez van megfelelő közelségben. Mohács területén kiterjedt és nagy sűrűségű zóna lokalizálható, főleg az utólag épített és nevesített emlékezeti helyeknek köszönhetően (*3. ábra*). Ezzel szemben Sátorhely és a Mohácsi-szőlőhegy területe gazdagabb a csata részfolyamatainak néphagyomány szerinti elnevezéseiben. Bár a térképen nem kerültek ábrázolásra a kistájon kívülre eső helyek, de Lánycsók és Majs külterületén található példa erre is.



3. ábra A Mohácsi csatához köthető földrajzi helynevek sűrűségfelülete (szerk. Simon B.)

Konklúzió

A közel 500 éve lezajlott mohácsi vész nem csak a kollektív emlékezetünkbe égette bele nyomait, hanem a Mohácsi-teraszos-sík földrajzi nevei közé is, amelynek az intenzív periódusai részben a kerekszámú évfordulókra illeszkedtek (1926, 1976), részben pedig folyamatosak voltak. Ennek köszönhető az összes helynévből kiszakított 3%-os arány. A csata és II. Lajos király halálának feltételezett helye közti emlékezeti tengely már a csatát követő legendákkal és néphiedelmekkel létrejött, ezt legitimálta néhány zarándokhelyként is funkcionáló épített emlék (II. Lajos emlékműve a Csele-pataknál, Fájdalmas Szűz Csatakápolna, Mohácsi Történelmi Emlékhely). A Voronoi poligonokkal és a sűrűségfelülettel végzett vizsgálat alátámasztotta az előbbiekben leírtakat, továbbá a csata emlékezeti tereinek sűrűségi viszonyairól is megfelelő képet adott. A tengely középső része tovább sűrűsödött, köszönhetően a 400. évfordulóra átalakult mohácsi utcahálózatnak és a hősök tiszteletére emelt emlékműveknek. Mivel a kistájon túl is találhatók a csatához köthető helyek, a későbbi kutatásokban érdemes lehet bővíteni a kutatás területi horizontját akár egészen Magyarország határáig is.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány az MTA Kiválósági Együttműködési Program „Mohács 1526-2026 Rekonstrukció és Emlékezet” projekt keretében valósult meg. Külön köszönettel tartozom a Kiválósági Támogatás 2017 és a Béke és Konfliktus Közép-Európában és a Balkánon protezsálásáért.

Felhasznált irodalom

B. Szabó J. (2006): A mohácsi csata. Corvina Kiadó Kft, Budapest, 180 p.

Bitskey I. (2013): Mohács emlékezete egy kora újkori hitvitában. In: S. Varga P. – Száraz O. – Takács M.: A magyar emlékezethelyek kutatásának elméleti és módszertani alapjai. Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, pp. 203–207.

Brigovácz L. (2013): Intések az utókornak: Mohács hagyatéka reformkori szentbeszédekben. In: S. Varga P. – Száraz O. – Takács M.: A magyar emlékezethelyek kutatásának elméleti és módszertani alapjai, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, pp. 250–258.

Csorba D. (2016): II. Lajos király halála historiográfiai nézőpontból. – In: Farkas G. F. – Szebelédi Zs. – Varga B.: „Nekünk mégis Mohács kell…” Országos Széchényi Könyvtár, Budapest, pp. 155–176.

Dövényi Z. (2010): Magyarország kistájainak katasztere. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest, 877 p.

Farkas G. F. (2016): II. Lajos király temetései. In: Farkas G. F. – Szebelédi Zs. – Varga B.: „Nekünk mégis Mohács kell…” Országos Széchényi Könyvtár, Budapest, pp. 69–84.

Jakó K. (2013): Foglalkozik-e Moháccsal és a magyarsággal a 16. század vége és a 18. század eleje között a moldvai és havasalföldi krónikairodalom? In: S. Varga P. – Száraz O. – Takács M.: A magyar emlékezethelyek kutatásának elméleti és módszertani alapjai, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, pp. 351–360.

Kasza P. (2016): Holttest a patakban. – In: Farkas, G. F. – Szebelédi, Zs. – Varga B.: „Nekünk mégis Mohács kell…” Országos Széchényi Könyvtár, Budapest, pp. 69–84.

Katona T. (szerk.) (1976): Mohács emlékezete. Magyar Helikon, Budapest, 275 p.

Kerepeszki R. (2013): Horthy Miklós mohácsi beszéde, 1926: Emlékezethely a politikai gondolkodásban és a nemzetközi kapcsolatok történetében. In: S. Varga P. – Száraz O. – Takács M.: A magyar emlékezethelyek kutatásának elméleti és módszertani alapjai, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, pp. 313–324.

Magyar L. A. (2016): Miben halt meg II. Lajos király. In: Farkas, G. F. – Szebelédi, Zs. – Varga B.: „Nekünk mégis Mohács kell…” Országos Széchényi Könyvtár, Budapest, pp. 139–146.

Magyar L. G. (2016): A bizonyíthatóság határai II. Lajos király halálával összefüggésben. – In: Farkas G. F. – Szebelédi Zs. – Varga B.: „Nekünk mégis Mohács kell…” Országos Széchényi Könyvtár, Budapest, pp. 97–108.

Pálffy G. (2011): A Magyar Királyság és a Habsburg Monarchia a 16. században. História, MTA Történettudományi Intézete, Budapest, 564 p.

Pap N. – Fodor P. (2017): Szulejmán szultán Szigetváron: A szigetvári kutatások 2013–2016 között. Pannon Castrum Kft; Pécs, 299 p.

Pap N. – Kitanics M. (2017): Nagy Szulejmán szultán szigetvári türbéjének kutatása (1903–2016). In: Pap N. – Fodor P. (szerk.): Szulejmán szultán Szigetváron: A szigetvári kutatások 2013–2016 között. Pannon Castrum Kft; Pécs, 299 p.

Pap N. – Kitanics M. – Gyenizse P. – Hancz E. – Bognár Z. – Tóth T. – Hámori Z. (2015): Finding the tomb of Suleiman the Magnificent in Szigetvár, Hungary: historical, geophysical and archeological investigations. Erde, 146(4), pp. 289–303.

Pap N. – Kitanics M. – Gyenizse P. – Hancz E. – Bognár Z. – Tóth T. – Hámori Z. (2017): Nagy Szulejmán szigetvári türbéje: történeti, geofizikai és régészeti vizsgálatok. In: Pap N. – Fodor P. (szerk.): Szulejmán szultán Szigetváron: A szigetvári kutatások 2013–2016 között. Pannon Castrum Kft; Pécs, 299 p.

Pesti J. (szerk.) (1982a): Baranya megye földrajzi nevei I. Baranya Megyei Levéltár, Pécs, 1055 p.

Pesti J. (szerk.) (1982b): Baranya megye földrajzi nevei II. Baranya Megyei Levéltár, Pécs, 1279 p.

S. Varga P. (2013): „…keressetek alkalmat a hajdanra visszanézhetni…" (Mohács emlékezethellyé válása a 19. század elejének magyar irodalmában). In: S. Varga P. – Száraz O. – Takács M.: A magyar emlékezethelyek kutatásának elméleti és módszertani alapjai, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, pp. 240–249.

S. Varga P. – Száraz O. – Takács M. (szerk.) (2013): A magyar emlékezethelyek kutatásának elméleti és módszertani alapjai, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 432 p.

Szakály F. (1981): A mohácsi csata. Akadémiai Kiadó, Budapest, 141 p.

Forest health monitoring system in Hungary based on MODIS products

Somogyi Zoltán[1] – Koltay András[1] – Molnár Tamás[2] – Móricz Norbert[1]

[1] senior scientist; NARIC Hungarian Forest Research Institute; somogyi.zoltan@naik.iif.hu
[2] research assistant

Abstract: Ground-based forest observations in Hungary have recently been completed by a wall-to-wall system (in Hungarian: "TEMRE") to monitor forest health in relation to environmental changes (including climate change). The system is based on free images from the MODIS sensor of the Terra OSM satellite. Once in every 16 days during the vegetation season, NDVI values are automatically downloaded, masked for the Hungarian forest area, filtered for errors, and classified using standardized NDVI-index values. Maps are regularly published in a 250*250 m resolution at klima.erti.hu/TEMRE.php. The attribution of discolorations, to be attempted for larger (>1000 ha) contiguous areas, is supported by tree species map layers (currently) and site factors (under development). The paper demonstrates some results of the analysis of images from recent years.

Introduction

Forest health has increasingly been a concern in Europe since the 1980s when air pollution caused extensive forest damage (Sanders et al. 2016). While critical loads are still being exceeded (Seidling W. 2016), new concerns have been raised over the possible effects of climate change and the increasing concentration of CO_2 in the air on forests (Settele et al. 2014; Loehle 2016; Pluess et al. 2016; Ramsfield et al. 2016; Trumbore et al. 2016). These effects might include forest dieback that can significantly increase greenhouse gas emissions (Allen et al. 2010; Somogyi Z. 2016), providing positive feedback to climate change itself. The need to avoid this and other adverse phenomena in forests makes it important to intensify forest health monitoring and increase efforts to better understand environmental effects on forest.

Forest health has been monitored in Hungary for decades (NÉBIH 2009; Hirka 2017). Over the years, the methods of the monitoring were developed to also meet requirements of international programs such as the International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (IPC Forests) (Sanders et al. 2016) and Forest Europe (2005).

The main components of the current monitoring system are the following: (i) permanent plots (NÉBIH 2009) where observations and causation are made following internationally agreed methods (ICP Forests Manuals 2017), (ii) forest owners' and forest managers' reports (required by the Hungarian Forest Act) on larger-scale occurrence of pests and pathogens (the results of these reports are published on maps, see at http://erdoterkep.nebih.gov.hu/erdokar/index.htm), (iii) a forestry light trap

system and (iv) many dedicated research projects (Hirka A. 2017).

To monitor the potential effects of climate change on the entire forest area, while also meeting demands by both the forestry practice and the forest research community, the above system has recently been completed by a remote sensing-based, wall-to-wall system ("Távérzékelésen alapuló Erdőállapot Monitoring Rendszer", TEMRE). Such systems already exist in many countries (Lausch et al. 2016; Lausch et al. 2017) including neighbouring countries such as Slovakia (see at http://www.nlcsk.sk/stales/klasdynam_en.html). This paper presents a summary of TEMRE and some preliminary results of its application.

System summary

The main source of information for TEMRE is the freely available and regularly published satellite products of the MODIS sensors of the NASA Terra satellite that detect atmospherically-corrected reflectance in 36 spectral bands at a medium spatial resolution (250 m) but with high frequency (in intervals of 1–2 days, Justice et al. 2002). TEMRE makes use of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) composite (see below) that is produced, since the year 2000, from the best quality pixel values in 16-day cycles (with pictures on the same date each year).

TEMRE produces maps in a fully automatic procedure using a proprietary software written in R (2018). First, new pictures are downloaded from the LAADS NASA server (ftp://ladsftp.nascom.nasa.gov/) during the vegetation season (i.e., end of April till end of September) once they become available. Then, using a recent forest cover mask, pixels are clipped that have a forest cover of at least 75% (currently, 241830 pixels). The pixels are then filtered for errors using the quality codes included in the composites (pixels classified as "unuseful", or with mixed clouds, cloud shadow, possible snow/ice cover and high aerosols are excluded).

NDVI is calculated from near infrared (NIR) and visible red (RED) intensities as detected by the satellite sensors the following way:

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

NDVI at any moment indicates the photosynthetic activity of the forest canopy. Its values can vary between –1 (at low activity) and +1 (at high activity). NDVI is especially applicable to detect leaf loss and discoloration (Caccamo et al. 2011; Spruce et al. 2011; Hlasny et al. 2014) which is usually extensively registered in ground-based surveys, too. However, due to the above algorithm, index values and photosynthetic activity are non-linearly related, and the sensitivity of the index values is reduced (due to saturation) in forests of high biomass (Huete et al. 2002). Moreover, the absolute intensity of photosynthetic activity itself depends on the actual vegetation season and many other factors with inter-annual variation. If such factors

affect large areas, a simple spatial comparison of absolute intensity values would not be enough to detect health issues. Therefore, as a key element of our system to reduce this inter-annual variation, we standardize NDVI values over time in the next step using the following formula (Peters et al. 2002):

$$Z_{NDVI} = \frac{NDVI - \overline{NDVI}}{\sigma_{NDVI}} \quad (2)$$

where ZNDVI is the standardized NDVI, $\overline{NDVI}$ is the multiple-year average of NDVI, and σ_{NDVI} is the standard deviation of NDVI values, where $\overline{NDVI}$ and σ_{NDVI} are calculated for a given 16-day period of the year from values for a period beginning with the first year with available data (i.e., 2000) and ending with the most recent year. Less than zero Z_{NDVI} values, i.e. where the actual NDVI value is less than the long-term average, might indicate a forest health issue.

As a last step of the automatic procedure, raster maps of Z_{NDVI} values are published at klima.erti.hu/TEMRE.php over a base map using Geoserver (http://geoserver.org/) and the following colour-codes: < –2 (deep red); –2 – –1 (orange); –1 – 0 (yellow); 0 – +1 (light green); >+1 (dark green).

In itself, a reddish or red Z_{NDVI} value is usually not enough to conclude that the forest under the pixel has developed a health issue, let alone what that issue might be. Discolouration can occur due to a number of reasons even in healthy areas including measurement errors; local and temporary atmospheric phenomena that could not be filtered out as error in the above process; a temporary drop of the photosynthetic activity of healthy trees; and forestry operations such as harvesting (about 1% of all forest area of Hungary a year) and forestation.

Discoloration of pixels of forests with health issues can be due to lasting physiological deficiencies (caused by factors such as drought, heat stress, lack of nutrients and biotic agents) or abrupt leaf area loss (caused by pests, late frost, strong wind etc.). In both cases, a sequential analysis of the pixel values might provide clues as to whether a forest health issue can be suspected.

The extent of the discoloured pixels might provide clues to possible causes. The number of pixels in the TEMRE maps is large, and individual pixels can change their colours due to many reasons. Currently, we suggest to only analyse a more-or-less contiguous discoloured group of pixels covering a minimum of about 1,000 ha.

In any event, TEMRE, which might show the location(s), severity and extent of new issues, might suggest ad-hoc observations in the ground.

When assessing the possible causes of forest health issues, the analysis of forest or environmental characteristics can be of importance. Data on drought (see e.g. http://vegdri.unl.edu/), temperature, precipitation, extreme events, elevation, aspect, soil information, soil water, forest operations and other local information should complete remote sensing information. Currently, only species information is published on the TEMRE website, but publishing other layers is under preparation,

and important meteorological information can be found at http://www.met.hu/idojaras/aktualis_idojaras/napijelentes/.

Preliminary results

The above system was operated in a trial period in 2017. Experience has shown that the system can monitor most of the forest area of Hungary and detect forest health issues across space and over time. As an example, TEMRE could easily detect the effects of the large-scale sleety rain (glaze) that loaded trees with heavy ice in Pilis and Börzsöny mountains in North Hungary 1–3 December 2014. This disturbance was the largest ice-break since 1965 (Hirka A. 2017) and severely damaged 9200 ha of forests (Csépányi et al. 2017). Pixels over the damaged areas showed discolouration through 2015 in rather distinct areas. Reduced activity areas in the same regions could also been seen in 2016 when discolouration started to disappear due to regeneration and forestation. The discolouration was further reduced in 2017 (*Figure 1*).

A more recent event happened early 2017 when spring frost, snow and wind damaged some mountainous areas above about 400 m a.s.l., however, discolouration gradually disappeared in May and June. In July and August 2017, damage by different pests (later identified by observations in the ground) in North-eastern mountains and in sandy flat plains of Hungary could well be identified on the maps, too.

All these and other results demonstrate that the MODIS NDVI products can be successfully used in forest health monitoring when combined with information collected in the ground. The system will be developed based on current and future experiences, while developing similar systems using e.g. Sentinel products is also planned.

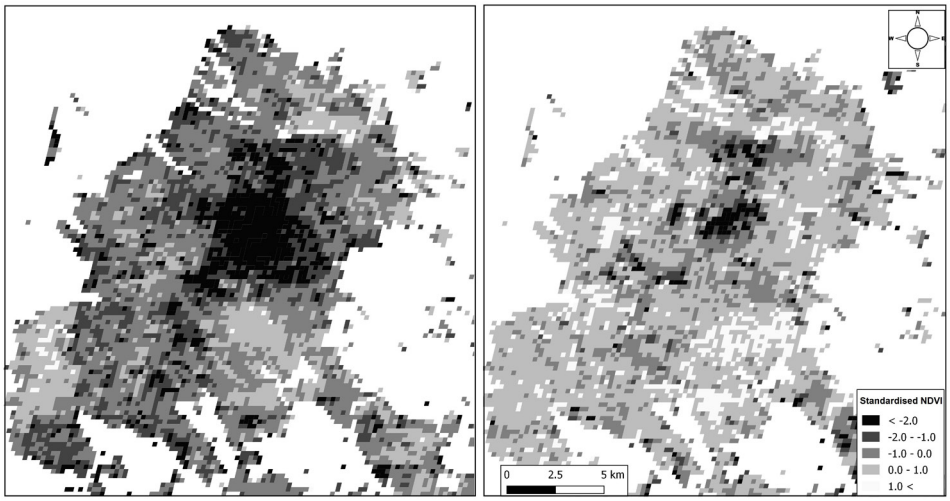


Figure 1. Discolouration of the forests in the Börzsöny mountain (central north Hungary) mid-July 2015 (left) and 2017 (right), after a large-scale icebreak in December 2014

References

Allen, C.D. – Macalady, A.K. – Chenchouni, H. et al. (2010): A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. For Ecol Manage, 259, pp. 660–684.

Caccamo, G. – Chisholm, L.A. – Bradstock, R.A. – Puotinen, M.L. (2011): Assessing the sensitivity of MODIS to monitor drought in high biomass ecosystems. Remote Sens Environ, 115, pp. 2626–2639.

Csépányi P. – Magassy E. – Kontor Cs. – Szabó Cs. – Szentpéteri S. (2017): A 2014. decemberi jégkár okai és következményei a Pilisi Parkerdő Zrt. által kezelt erdőállományokra. ERDÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK, 7(1). pp. 25–41.

Forest Europe (2015): State of Europe's Forests 2015.

Hirka A. (ed.) (2017): A 2017. évi biotikus és abiotikus erdőgazdasági károk, valamint a 2016-ban várható károsítások. NAIK Erdészeti Tudományos Intézet, NÉBIH Erdészeti Igazgatóság, Budapest (In Hungarian).

Hlásny, T. – Barka, I. – Sitková, Z. – Bucha, T. – Konôpka, M. – Lukáč, M. (2014): MODIS-based vegetation index has sufficient sensitivity to indicate stand-level intra-seasonal climatic stress in oak and beech forests. Annals of Forest Science.

Huete, A. – Didan, K. – Miura, T. – Rodriguez, E.P. – Gao, X. – Ferreira, L.G. (2002): Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. Remote Sens. Environ., 83, pp. 195–213.

ICP Forests Manuals (2017): Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. URL: http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual

Justice C.O. – Townshend J.R.G. – Vermote E.F. – Masuoka E. – Wolfe R.E. – Saleous N. – Roy D.P. – Morisette J.T. (2002): An overview of MODIS Land data processing and product status. Remote Sensing of Environment, 83, pp. 3–15.

Lausch, A. – Erasmi, S. – King, D.J. – Magdon, P. – Heurich, M. (2016): Understanding Forest Health with Remote Sensing – Part I – A Review of Spectral Traits, Processes and Remote-Sensing Characteristics. Remote Sens., 8, 1029.

Lausch, A. – Erasmi, S. – King, D.J. – Magdon, P. – Heurich, M. (2017): Understanding Forest Health with Remote Sensing – Part II – A Review of Approaches and Data Models. Remote Sens., 9, 129.

Loehle, C. – Idso, C. – Bently Wigley, T. (2016): Physiological and ecological factors influencing recent trends in United States forest health responses to climate change. Forest Ecology and Management 363, pp. 179–189.

NÉBIH (2009): Forest Monitoring and Observation System. URL: http://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/448777/Forest+Monitoring+and+Observation+System.pdf/c03c0cb2-d46a-4f67-bb78-5cf769bd69aa

Peters, A. J. – Walter-Shea, E.A. – Andrés, Viña L.J. – Hayes, M. – Svoboda, M.D. (2002): Drought monitoring with NDVI-based standardized vegetation index. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 68.1, pp. 72–75.

Pluess, A.R. – Augustin, S. – Brang, P. (Red.) (2016): Wald im Klimawandel. Grundlagen für Adaptationsstrategien. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern; Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf; Haupt, Bern, Stuttgart, Wien. 447 S.

R (2018). R Core Team (2017): A Language and Environment for Statistical Computing. URL: https://www.R-project.org/

Ramsfield, T.D. – Bentz, B.J. – Faccoli, M. – Jactel, H. – Brockerhoff, E.G. (2016): Forest health in a changing world: effects of globalization and climate change on forest insect and pathogen impacts. Forestry, 89, pp. 245–252.

Sanders, T.G.M. – Michel, A.K. – Ferretti, M. (2016): 30 years of monitoring the effects of long-range transboundary air pollution on forests in Europe and beyond. UNECE/ ICP Forests, Eberswalde, 67 p. URL: http://www.icp-forests.org/pdf/30_Years_ Anniversary_Report.pdf

Seidling, W. (ed.) (2016): Forest Conditions. ICP Forests Executive Report 2016. URL: https://icp-forests.org/pdf/ER2016.pdf

Settele, J. – R. Scholes – R. Betts – S. Bunn – P. Leadley – D. Nepstad – J.T. Overpeck – M.A. Taboada (2014): Terrestrial and inland water systems. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B. – V.R. Barros – D.J. Dokken – K.J. Mach – M.D. Mastrandrea – T.E. Bilir – M. Chatterjee – K.L. Ebi – Y.O. Estrada – R.C. Genova – B. Girma – E.S. Kissel – A.N. Levy – S. MacCracken – P.R. Mastrandrea – L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 271–359.

Somogyi Z. (2016): Projected effects of climate change on the carbon stocks of european beech (Fagus sylvatica l.) forests in Zala County, Hungary. Lesnicki casopis - Forestry Journal 62, 3–14. URL: http://www.nlcsk.sk/fj/images/pdf/Rocnik_62/Cislo_1_2016/ Somogy.pdf

Somogyi Z. – Móricz N. – Koltay A. – NAIK Erdészeti Tudományos Intézet (NAIK ERTI) (2018): Távérzékelésen alapuló Erdőállapot Monitoring Rendszer (TEMRE). Letöltés dátuma: 2018. február 28.

Spruce, J.P. – Sader, S. – Ryan, R.E. – Smoot, J. – Kuper, P. – Ross, K. – Prados, D. – Russell, J. – Gasser, G. – McKellip, R. – Hargrove, W. (2011): Assessment of MODIS NDVI time series data products for detecting forest defoliation by gypsy moth outbreaks. Remote Sens. Environ., 115, pp. 427–437.

Trumbore, S. – Brando, P. – Hartmann, H. (2015): Forest health and global change. Science, 349, pp. 814–818.

Csatornaszelekció hiperspektrális felvételen az osztályozási pontosság javítása érdekében

Szabó Loránd[1] – Szabó Szilárd[2]

[1] PhD hallgató, DE TTK Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, szabolorand.geo@gmail.com
[2] egyetemi tanár, DE TTK Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, szabo.szilard@science.unideb.hu

A hiperspektrális felvételek feldolgozásának egyik kritikus pontja a megfelelő csatornák kiválasztása annak érdekében, hogy a lehető legjobb osztályozási pontossággal tudjunk dolgozni. Vizsgálatunkban egy 128 csatornás AISA Eagle felvételt dolgoztunk fel Support Vector Machine (SVM), valamint Random Forest (RF) osztályozási módszerrel Tisza-tavi mintaterületen, a rendelkezésre álló tanuló- és ellenőrzőterületek felhasználásával. Több különböző bemeneti csatornakiosztással dolgoztunk. Egyrészt az összes, 128 csatornával (SVM: 94,5% általános pontosság (OA)), majd a zajos csatornákat kiszűrve 109 csatornával (SVM: 94% OA, RF: 95% OA), végül a Landsat 8 multispektrális szenzorának spektrális tartományát lefedő 47 csatornával (SVM: 91,5% OA, RF: 95,5% OA). Utóbbi két csatornakiosztás esetében Variable Importance analízist végeztünk a bemeneti csatornák számának csökkentése érdekében. A 109 csatorna Variable Importance analízisének eredményeként kapott 16 csatorna önmagában osztályozva is 90% fölötti OA eredményeket hozott (SVM: 92,5%, RF: 94%). Ezt a 16 csatornát összevontuk a 47 csatornával, és az így osztályozott 59 csatorna 95,5% általános pontosságot ért el, így 1%-kal növeltük az osztályozási pontosságot az eredeti 128 csatornához képest SVM osztályozással. A csatornák számának további csökkentése érdekében Minimum Noise Fraction transzformációt végeztünk a bemeneti csatornákon. 128, 109 és 47 csatorna esetében egységesen 96% OA eredményt értünk el. Az 59 csatorna esetében 96,5%-ra nőtt az OA, így további 1%-kal javítottuk az osztályozás eredményét a transzformáció előtti eredményhez képest.

A kutatást a TNN 123457 és az EFOP-3.6.1-16-2016-00022 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

A rakamazi ártér vízborítottság rövid távú változásának nyomon követése Sentinel-2 felvételek alapján

Szabó Zsuzsanna[1] – Szabó Szilárd[2]

[1] doktorjelölt, Debreceni Egyetem, Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, szabo.zsuzsanna@science.unideb.hu
[2] egyetemi tanár, Debreceni Egyetem, Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, szabo.szilard@science.unideb.hu

Absztrakt: Sentinel-2 mission has opened a new way through unlimited free access to observe processes of the Earth surface. The visible (B3-Green) and near infrared (B8-NIR) bands of the satellites allow us to calculate normalized difference water index (NDWI), therefore monitor water cover changes. Our aim was to use Sentinel-2 data for detecting water cover changes in a floodplain and to monitor the changes according to floodplain forms. Our results show that it is a suitable tool for identifying water surfaces, even it has its limitations (e.g. cloud cover, resolution). It may become a promising technique for getting acquainted more deeply with hydromorphic characters of floodplains.

Bevezetés

„*Az ártér sík felszín a folyómeder szomszédságában, amely egy kritikus vízálláskor elöntés alá kerül,…*" (Leopold L.B. 1994; Lóczy D. 2011). Az ártereket közelebbről szemlélve láthatjuk azonban, hogy nem teljesen sík területekről van szó, hanem sajátos formakincsekkel rendelkeznek, amelyek a folyók felszínalakító tevékenysége következtében jönnek létre (Butzer K.W. 1986). A formakincsek eltérő geomorfológiájuk révén különböző hidrológiai jellemzőkkel bírnak (Gábris Gy. 2013). A magasabb térrészek néhány hétre, maximum egy-két hónapra, míg az alacsonyabb részek akár egész évben vízállásos (mocsaras, lápos), tavakkal borított térszínekké válhatnak. A geomorfológiai sajátosságok, az eltérő vízellátottság által, alapjában véve a növényzet szukcessziós pályáit is meghatározzák (Szabó M. 2008; Ortmann-Ajkai et al. 2014).

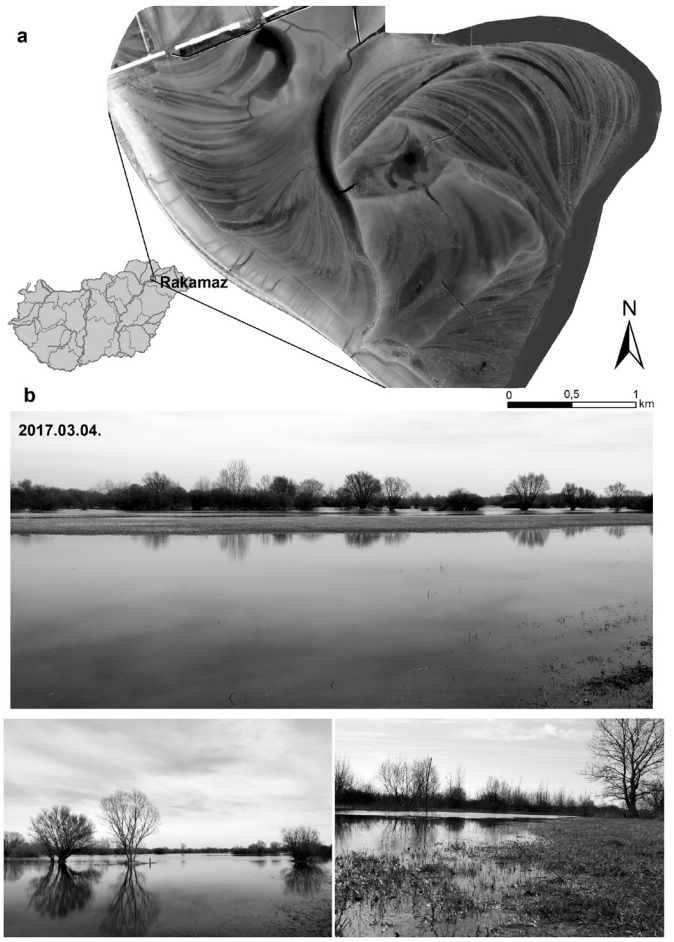
Az elmúlt években-évtizedekben egyre inkább nyilvánvalóvá válik a világűrből végzett földmegfigyelés alapvető fontossága és haszna, egyre szélesebb körben terjed a műholdas távérzékelés (Frey et al. 2017). Az Európa Parlament és Tanács 2014.04.03-i 377/2014/EU számú rendeletében döntött a Copernicus földmegfigyelési program létrehozásáról. A program Sentinel műholdjai Európa területére „tízszer annyi távérzékelt adatot fognak létrehozni, mint a valaha e területre elkészült távérzékelt adatmennyiség összesen, ráadásul mindezt az európai adatpolitikában páratlan paradigmaváltást jelentő teljes körű és korlátlan szabad hozzáférés biztosításával" (Internet1). A 2-es számú műholdcsalád tagjai optikai megfigyeléseket végeznek, poláris napszinkron pályáról, 290 km szélességben, sávtól függően 10–20, illetve 60 m-es felszíni felbontással, a Sentinel-2 B pályára

állításával 5 napos visszatérési idővel (INTERNET2). A 2A+2B felvételei például erdészeti, mezőgazdasági, vízügyi célú felhasználás során pontosabb képet adnak a felszínborításról, a talajnedvességről, az erdők, felszíni vizek változásairól (INTERNET1). A műholdak észlelései által kapott információk alkalmasak lehetnek az ártereken lévő vízborítás mértékének és változásának megfigyelésére is, hozzájárulva ezáltal az ártér hidromorfológiai jellemvonásainak mélyebb megismeréséhez.

Jelen munka célja a Sentinel-2 műholdfelvételek felhasználhatóságának vizsgálata a vízborítottság változásának nyomon követésében, illetve az ártéri felszínformákhoz kötött vízfelület változásának elemzése.

Anyag és módszer

Mintaterületnek Rakamaz közigazgatási területén található árteret választottuk (*1.a ábra*). A viszonylag széles ártér felszíni formákban gazdag, korábbi munkánk



1. ábra Rakamazi ártér

során 2 folyóhátat, 1 elhagyott folyómedret, 1 morotvát, 2 ártéri lapályt, 20 fokot, 105 övzátonyt és 124 sarlólapost különítettünk el a területen (Szabó et al. 2017). A felszínformák közül az övzátony és folyóhát pozitív, míg a többi negatív forma. A legnagyobb árvizek alkalmával akár minden forma víz alá kerülhet – a legmagasabb térszín a Tisza mellett húzódó folyóhát, 96 m fölötti magasságával (Szabó et al. 2015), így amikor a folyó ezt átlépi, az egész területet elönti a víz – ez azonban ritkán fordul elő. A csapadékból visszamaradt belvízfoltok, illetve a megemelkedett talajvízszint miatt viszont gyakrabban boríthatja víz a hullámtér negatív, illetve az alacsonyabban fekvő pozitív formáit. 2017 tavaszán is ezen tényezők miatt volt jelentős kiterjedésű a vízborítás (*1.b ábra*). Sentinel-2 felvételeken jól kirajzolódnak a vízzel teli formák futásvonalai (*2. ábra* – sötétebb területek).

Munkánk során a QGIS (2.18. 16) Semi-Automatic Classification Plugin-ját használtuk a felvételek letöltésére és előfeldolgozására (Internet3). A felvételeket a 2017. február 1 és 2017. június 1 közötti időszakból választottuk. A kiválasztásánál feltétel volt a 20% alatti felhőborítottság. Ezek alapján 3 észlelés adatai jöhettek számításba. A felhőborítottság tekintetében azonban úgy találtuk, hogy a március 23-



2. ábra A Tisza felső szakaszának egy részlete 2017. március 3-án Sentinel-2A műhold felvételen

1. táblázat A vizsgálatban használt Sentinel-2 felvételek

felvétel napja	felvétel neve	felhőborítottság (%)
2017.03.03.	S2A_MSIL1C_20170303T093031_N0204_R136_T34UEU_20170303T093537	0.3
2017.03.23.	S2A_MSIL1C_20170323T093031_N0204_R136_T34UEU_20170323T093240	44.2
2017.04.02.	S2A_MSIL1C_20170402T093031_N0204_R136_T34UEU_20170402T093030	0
2017.05.15.	S2A_MSIL1C_20170515T094031_N0205_R036_T34UEU_20170515T094254	8.4

ai felvétel is bevonható a vizsgálatba, mivel a mintaterület felett nem volt felhőzet, így végül 4 időpontot vizsgáltunk meg (*1. táblázat*).

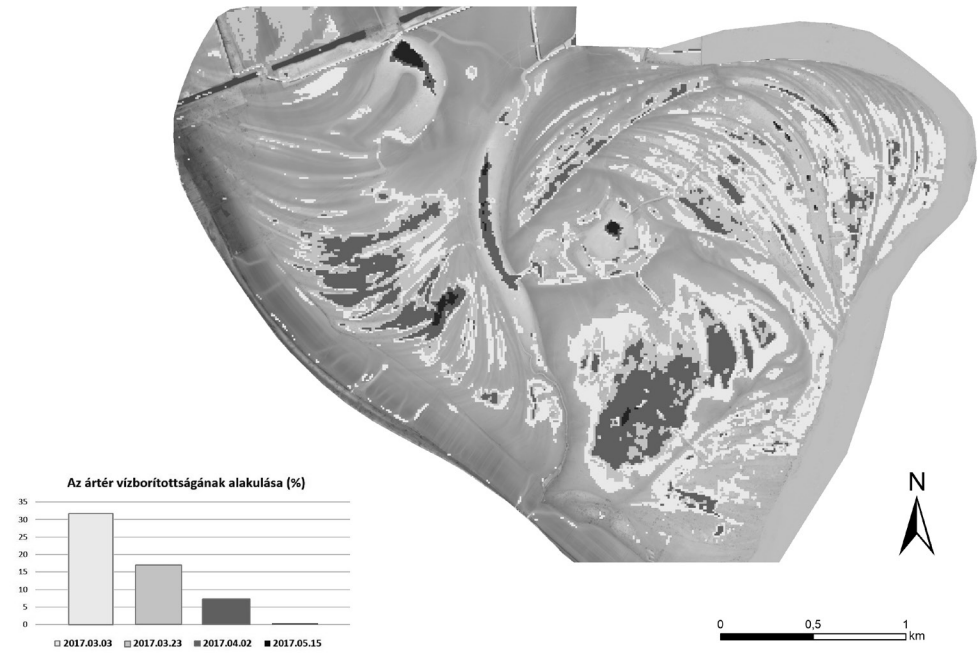
A vízborítottság értékelésének egyik távérzékelési módszere a normalizált differenciált vízindex (NDWI - Normalized Difference Water Index, McFeeters 2007): NDWI=(Green–NIR)/(Green+NIR).

A Sentinel-2 adatok esetében ez a B3 (0.560 μm) és B8 (0.842 μm) csatornák alapján számolható, 10 méteres terepi felbontásban. A QGIS GDAL/Raszter kalkulátor segítségével a fenti képlet alapján számoltuk ki az NDWI-t, majd a >0 értékeket vízfelszínként kategorizáltuk. A térbeli elemzéseket ArcGIS 10.4.1 szoftverkörnyezetben végeztük el.

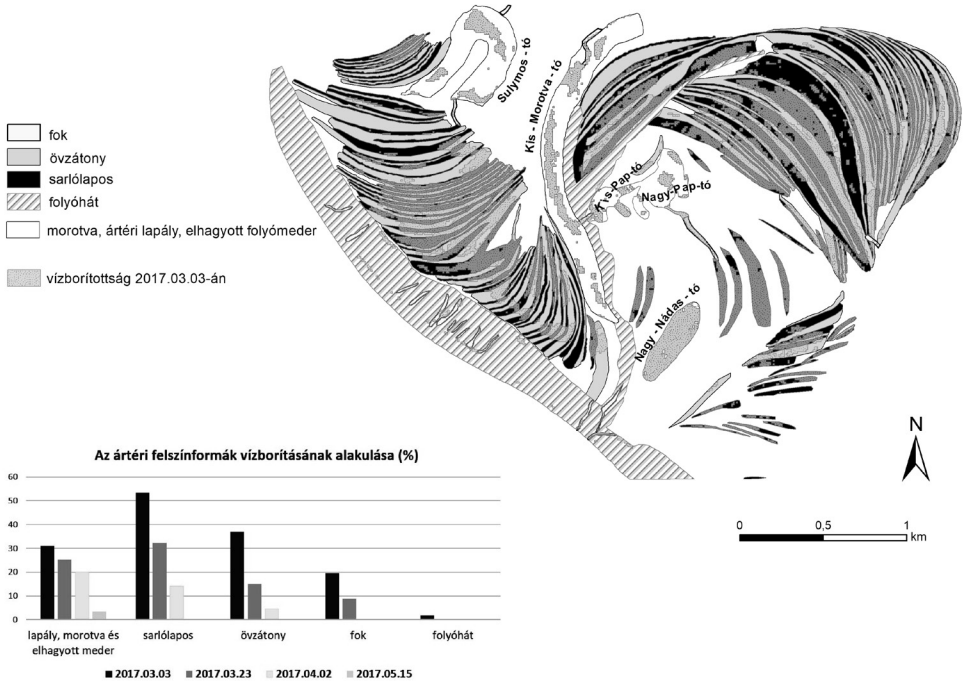
Eredmények

A felvételeket elemezve a vízfelület egyenletes csökkenése figyelhető meg a vizsgált időszakban, legalábbis az egymást 10 naponta követő észlelések tekintetében. A március 3-án készült felvétel időpontjában az ártér közel egyharmadát borította víz, amely az azt követő tíz nap alatt felére zsugorodott, majd április elejére újra megfeleződött, a májusi észlelés időpontjában már szinte teljesen „száraz" volt (*3. ábra*).

A formákat tekintve, a sarlólaposok és övzátonyok a terület legjellemzőbb formái, a legnagyobb kiterjedéssel (185 és 172 ha). A sarlólaposok területeinek több mint felét fedte víz az első időpontban, amely április elejére 14 %-ra húzódott vissza. Az övzátonyok esetében, konvex formájuk ellenére, de a relatíve alacsonyabb ártéri fekvésüknek köszönhetően, a vízborítás területük egyharmadát érintette. Nem meglepetés, hogy az ártéri lapályok, a morotva és az elhagyott meder mutatják a legnagyobb stabilitást (sorrendben 31%, 25%, 20%) a vízborítottságban, hiszen a legmélyebb térrészekről van szó, amelyek csapadékosabb években állandó vízállású területek. A fokok közül elsősorban a formákat összekötő mesterségesen kialakítottak voltak vízzel telítettek, a Tisza melletti folyóhátat átszelők pedig viszonylag „szárazabbak". A március 3-ai felvételen még egy minimális területen a folyóhátakon is találhatunk vízfelületet (*4. ábra*).



3. ábra A rakamazi ártér NDWI változása 2017 tavaszán



4. ábra A felszínformák vízborítottságának változása

Konklúzió

Az ártér hidromorfológiai jellemzői alapjában véve meghatározzák az ártéren kialakuló ökológiai viszonyokat, felszínborítási jellemzőket. Az egyes élőhely-típusok fennmaradásához vizsgálatok során kimutatták, hogy milyen vízellátottsági viszonyok szükségesek (Szabó M. 2008; Lóczy D. 2011). Sajátságaik mélyebb megismerése tehát épp olyan fontos, mint az őket alakító folyóké.

A Sentinel-2-es felvételek alapvetően jó lehetőséget nyújtanak az árterek hidromorfológiai jellemzőik vizsgálatára. A normalizált differenciált vízindex segítségével nyomon követhető a vízfelület változásának alakulása. A felvételek szabadon hozzáférhetők, a 2a és 2b műholdak miatt a visszatérési idő 5 nap, viszont az adatokból egy idősor összeállítását az időjárási körülmények korlátozzák. 10 méteres terepi felbontásuk jónak mondható, azonban a kisebb méretű felszínformák esetében nem adnak megfelelő tájékoztatást a valós állapotokról. Egy jövőbeli kutatási irány lehet annak vizsgálata, hogy a felbontás miatti korlátozottság, hogyan csökkenthető nagy felbontású digitális domborzatmodell felhasználásával.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást a TNN 123457 és az EFOP-3.6.1- 16-2016- 00022 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Felhasznált irodalom

Butzer K.W. (1986): A földfelszín formakincse. Gondolat kiadó, Budapest.

Gábris Gy. (2013): Általános természetföldrajz II. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest.

Frey S. – Farkas P. – Grenerczy Gy. (2017): Copernicus, Sentinel és Magyarország. Természet világa: természettudományi közlöny, 148(10), pp. 445–448.

Leopold, L.B. (1994): A View of the River. Harvard University Press, Cambridge.

Lóczy D. (2011): A Kapos árterének hidromorfológiai és tájökológiai értékelése. MTA doktori értekezés, Pécs.

McFeeters, S.K. (2007): The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. International Journal of Remote Sensing, 17(7), pp. 1425–1432

Ortmann-Ajkai A. – Lóczy D. – Gyenizse P. – Pirkhoffer E. (2014): Wetland Habitat Patches as Ecological Components of Landscape Memory in a Highly Modified Floodplain. River Research and Applications, 30, pp. 874–886.

Szabó M. (2008): Vizes élőhelyek helyreállításának elméleti kérdései és gyakorlati vonatkozásai. In: Csorba P. & Fazekas I. (szerk.): Tájkutatás–tájökológia. Meridián Alapítvány, Debrecen, pp. 177–183.

Szabó Zs. – Szabó Sz. – Szabó J. – Tomor T. – Hunyadi G. (2015): Felszínfejlődési szakaszok és formák vizsgálata LiDAR felmérés alapján a Tisza hullámterén In: Boda J. (szerk.) Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában: Térinfomatikai Konferencia és Szakkiállítás, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, pp. 387–394.

Szabó Zs. – Tóth Cs.A. – Tomor T. – Szabó Sz. (2017): Airborne LiDAR point cloud in mapping of fluvial forms: a case study of a Hungarian floodplain. GIScience and Remote Sensing, 54, pp. 1–19.

Internetes források

Internet1 – https://www.mfttt.hu/mftttportal/index.php/letoltes/eloadasok/doc_view/460-zboray-zoltanfoldmegfigyelesi-informacios-rendszer, Letöltés ideje: 2018. március.

Internet2 – https://sentinel.esa.int/web/sentinel/home, Letöltés ideje: 2018. március.

Internet3 – http://www.giscourse.com/simple-methodology-for-water-data-extraction-using-qgis-and-sentinel-2-images/, Letöltés ideje: 2018. március.

Magyarország II. világháborús bombázottsági adatbázisának tervezése

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

Egy évvel ezelőtt ugyanitt elhangzott egy előadás, amely áttekintette a témakör legfontosabb kérdéseit (Szikszai Cs. 2017a), majd Gárdonyban egy újabb (Szikszai Cs.2017b), amely már részletekkel is foglalkozott. Azóta a tervezési munka során lényeges döntések történtek; ezek alapvetően érintik az egész projekt célját, adattartalmát, terjedelmét és az alkalmazott módszerekre is befolyással vannak. Ezen előadásnak a jelen helyzet körvonalazása a célja.

A projekt célja és tartalma

A cél kettős: egyrészt a bombakockázati térkép előállítását és szolgáltatását biztosító adatbázis létrehozása, másrészt a bombakockázati térképek előállítása és szolgáltatása. Nyilván mindkét feladat összefügg, országos jelentőségű és méretű. E két feladat közül előadásomban most – mivel meghatározó jelentőségű – az elsővel foglalkozom.

Közbevetőleg: a bombakockázati térkép egyfajta tematikus térképnek tekinthető: területegységre vetítve ábrázolja az adott területen található fel nem robbant bombák valószínűségét (a beszerezhető adatok szerint) a tömeg, a típus, a robbanóerő, stb. függvényében.

E valószínűség számításához minél több és minél pontosabb adat szükséges – összefoglaló néven – a bombázásokról, részletekbe menően pedig az egy-egy célterületet ért bombatámadásokról.

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. Az időbeli keret

Ismeretes, hogy az európai hadszíntéren a II. világháború az 1939. szeptember 1. és az 1945. május 8. közötti időszakban zajlott.

Magyar területre (Pécs, Szeged) bombák először 1941. április 7-én hullottak, a Jugoszláv Királyi Légierő válaszcsapásaként (a német csapatok ugyanis 1941. április 6-án megtámadták Jugoszláviát – magyar területekről kiindulva); az utolsó légitámadás 1945. március 26-án esett és Szombathelyt érte.

E két időpont között a bombázások zöme 1943 ősze után történt.

Így az adatbázis időkerete: 1941. április 7 – 1945. március 26.

2. A térbeli kiterjedés

Az adatbázis földrajzi határa a mai magyar államhatár által bezárt terület.

A világháború során Magyarország államjogi határai több alkalommal változtak. Egyrészt az I., majd II. 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. Az időkeretbe eső bombázások nyilván érinthették bármelyik akkori magyar területet, de ezen eseményeket nem vesszük fel az adatkörbe: az adatbázis adatai a jelenlegi államhatár által közrefogott területre vonatkoznak.

Az adatbázis állományai

1. A tervezési követelmények áttekintése

A bombakockázati térképen ábrázolt valószínűség számításához a célterületet ért bombaterhelés meghatározása szükséges. A „bombaterhelés" fogalomköre tartalmazza:

- a ledobni tervezett bombatömeget,
- a ledobott és felrobbant bombatömeget,
- a ledobott és fel nem robbant bombatömeget (UXBs).

Az első tétel esetében számítható egy felső korlát; a másodikhoz a kráterek elemzése szükséges, míg a harmadik pontnál a célterület légi felvételein kell becsapódási nyomokat keresni. A számítások mindegyik tétel esetében többféle módszer egyidejű alkalmazását igénylik.

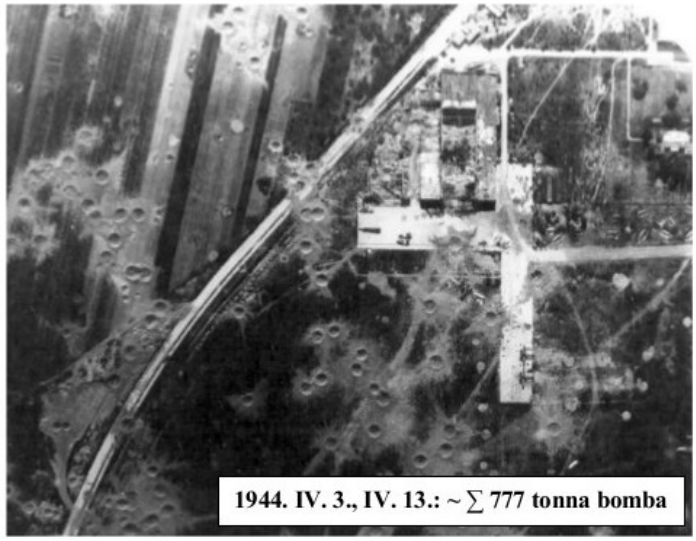
A bombaterhelés mindig egy célterületre vonatkozik, amelyet:

- több időpontban (de akár egy napon),
- több légierő egységei támadhattak (1.táblázat),
- az eredményről pedig több forrásból származó légi felvételek tanúskodnak – egy felvétel az *1. ábrán* látható; végső soron akár a felvételek minden paramétere különböző lehet…

A célterület a bombavetést viselő terep; kiterjedését és alakját befolyásolja a

1. táblázat Egy célterület néhány bombázási adata

Az amerikai légierő (Army Air Force) bombázásai	
Tököl repülőtér és község	Horthy-liget
1944. IV. 3.	1944. IV. 3.
IV. 13.	IV. 13.
VI. 30.	VI. 30.
VIII. 9.	
továbbá az angol légierő (Royal Air Force) és a szovjet légierő éjjel…	



1. ábra Tököli repülőtér, bombázás után.
(Forrás: „fortepan 24313 képszám, orig: National Archives, évszám: 1944")

bombázni kívánt objektum (híd, pályaudvar, hadiüzem, stb.) földrajzi helye és mérete, a bombavetés harci körülményei (látási viszonyok, bombavetési mód, légvédelmi tűz, vadásztámadás, stb.), de nem egzakt módon.

A bombakockázati térkép készítéséhez elengedhetetlen a rendelkezésre álló korabeli, bombázások légi felvételeinek geometriai feldolgozása, beleértve minden egyes kráter és fel nem robbant bomba (UXB) nyom koordinátáinak, geometriai jellemzőinek és forrásadatainak (kráteradatok, bombatípus, tömeg, stb.) meghatározását és az adatok nyilvántartását.

A fentiek alapján a szürkeárnyalatos légi felvételek feldolgozása és a szöveges adatállományok adatbázisba foglalása a feladat: a bombázottsági adatbázis létrehozása előfeltétele a bombakockázati térképek készítésének és szolgáltatásának.

2. A légi felvételek

Bombázást elszenvedett területek több forrás légi felvételein keresendők.

2.1 A Magyar Királyi Légierő felvételei

„*A Magyar Királyi Légierő 1944 áprilisában, az első nagyobb angolszász bombázások után pár nappal, kis magasságból végigfényképezte Budapest találatokat kapott kerületeit. A nagyjából 550 légi felvétel negatívjai a közelmúltig a Hadtörténeti Levéltárban voltak kutathatók. Ezek az anyagok váltak most elérhetővé a Hungaricana oldalán is az Arcanum és a Fortepan erőfeszítéseinek köszönhetően precíziós összeillesztéssel, a feleslegek kivágásával, a torzítások csökkentésével és georeferálással*."

(Forrás: https://hungaricana.hu/hu/adatbazisok/budapest-idogep)

2.2 A HM Zrínyi Térképészeti és Kommunikációs Szolgáltató Közhasznú Nonprofit Kft. légi felvételei

Ez a légifilmtár kb. 251 000 db különböző méretű eredeti légi filmet őriz, amelyek közül 50 139 darab, 30 x 30 cm-es méretű állami alapadatként őrzött felvétel feldolgozása tárgya e munkának. Az első filmek 1944-ben készültek, tehát már 70 évesek. Ezek pótolhatatlan, szürkeárnyalatos analóg felvételek. A felvételeket a megfelelő eljárásokkal tisztítani, szkennelni, katalogizálni, archiválni kell.

2.3. A brit National Collection of Aerial Photography (NCAP) felvételei

A számos külföldi képarchívum felvételeihez az NCAP integrált hozzáférést nyújt. Szükséges egyrészt az online felület megfelelő képeinek beszerzése, például a csepeli szigetcsúcsról (*2. ábra*); másrészt a fizetett kutatások igénybevétele a saját felvételekkel le nem fedett, vagy a hiányosan ellátott területek – például a tököli bombázásokról nincs képanyag – esetében. Megjegyzendő, hogy a bombázások egy 1946-os felmérés alapján az ország minden megyéjét, bennük összesen 1024 települést érintettek.

2.4. Fentrol.hu; Budapest Főváros Kormányhivatala képei.

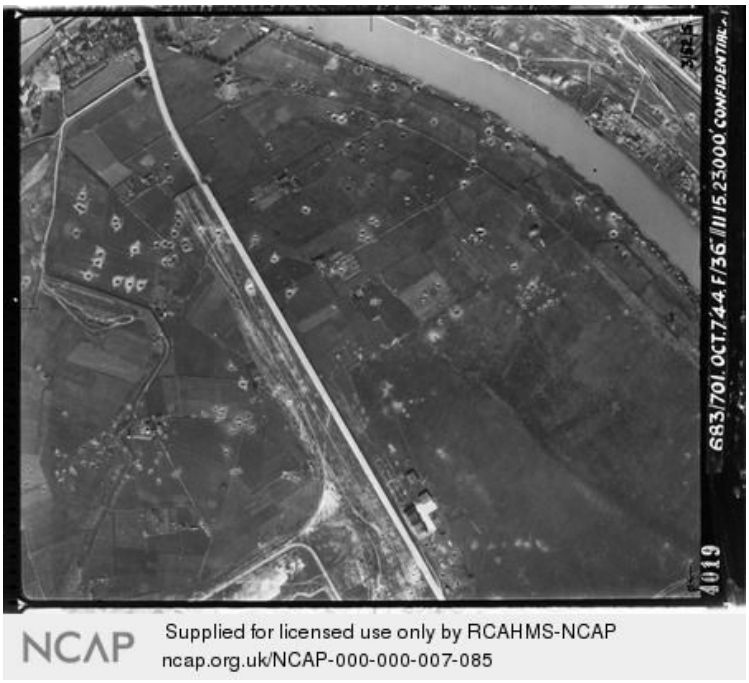
Ez nem egy tervezett tevékenység, adott esetben viszont igen hasznos lehet ellenőrzést végezni előkerülő felvételek felhasználásával: lásd Braunmüller Péter: Fentről.hu – „A légifelvétel archívum, mint a feldolgozás alapja." c. előadását a Fény-Tér-Kép Konferencián, 2015. október 30-án.

3. A szöveges állományok

A szöveges adatállomány egy összefoglaló név: az összes olyan mértékadó forrást jelenti, amely egy bombatámadásról hírt ad. Ezek rendszerezett feldolgozásából áll össze a BOMBÁZÁS, CÉLTERÜLET, LÉGI FELVÉTEL, BOMBÁZÓ ERŐ, BEVETÉSI NAPLÓ, FORRÁSJEGYZÉK egyedeket tartalmazó bombázottsági adatbázis. A bombázásokat angol, amerikai, jugoszláv, magyar, német, orosz és román egységek hajtották végre; az adatok forrásai elsődlegesen a magyar és külföldi levéltárak.

3.1. A magyar levéltárak és könyvtárak állományai

A feldolgozandó dokumentumok az Országos Levéltár és annak 20 megyei



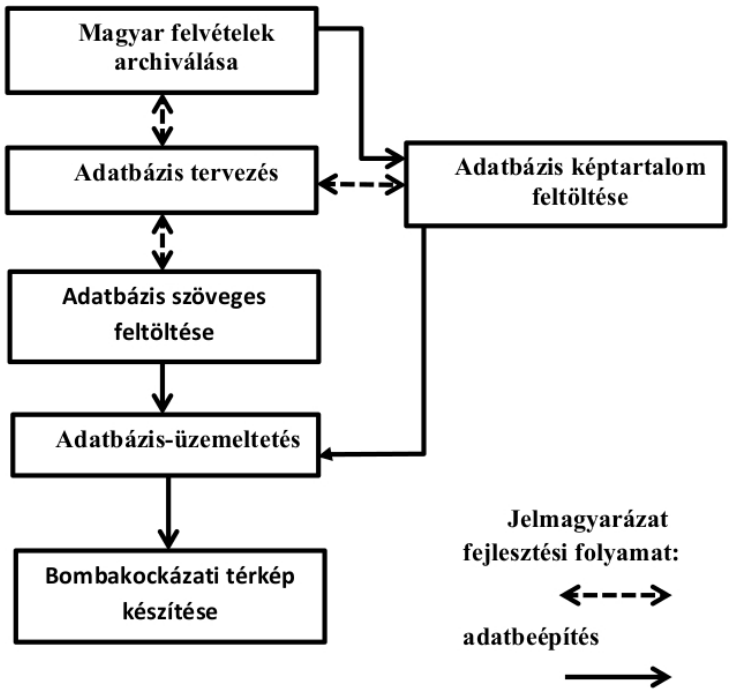
2. ábra A Csepel-sziget északi csúcsa egy NCAP képen.

A kép kísérő adatai:
Date: 07 October 1944 Date known
Location: Budapest-Dunapart Teher Pályaudvar; Central Hungary; Hungary
Coordinates (lat, lon): 47.451225, 19.075203
UNI: NCAP-000-000-007-085
Sortie: 683/0701
Frame: 4019
Corporate bodies: 683 Squadron (RAF)
Image type: Vertical
Scale: 9000

tagintézményében, a Budapest Főváros Levéltárban, a 4 városi levéltárban – Győr, Tatabánya, Székesfehérvár és Vác – és a HM HIM Hadtörténelmi Levéltárában, továbbá könyvtárak gyűjteményeiben lehetnek, valamennyi webes keresővel van ellátva. Léteznek önálló webes szolgáltatók (pl. www.hungaricana.hu, www.eleveltar.hu, stb.) is, és minden nagyobb könyvtárnak van digitális katalógusa (továbbá cédulakatalógusa is).

Néhány, a tervezés nagyobb problémái közül:

- a levéltárak esetében ez a tárgykör sem a fondjegyzékben, sem az állagokban nem szerepel, csak a helyszíni feltárás a megoldás;
- a könyvtárak állományának elég kicsi hányada katalogizált digitálisan kereshető módon; kérdés, ez a keresés mennyire automatizálható, és a maradék katalógusrész pedig hogyan kereshető optimálisan (kézzel, OCR technológiával, vagy másképp…);



3. ábra A projekt funkcionális moduljai

3.2. A National Archives állományai

Erősen adathiányos esetben – azaz a ledobni tervezett és a ledobott bombatömeg meghatározásához – elkerülhetetlen a „World War II Combat Operations Reports, 1941-1946" rekordok feltárása. A digitálisan kereshető katalógus itt sem teljes, a fizetős kutatószolgálat igénybevétele elkerülhetetlen.

4. A projekt funkcionális szerkezete

A fentebb ismertetett állományok a projektépítés egyes moduljainak megvalósítása során épülnek be az adatbázisba, alapot nyújtva úgy a bombakockázati térképek készítéséhez, mint a további szolgáltatásokhoz (*3. ábra*).

Felhasznált irodalom

Szikszai Cs. (2017a): Magyarország II. világháborús bombázottsági adatbázisának létrehozása. In: Balázs B. (szerk) Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában, Debreceni Egyetem, Debrecen, pp. 337–342

Szikszai Cs. (2017b): Fel nem robbant bombák keresése légi felvételeken, FÉNY-TÉR-KÉP 2017, URL: http://geoiq.hu/2017/10/04/friss-program-tervezet-feny-ter-kep-2017/, Szikszai 2017.pdf. letöltés időpontja: 2018.március

Térinformatika oktatása a Debreceni Egyetem Gazdaságtudományi Karán

Szilágyi Róbert[1] – Várallyai László[2] – Pető Károly[3]

[1] egyetemi docens, Debreceni Egyetem Gazdaságtudományi Kar Üzleti Informatika Tanszék, szilagyi.robert@econ.unideb.hu
[2] egyetemi docens, Debreceni Egyetem Gazdaságtudományi Kar Agrárinformatika Tanszék, varallayai.laszlo@econ.unideb.hu
[3] egyetemi tanár, Debreceni Egyetem Gazdaságtudományi Kar Vidékfejlesztési és Regionális Gazdaságtani Tanszék, peto.karoly@econ.unideb.hu

Debreceni Egyetem Gazdaságtudományi Karán az Alkalmazott Informatika és Logisztikai Intézethez kapcsolódóan térinformatika oktatás a Vidékfejlesztési agrármérnök BSc képzés második félévében a Speciális térinformatikai ismeretek tantárgy keretében történik. Korábban a jelenleg kifutó Informatikus és Szakigazgatási agrármérnöki BSc szakon is oktattunk térinformatikát.

A képzés során a tantárgy célja az volt, hogy a hallgatókkal meg tudjuk ismertetni a térinformatikai alapfogalmakat, adatgyűjtési és adatintegrálási megoldásokat. A szak jellegéből kifolyólag a térinformatikai rendszerek regionális területfejlesztési vonatkozásainak megismerése valamint a térbeli döntéstámogatással kapcsolatos fontosabb alkalmazási lehetőségek ismertetése volt.

A képzés során korábbi tapasztalatainkra alapozva nagy hangsúly helyezetünk az egyébként ingyenes rendelkezésre álló publikus adatok térinformatikai rendszerbe történő integrálásának megismerésére, valamint menedzsment szemléletű döntéstámogatáshoz szükséges OLAP (Online Analitical Process) eljárás folyamatainak megmutatására. A folyamatok során az ETL (Extract Transform Load) megközelítés elsajátítására.

A döntéstámogatás során napjainkban egyre nagyobb szerepet kapnak a BI (Business Intelligence) rendszerek melyek fontosabb feladatai közé tartozik többek közt az adatvizualizáció valamint a GIS (Geographic Information Systems). Az adatgyűjtés során a data lake megközelítésből kifolyólag a hallgatók korábbi tanulmányaik során elsajátított táblázatkezelési (xls, xlsx) valamint adatbáziskezelési ismereteire alapozva mutattuk be, hogyan lehet a meglévő hivatalos publikus (pl. KSH, TEIR) adatokra alapozva saját OLAP kockát kialakítani. A saját adatbázis kialakítása után a Microsoft PowerBI segítségével ismertettük az elemzési, adatvizualizációs lehetőségeket. A hallgatók az ingyenes WinGrass alapján ismerték meg a GIS rendszerek alapjait.

Villámárvízi észrevételek az Olt felső szakaszán egy hidrológiai modellezési nézőpontból

Szopos Noémi Mária[1] – Czellecz Boglárka[2]

[1] MSc hallgató, Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Földrajz Kar, Kolozsvár, szopos.noemi@gmail.com
[2] óraadó tanár, Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Földrajz Kar, Kolozsvár, boglarka.czellecz@gmail.com

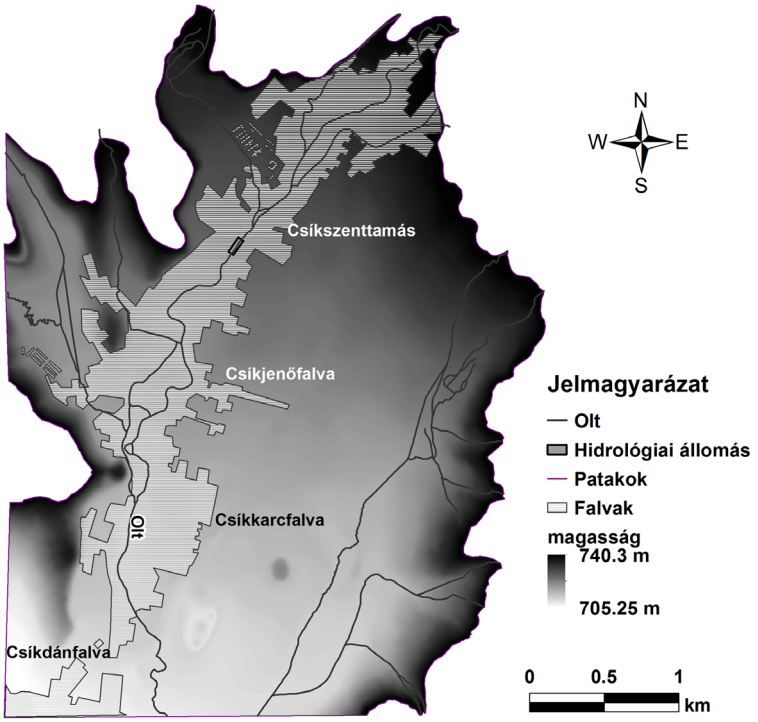
Abstract: Along its upper course, the Olt river (Romania) flows trough several settlements that represents a factor of risk in case of flooding.
The aim of this study is to analyze the flood events along the upper course of the Olt river (section between Tomesti and Carta settlements) by using the HEC-RAS and the HEC-GeoRAS hydrological modelling software programs. The river cross section model shows how the main channel narrows (characteristic to some locations) which can be considered as one of the causes of a possible overflow.

Bevezetés

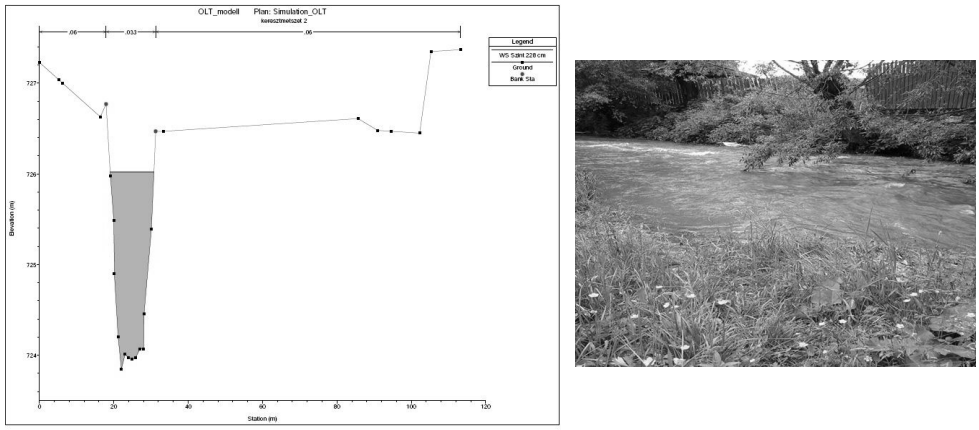
Az utóbbi években számtalan olyan tanulmány jelent meg, amely a romániai folyók árvízi, illetve villámárvízi eseteit dolgozta fel (Pándi G. 2010; Bilaşco S. 2011; Hognogi et al. 2011; Sanislai Nicuşor D. 2012; Ráduly D. 2014; Miftode I.D. 2015; Bilaşco S. – Horváth Cs. 2016). Ebből arra következtethetünk, hogy a folyókon bekövetkező nagyvízi események komoly problémát jelenthetnek a helyi lakosság számára. Ez a felvetés igaznak bizonyult az Olt folyó felső szakasza mentén is. Az Olt a Felcsíki kistérségben a falvak tengelyét képezi, ezért a vízmozgása nagyban befolyásolja a falvak helyzetét, arculatát és az ott élők mindennapjait (*1.ábra*).

Az Olt folyó felcsíki szakaszán már az 1800-as évektől jegyeztek fel árvízi eseményeket (Dános M. – Kacsó J. 1970; Vitos M. 2002). Az utóbbi 50 évben 7 alkalommal érte el, illetve haladta meg a vízszint a 200 cm-es magasságot és 4 alkalommal történt jelentősebb kiöntés (SGA Harghita). Magas vízállás figyelhető meg a márciusi és áprilisi hónapokban, amely a hóolvadás és tavaszi csapadékok közös hatásának tudható be, azonban a legnagyobb árvízi események leginkább július és augusztus hónapokban következtek be. Ez utóbbiak okát a nagy intenzitású csapadékokban kereshetjük.

Az Olt folyó mentén az első hidrometriai állomás Csíkszenttamás településnél található, ahol vízszintet és vízhozamot mérnek. A hidrometriai állomás megközelítőleg 25 km-re található az Olt forrásvidékétől. A két helyszín között 21 jelentősebb mellékpatak torkollik az Oltba (*** 1992) A felmérés a Csíkszenttamás és Csíkkarcfalva közötti szakaszra összpontosít, ugyanis az Olt felső szakasza mentén leggyakrabban a folyó mederből való kilépésének első helyszíne Csíkkarcfalva



1. ábra Az Olt felső szakaszának domborzatmodelles ábrázolása Csíkszenttamás és Csíkkarcfalva települések között. (saját szerkesztés)



2. ábra 228 cm-es vízállás az Olt folyón a csíkszenttamási hidrometriai állomásnál – HEC-RAS modell és valóság 2016

településnél található. A két település között 2 mellékpatak torkollik az Oltba.

Az Olt folyó mentén 2010-ben és 2016-ban bekövetkező nagyvízi eseményt korábban a HEC-RAS szoftver segítségével elemeztük. Ebben az időszakban a csíkszenttamási hidrometriai állomásnál regisztrált maximális 300 cm, illetve 252 cm vízszint a csíkkarcfalvi szakaszon már a mederből való vízkilépést jelentette. A csíkszenttamási szakaszon a HEC-RAS által létrehozott modell és a valós állapot kapcsolatát a *2. ábra* szemlélteti.

Jelen felmérés célja, hogy meghatározzuk azt a legkisebb csíkszenttamási vízhozam-vízszint értéket, amely esetében a csíkkarcfalvi szakaszon a folyó átlépi a medrét. Ennek érdekében a már ismert folyószakaszon a HEC-GeoRAS szoftvert is bevonjuk a modellalkotásba. Úgy véljük, hogy a HEC-RAS mellett a HEC-GeoRAS szoftver a térbeliség és a részletesebb bemeneti adatok (pl. folyó középvonal, partok és árterek határai, keresztmetszetek, mesterséges objektumok, stb.) figyelembe vétele által pontosabb eredményt szolgáltat a kitűzött cél eléréséhez.

Anyag és módszer

Munkánk során adatainkat elsődleges és másodlagos adatnyerés során gyűjtöttük össze. A kutatás alapját képező digitális térképészeti elemek, 1:5000-es, 1:25000-es és 1:100000-es méretarányú topográfiai térképek, a Csíkszeredai Kataszteri Hivatal által lettek rendelkezésünkre bocsájtva.

A topográfiai térképek Romániai területen a Gauss-Kruger féle vetületi rendszerre alapoznak. A topográfiai térképeket digitálisan beolvasott és konvertált sztereó 70. vetítésű jpg. tiff. twf. formátumban kaptuk meg. A felhasznált 1:5000 méretarányú topográfiai térképek a Fecsíki-medencét ábrázolják, pontosabban Csíkszentdomokos, Csíkszenttamás, Csíkjenőfalva, Csíkkarcfalva és Csíkdánfalva települések adminisztratív területét fedik le.

Első lépésként a rendelkezésünkre álló adatok és a topográfiai térképek segítségével ArcGIS szoftverben a mintaterület modellezéséhez egy TIN és DEM modellt generáltunk. Ezek képezik a további elemzés egyik fontos részét.

A folyómeder alaktanára vonatkozóan három keresztmetszet áll rendelkezésre a Hargita Megyei Vízügyi Hivataltól, mindhárom a csíkszenttamási szakaszon található. Az elemzéshez igényelt további mederkeresztmetszetek saját felvételezés eredményei.

A HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center's – River Analysis System) szoftver a US Army Corps of Engineers (USACE) -Hydrological Engineering Center (CEIWR-HEC) csoport által lett megalkotva és lehetőséget biztosít a folyók és vízáramlás több dimenziós ábrázolására, a hordalék mennyiségének szemléltetésére, kockázatelemzések készítésére. Árvízhelyzetek elemzését és árvízkárok csökkentésének tervezését teszi lehetővé (Internet1). Az általunk használt program a HEC-RAS 4.0.1, amely ingyenesen elérhető és letölthető.

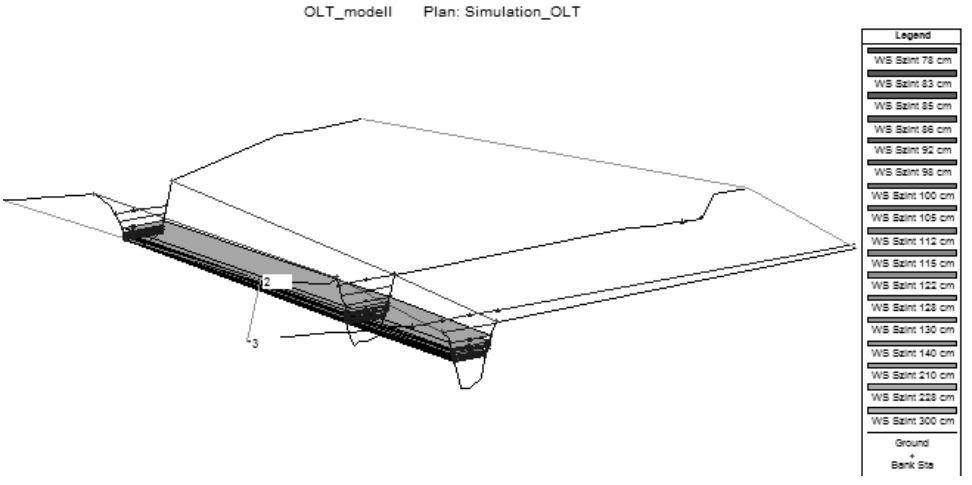
A HEC-GeoRAS az ArcGIS szoftverhez csatolt beépülő modul, amellyel a hidrológiai modellezéshez szükséges térbeli adatok alkothatók meg és vihetők át a HEC-RAS platformjára (INTERNET2).

A HEC-GeoRAS beépülő modul sikeresnek bizonyult kis vízfolyások modellezése esetében is (NAGY B. 2017).

Eddigi eredmények

A három hivatalos mederkeresztmetszet alapján a HEC-RAS szoftver segítségével kirajzolható a csíkszenttamási Olt szakasz egy része (*3. ábra*). A modell alapján észrevehető a mederalak szűkülése a 2-es szelvény (hidrometriai állomás) alatti szakaszon. Ebbe a modellbe betöltött vízállási helyzetek közül a 300 cm-es vízállást értelmezzük. A meder szűkülése miatt a víz által kitöltött szelvényfelület egyre jobban megközelíti a folyópartokat. A hidrometriai állomásnál (2-es szelvény) mért 300 cm-es vízállásnál a folyó még nem lép ki a medréből, azonban a környezetében levő mélyedésekben már megjelenik a víz. A legalsó keresztmetszet esetében – legszűkebb mederalak – a 300 cm-es vízállás (2-es szelvénynél regisztrált adat) már a mederből való vízkilépést jelöli. Ezen a szakaszon, árvízvédelmi töltés hiányában, a domborzati adottságok lehetővé teszik, hogy a kiáradt vízfelület elérje a 100 – 150 m-es medertől való távolságot. Lakófunkcióval rendelkező, beépített terület révén (*1. ábra*) ez az állapot az épített környezetet veszélyezteti.

Az elemzés további lépéseiben a Csíkszenttamás – Csíkkarcfalva közötti teljes folyószakaszon felvett mederkeresztmetszetek lesznek ábrázolva és a terepi viszonyokkal összefüggésben vizsgáljuk a mederből való vízkilépési helyzeteket. A mederalakok és terepviszonyok mellett a két település között, az Oltba torkolló mellékpatak vízszállítását is fontos figyelembe venni az alsóbb folyószakaszon (Csíkkarcfalva) való vízkiöntés értelmezésében.



3. ábra A csíkszenttamási Olt szakasz mederkeresztmetszeteken ábrázolva különböző vízállási helyzetekben

Felhasznált irodalom

Bilaşco, S. (2011): Methodology for the calculation of probable peak discharge time of concentration in small hydrographic basins. Cse study. Studia Universitas Babeş-Bolyai 2/2011, Cluj-Napoca, pp. 17–22.

Bilaşco, S. – Horváth Cs. (2016): Cartografierea digitală a benzilor de inundabilitate pe baza statisticii, a calculelor hidraulice și a analizei spațiale GIS, Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca.

Dános M. – Kacsó J. (szerk) (1970): Árvízkönyv, Kriterion Könyvkiadó, Bukarest.

Hognogi, G. – Nicula, G. – Cocean, G. (2011): Flash floods int he Ilişua basin, Volumul Conferintei Aerul şi Apa: Componente ale Mediului, Edit, Universitatea Clujeană, Cluj-Napoca.

***,(1992): Atlasul cadastrului apelor din România, Ministerul Mediului, București. (Román Hidrológiai Kataszteri Atlasz)

Miftode, I. D. (2015): Hazards, vulnerablity and associated hydrological risk int he hydrographical basin of the river Uz, tributary of the river Trotuş, Universitatea Babes-Bolyai Cluj Napoca Facultatea de Geografie, Cluj-Napoca, pp. 437–445.

Nagy B. (2017): Az árvízi védekezés támogatása hidrológiai modellezéssel egy kisvízfolyás példáján, In: Balázs B. (szerk.) Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VIII., Debreceni Egyetem, Debrecen, pp. 245–252.

Pándi, G. (2010): Undele ce viitură şi riscurile induse, Riscuri şi catastrofe, 8(2), pp. 55–66.

Ráduly, D. (2014): Particuliarities of floods on rivers in the Transylvanian Subcarpathians and the neighbouring mountainous region between Târnava Mare and Niraj, Riscuri şi catastrofe, 15(2), pp.126–134.

Sanislai Nicuşor, D. (2012): Some aspects regarding the flash flood analysis and the natural flood risk map of Someş Plain, Riscuri şi catastrofe, 10(1), pp. 239–248.

Sistemul de Gospodărire a Apelor (SGA) Harghita, Prezentare generală a bazinului hidrografic Olt aferent SGA Harghita – Olt Vízügyi Igazgatóság- Letöltés ideje: 2018. február. http://www.rowater.ro/daolt/sgaharghita/default.aspx

Vitos M. (2002): Csíkmegyei Füzetek I., Hargita Kiadóhivatal, Csíkszereda.

Internet1 – http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/ Letöltés ideje: 2018. március.

Internet2 – http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-georas/ Letöltés ideje: 2018. március.

Pontfelhők szűrése és a legközelebbi szomszéd probléma

Szutor Péter

Informatikai szakértő, MVMI Zrt., szutorp@mvm-informatika.hu

Abstract: A starting problem was the filtering of the point clouds, cleaning them from reflections and noise. There are well-known solutions, like the radius outlier filter, which is good and fast enough, but I think about a simplier alternative. The base idea is to sort the points in the cloud by the minimum their distances; so we got a polyline, and each points on the polyline are nearest neigbours in the cloud. If we can order the points into this format, and compute the distance between the points, we get a 2D function and we can apply filters from signal processing. In addition, when we are examining the distances, we can find -approximately- the contiguous surfaces in the point cloud, and this will be very fast. But there is a serious obstacle: to find all nearest neighbour pairs is very computing-intensive task; so I have to examine the frequently used NNS routines and make a new one.

Bevezető

A pontfelhők feldolgozása során, különösen az ipari geodéziában, sokszor szükségessé válik a pontfelhők szűrése, a zaj, reflexiók, távoli részek eltávolítása. (Erre vannak jól bevált módszerek, voxel, octree alapú szűrések, illetve a legelterjedtebbek, a Statistical és a Radius Outlier szűrés (Internet1), ez utóbbi esetekben egy pont legközelebbi szomszédjait vizsgálom, és azok számosságából döntöm el, kell-e a pont, vagy sem. Ez a szűrés megtalálható a főbb pontfelhő kezelő library-kben – például PCL, PDAL, Grass).

A szűrésre a következő metódust találtam ki: a pontfelhő pontjait sorba rendezem úgy, hogy mindig a legközelebbi szomszéd pontot keresem meg. Az így rendezett pontfelhőn végigmegyek, és kiszámolom a szomszédos pontok távolságát. Az ezekben lévő változásokat felhasználva ki tudom szűrni a kicsi pontcsoportokat, és a nagyobb összefüggő felületeket. A különválasztott felületek jó alapok lehetnek egy objektum felismeréshez (A RANSAC algoritmusnak elvileg mindegy ez az előszűrés, de a Hough transzformáció alapú objektum felismerést javíthatja). A gond az, hogy ezen sorrend előállítása rendkívül sok számítást igényel, hiszen a legközelebbi szomszéd kereséséhez (NNS, nearest neighbour search) végig kell vizsgálnom az összes pontot, majd a következő pontnak is megkeresem a legközelebbi szomszédját, amíg minden pontnak megtalálja a pártját. Léteznek olyan NNS algoritmusok, amelyek gyorsítják a keresést. Ezeket a gyakrabban használt algoritmusokat ismertetem, majd bemutatok egy saját algoritmust, amivel sikerült előállítanom a rendezett pontfelhőket.

Szűrési eljárás

A szűrési eljárás rendkívül egyszerű. A rendezett pontfelhőt beolvasva kiszámítom az átlagos távolságot (ez az alapja a paramétereknek, mert a paraméterezést nem abszolút értékben adom meg, hanem az átlagos távolság szorzójaként), majd három paraméter függvényében eldöntöm, hogy az adott pontok kellenek-e. Az első paraméter (ingadozás) alatt lévő távolságokra eső pontok jók. A második paraméter a felületugrás, ha e felett van a távolság, egy új felületet kezd, ha a kettő között, a pont nem kell. A harmadik paraméter a minimum felület pontszám, ha ez alatt van egy felülethez rendelt pontok száma, eldobom a pontokat. Ezen paramétereket változtatva tudunk javítani az egybefüggő felületek felismerésén, illetve a szűrésen.

A szűrési eljárás pszeudokódja:

ciklus a pontokra:

- ha aktuális pont távolság>felületugrás:
  - » új felület létrehozása, aktuálissá tétele
  - » pont hozzáadása az új felülethez
- ha aktuális pont távolság<ingadozás:
  - » pont hozzáadása az aktuális felülethez

ciklus a felületekre:

- ha a felületben lévő pontok száma<minimum felület pontszám:
  - » felület törlése

felületek pontjainak kiírása fájlba

NNS algoritmusok

Míg a szűrés gyors, a rendezett pontfelhő elállítása extrém lassú. A brute-force algoritmus esetén n*(n–1)/2 távolságot kell számítani. Ezen folyamat gyorsítására több megoldás született, sajnos a legtöbb közelítőleg adja csak meg a legközelebbi szomszédot. A pontos keresésnél nagyságrendekkel csökken a sebesség. Továbbá, nincs olyan NNS algoritmus jelenleg, amely 20 dimenzió felett gyorsabb, mint a brute-force, bár ez a korlát minket most nem érint.

A tesztelt pontfelhőket le kellett butítani 200000–300000 sor körüli pontszámra, mert a pontszám növelésével exponenciálisan lassul a keresés.

LSH, Local Sensitive Hashing algoritmusok

Az alapötlete az, hogy a többdimenziós pontokhoz találjunk egy olyan függvényt – hash function, amely a szomszédos pontokra hasonló eredményt ad. Ezek után egy egydimenziós tömbünk keletkezik, amit quicksorttal gyorsan tudunk rendezni, majd meg is vannak a legközelebbi pontok. Ez az algoritmus csak közelítőleg tudja megoldani a NN keresést, mivel nincs olyan függvény, amely ezt a feltételt maradéktalanul teljesíti, tehát mindenképpen hibázni fog.

Octree index szerinti keresés

Erre több algoritmus is létezik. Van olyan változata is, amely a GPU-t igénybe véve, párhuzamosan számol, ezzel gyorsítva a keresést. Jelenleg a leggyorsabb letölthető rutin a 3DTK, (3D Toolkit, a würzburgi egyetem projektjeként indult pontfelhő kezelő library) octree alapú NNS algortimusa.

R-tree szerinti keresés

Ezt a keresést a spatialindex (Internet5) könyvtár használja. Az R-tree-nek többféle variációja is van, ez a library háromfélét támogat. Sajnos nem frissített projekt.

Voxel index szerinti keresés

A legkézenfekvőbb és legegyszerűbb megoldás, ha voxelekre osztjuk a teret, és a környező voxelekben keresünk. A voxelméretet jól kell megválasztani, hogy valóban gyorsítson az NN keresésen; ez függ a pontfelhő alakjától, sűrűségétől, zajától.

KD-tree alapú keresés

A KD-tree alapú keresésre több letölthető eljárás van, a legismertebb és legnépszerűbb a FLANN (Internet4). A FLANN, mint a neve is mutatja, a Fastest Library for Approximate NN, a leggyorsabb eljárás most, közelítő szomszéd kereséshez (ANN, approximate nearest neighbour). Közelítő szomszéd keresésnél bizonyos hibaaránnyal dolgozunk, tehát némely esetben nem a legközelebbi szomszédot találjuk meg, viszont nagyságrendekkel gyorsabban. A KD-tree, a felépítéséből fogva hibázik, ezért pontos –nem közelítő- NN keresésnél a sebessége rendkívül lelassul. Léteznek a FLANN-nál gyorsabb KD-tree alapú könyvtárak, pl. az ANN (Internet3) és a libnabo (Internet2), de ezek nem képesek pontos NN keresésre.

Legelőször a FLANN-t próbáltam a rendezett pontfelhő számításhoz használni, de a fent elemzett pontfelhők 200000–300000 pontból álltak, és a FLANN belátható időn belül (kb. fél nap) még az indexfát sem tudta felépíteni, így a tesztelése elmaradt.

Eddigi módszerek összehasonlítása

Sajnos mivel a közelítő keresést használják elemzésre a gyorsasága miatt, csak erre vannak eredmények. Közelítő keresésnél a legjobb a KD-tree, kicsivel megelőzve az Octree-t (Eisenberg et al. 2012).

Léteznek tanulmányok Voronoi cella alapú keresésről (pl.: Drost B.H. – Ilic S. 2016), de letölthető, működő kódot nem találtam.

Saját módszer

A programot python nyelven írtam, csak beépített python rutinokkal, hogy a brute-force szerinti keresés összehasonlításánál ne jöjjenek be olyan tényezők, amelyek csak a technológiától függnek (pl. numpy tömbben gyorsabb a keresés, de ez meghamisítaná a két algoritmus összehasonlítását, nem tudnám mérni, mennyi a C alapú rutinoknak köszönhető előny, mennyi az algoritmusé).

Kombinált keresést alkalmaztam. Egy voxel index szerinti keresést, s ha ez nem talált, egy saját, hyperplane alapú kereséshez hasonló módszert.

Voxel szerinti keresés:

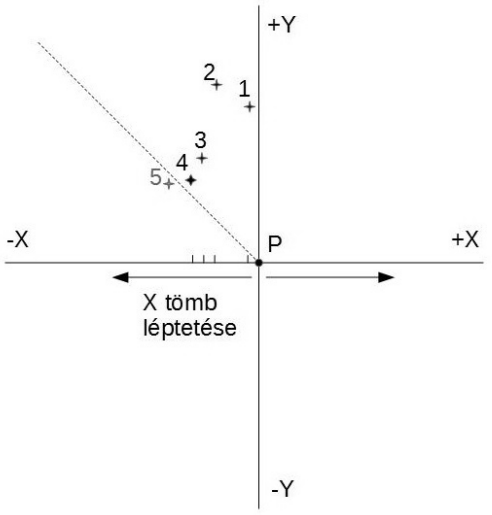
A betöltésnél létrehozok egy voxelindex tömböt. Ha a pont körüli 9 kockában nem talál pontot, akkor sajnos nem is használható; ha talál, akkor az eggyel távolabbi környezetében lévő pontokat is meg kell néznie, majd ezek közül választja ki a legkisebbet. A tesztelt pontfelhőkön a legmegfelelőbb voxel felbontás a 120*120*120-s volt, ez pontfelhőnként valamennyit változott. Ha a voxel keresés nem megy, akkor a következő metódus szerint keres:

Tengelyek szerinti keresés:

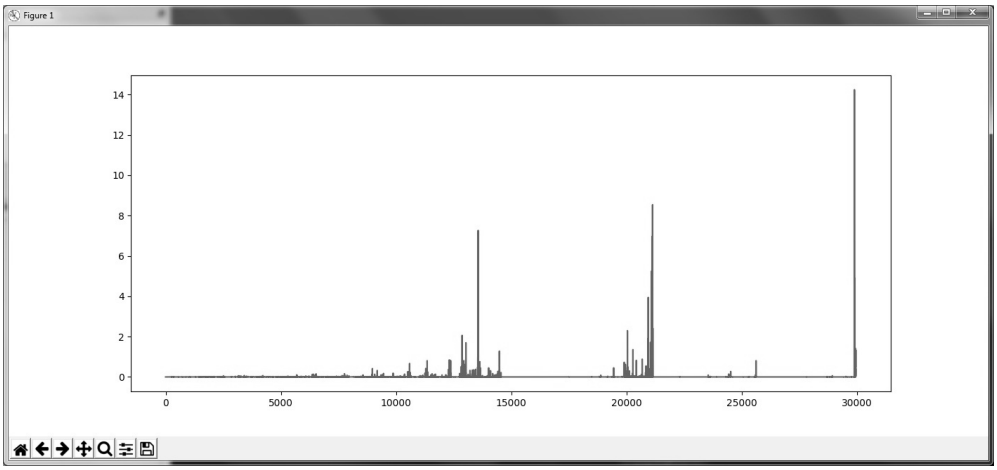
Az alapötlet az, hogy rendezett tömbökben gyorsan lehet keresni logaritmikus kereséssel. Ehhez viszont egydimenziós rendezett tömb kell, amit quicksort algoritmussal gyorsan elő tudunk állítani. Viszont a pontfelhő 3 dimenziós, nem lehet rendezni így (kivéve például, ha Morton vagy Peano sorrendet használnánk (Connor M. – Kumar P. 2009), ebben az esetben viszont csak Manhattan távolságot tudnánk nézni, de az nem megfelelő).

A tengelyek szerint rendezett tömbökben megkeresem a pontot, majd minden tengelyen elkezdek lépkedni fel és le irányban (*1. ábra*), ez 6 irány. A vizsgált pontnak az adott tengelyen lévő távolságának nagyobbnak kell lenni, mint a többi tengelyen lévő távolságnak, mert akkor a másik irányból vizsgálom. Ha nincs több ilyen pont, akkor abba az irányba történő keresésnek vége. Ezen pontok közül választom ki a legkisebb távolságra lévőt. Mivel kevesebb a szorzás (kivonás van), ez gyorsabb.

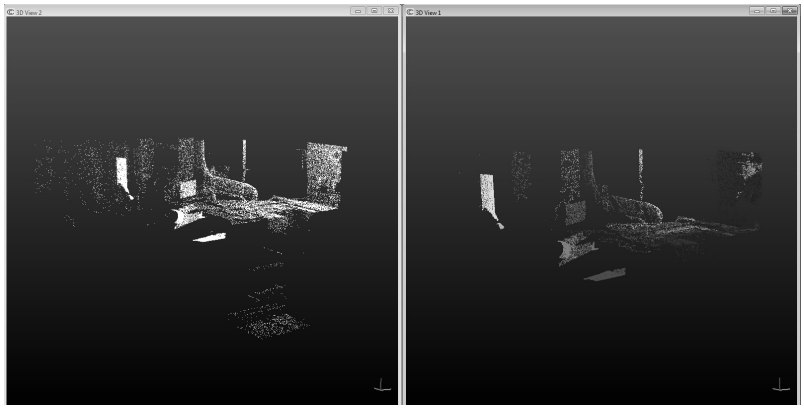
A vizsgálat akkor ért véget, ha mind a hat irányból elfogytak a pontok, melyek szöge kisebb 45 fok. Az *1. ábrán* látható, hogy a 5. pont már leállítja a –X irányú vizsgálatot.



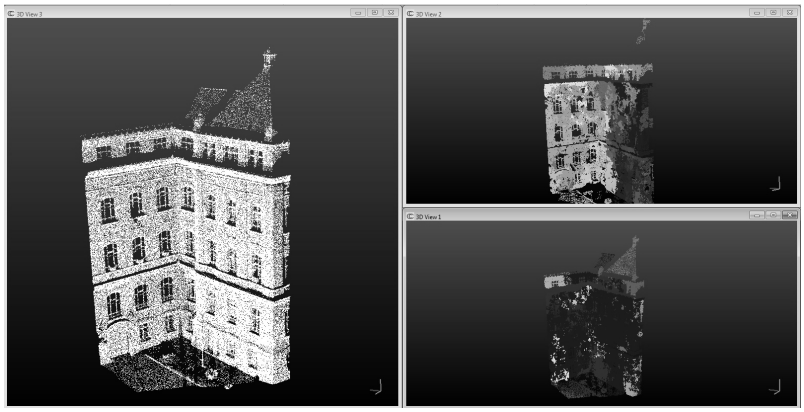
1. ábra Pontok keresésének iránya



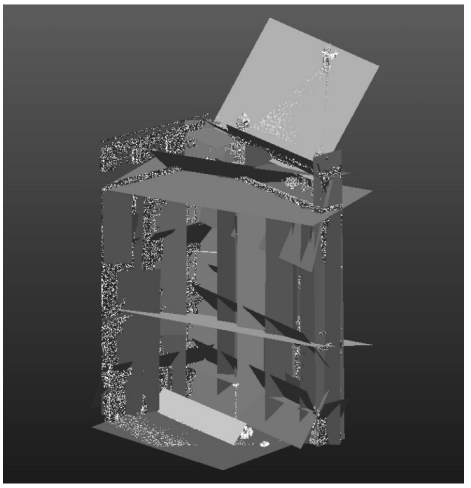
2. ábra Pontok távolságának eloszlása pontsorszám szerint egy pontfelhőn



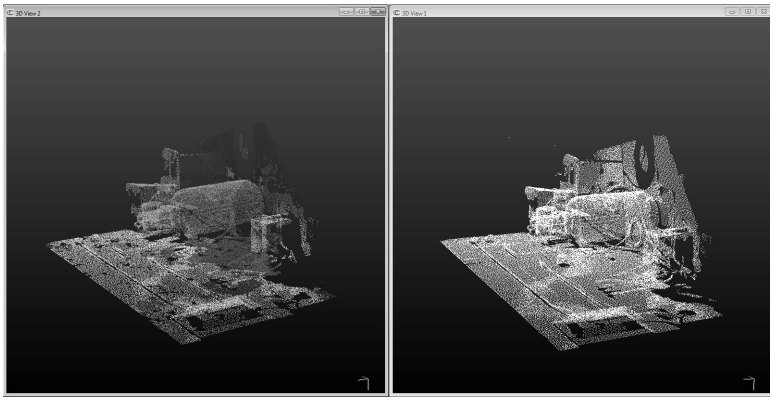
3. ábra Ipari pontfelhő mintán az értékelhetetlen pontok eltűnnek, az egybefüggő felületeket jól felismeri (a különböző felületek más színűek)



4. ábra Építészeti minta. Jobb oldalon látható, hogy a különböző paraméterekkel rosszul, illetve jobban ismerte fel a felületeket



5. ábra RANSAC alapú felület felismerés ugyanezen a pontfelhőn; nem hozott jó eredményt



6. ábra Gépészeti mintán jól elkülöníti a különböző szerkezeteket

Eredmények

Több pontfelhőn is elvégeztem a vizsgálatot. A pontfelhőket szegmentálással, valamint random vagy octree módszerrel ritkítottam 200–300 ezer pont körülire. Ez utóbbi miatt bizonyos pontfelhőkön nehezebb volt beállítani a paramétereket, illetve az információvesztés miatt kevésbé ismerte fel a felületeket.

A rendező algoritmust a brute-force módszerrel összehasonlítva 10000 pontnál háromszoros, 30000 pontnál tízszeres sebesség növekedést értem el, nagyobb méretnél a brute-force ideje annyira megnőtt, hogy nem volt tesztelhető. A saját algoritmus futási ideje 312000 pontnál 17602 másodperc, 244000 pontnál 10581 másodperc volt.

(A minta pontfelhőket a Leica Geosystems (https://leica-geosystems.com/) illetve a Robotic 3D Scan Repository (http://kos.informatik.uni-osnabrueck.de/3Dscans/) szabadon felhasználható állományiból válogattam.)

Konklúzió

A szűrési algoritmus jó eredményeket hozott, de az alapjául szolgáló rendezett pontfelhő előállítása még relatíve kis pontszámnál is túl nagy időt vett igénybe. Maga a rendező eljárás gyorsítható lenne C-re átírással, illetve valamennyire tovább gyorsítható OpenCL-re való átírással. A párhuzamosítással sokan foglalkoznak, az egzakt NNS nem teljesen jól párhuzamosítható feladat, de a párhuzamos számítás KD-tree (Qiu et al. 2009) és octree gyorsításra is használható.

Felhasznált irodalmak

Connor, M. – Kumar, P. (2009): Fast construction of k-Nearest Neighbor Graphs for Point Clouds, IEEE TRANSACTIONS ON VISUALIZATION AND COMPUTER GRAPHICS, SEPTEMBER 2009.

Drost, B.H. – Ilicm, S. (2016) : Almost constant-time 3D nearest-neighbor lookup using implicit octrees, Machine Vision and Applications.

Elseberg, J. – Borrmann, D. – Nüchter, A. (2011): Efficient Processing of Large 3D Point Clouds, Proceedings of the XXIII International Symposium on Information, Communication and Automation Technologies (ICAT '11). IEEE Xplore, Sarajevo, Bosnia.

Elseberg, J. – Magnenat, S. – Siegwart, R. – Nüchter, A. (2012): Comparison of nearest-neighbor-search strategies and implementations for efficient shape registration, Journal of Software Engineering for Robotics, 2012.02.

Qiu, D. – May, S. – Nüchter, A. (2009): GPU-accelerated Nearest Neighbor Search for 3D Registration.

Internetes források:

Internet1 – http://pointclouds.org/documentation/tutorials/statistical_outlier.php

Internet2 – https://github.com/ethz-asl/libnabo

Internet3 – http://www.cs.umd.edu/~mount/ANN/

Internet4 – https://www.cs.ubc.ca/research/flann/

Internet5 – https://libspatialindex.github.io/

Helymeghatározással kiegészített sávdetektáló rendszer fejlesztése

Uszkai Dávid[1] – Bente Tamás Ferencz[2] – Fazekas Attila[3] – Szeghalmy Szilvia[4]

[1] hallgató, Debreceni Egyetem, Informatikai Kar, uszkaidavid55@yahoo.com
[2] hallgató, Debreceni Egyetem, Informatikai Kar, tomy.bente@gmail.com
[3] egyetemi docens, Debreceni Egyetem, Informatikai Kar, Komputergrafika és Képfeldolgozás Tanszék, fazekas.attila@inf.unideb.hu
[4] adjunktus, Debreceni Egyetem, Informatikai Kar, Komputergrafika és Képfeldolgozás Tanszék, szeghalmy.szilvia@inf.unideb.hu

Abstract: There are plenty of systems that are able to support the driving task, but most of these are only available in new cars. An alternative solution is based in one of the most popular device right now, on smartphone. However, the robustness of these kind of systems need to be improved. Our lane departure warning application detects lane lines on the road and collects data regarding the lane lines with location information like longitude, latitude and street name for the future use. With the data collection we can make a more stable system, working even in not-ideal conditions.

Bevezetés

A vezetői figyelmetlenségből, fáradságból adódó balesetek visszaszorítására szolgáló vezetéstámogató rendszerek jelentős fejlődésen mentek keresztül az utóbbi években. Ma már számos gépjárműben található beépített sávelhagyás figyelő rendszer, és megjelentek az okostelefonok kamerája által szolgáltatott kép elemzésére épülő megoldások is (Lan et al. 2009; You et al. 2012).

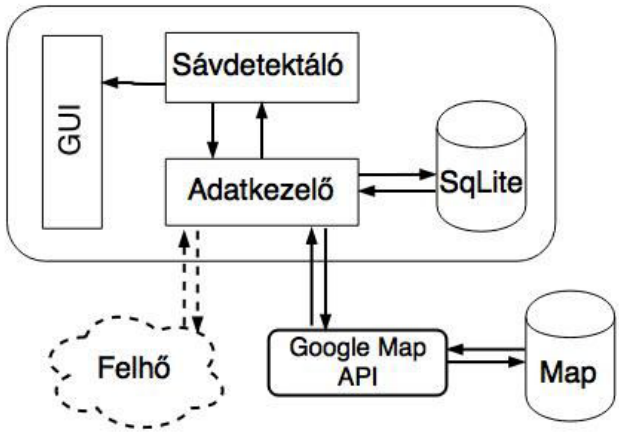
A mobilalkalmazások használatának legnagyobb előnye az elérhetőség, hiszen ma már szinte mindenki zsebében ott lapul egy okostelefon, ugyanakkor az ilyen alkalmazások megbízhatósága jelentős mértékben függ attól, hogy milyen körülmények között (pl. fényviszony, időjárás) használjuk a rendszert. A speciális kamerákat és szenzorokat használó megoldásoktól stabilabb működést várhatunk (Hillel et al. 2014; Li et al. 2014), azonban ezek elterjedtsége nem mérhető az okostelefonokéhoz és a különböző képfeldolgozási módszerektől sem várható tökéletes eredmény.

Az általunk fejlesztett vezetéstámogató mobilalkalmazás a gépjármű által korábban gyűjtött adatokra, illetve a későbbiekben a közösségi adatgyűjtés erejére építve kívánja stabilizálni a rendszer működését.

A rendszer áttekintése

A rendszer főbb komponensei az *1. ábrán* láthatóak.

A cikk további részében a már implementált részek bemutatására szorítkozunk.



1. ábra A rendszer részei: folytonos vonallal a jelenlegi, szaggatott vonallal a jövőbeli részek

Sávdetektálás

A sávdetektáló komponens Bente és társai munkáján alapszik (Bente et al. 2018). A folyamat tipikus előfeldolgozó lépésekkel, a kép szürkeárnyalatossá alakításával, zajszűréssel indul, melyeket egy a szakirodalomból jól ismert, a lencse torzításából eredő hibák csökkentésére szolgáló lépéssel egészítettünk ki, ugyanis a mobiltelefonba épített kamerák általában erős radiális torzítással dolgoznak (*2. ábra*). Az ehhez szükséges kameramátrixot és torzítási együtthatókat a kamera kalibrálásával (Zhang Z. 2000) nyerjük.

Az előfeldolgozás után egy olyan transzformáció következik, amely az eredeti, perspektivikus kép gépjármű előtti részét átalakítja „madárnézetbe". A legtöbb esetben a transzformáció végrehajtása után már csak az aszfalt látható a képen, így küszöbölés segítségével jól kiemelhetők az útburkolati jelek. Az egyenes szakaszok detektálása probabilisztikus Hough transzformációval (Matas et al. 2009) történik.



(a) (b)

2. ábra Lencsetorzítás csökkentése: a) eredeti, fedélzeti kamerával rögzített felvétel, b) eredménykép

Mivel a madárnézeti képen a sávszélek párhuzamosak, így a detektált szakaszok állása és távolsága alapján meghatározhatók a potenciális sávszélek, amelyek közül a korábbi képen detektált sávszélekhez legközelebbi egyenesek lesznek sávszélnek tekintve.

Ez az egyik olyan pont az eljárásban, ahol a tárolt adatok segíthetik a helyes döntést, hiszen ha ismert a sáv szélessége, akkor valószínűbb, hogy a megfelelő párt választjuk ki a szóba jöhető egyenesek közül. Szintén hasznos lehet a sáv szélességének ismerete, amikor csak az egyik oldalon volt sikeres az illesztés.

Az adatok gyűjtése, tárolása

A közösség erejének kihasználása nem új keletű koncepció a közlekedéssel kapcsolatos fejlesztésekben. Az olyan ismert alkalmazások, mint például a Waze (Internet1) lehetővé teszik a felhasználóknak, hogy bizonyos információkat megosszanak egymással, valós idejű figyelmeztetéseket kapjanak dugókról, elkerülendő helyekről. Más alkalmazások felhasználói beavatkozás nélkül osztanak meg információkat, ilyen például a balesetek jelzésére szolgáló WreckWatch (Wang et al. 2013).

Akár automatikus, akár felhasználói adatbeküldésről is van szó, ezen rendszerek közös eleme, hogy az információ egy jól meghatározott helyhez kötött. Egy baleset helyszíne, egy mások számára is ajánlott étterem, vagy egy javítandó kátyú is konkrét ponthoz köthető, ezért relatíve könnyen visszakereshető, könnyen frissíthető az ahhoz tartozó információ.

Az úttest sávjai viszont folytonos szakaszokkal írhatók le, és akár egy útszakaszon belül is változhat a sávok száma és a sávok szélessége is, ezért az adatgyűjtés során mesterségesen kell kijelölni azon pontokat, amelyhez az adatokat kapcsolni tudjuk. Az adatbázis mérete miatt a mintavételezés nem lehet túl sűrű, viszont elég sűrűnek kell lennie ahhoz, hogy ténylegesen segítse a sávdetektálást, leírja a sáv szélességében történő változásokat.

A sávdetektáló rendszerek működését minden olyan útszakasz megzavarja, ahol a sávok felfestése megszűnik. A legtöbb rendszer a városokon belül nem is üzemképes, ugyanis minden kereszteződés után újra „fel kell venni” a sávokat, ami (a kamerák képfrissítési sebességhez viszonyítva) időigényes folyamat.

Ennek ismeretében logikus lépés a kereszteződési pontok környékén kijelölni a pontokat, illetve azon részeken, ahol a sávok szélessége változást mutat. Míg előbbi a térképi információk alapján megoldható, utóbbihoz a már begyűjtött adatok elemzése szükséges, így a lokális adatgyűjtés során egyenletes mintavételezést használunk.

Lokális adatbázis

Az Android oldalon az adatok tárolása egy lokális adatbázisban valósul meg, az SQLite (Internet2) relációs adatbázis-kezelő rendszer segítségével, amelyhez az

Android szoftverfejlesztői készlet erős támogatást biztosít. Az adatok egy text fájlban tárolódnak a telefon belső memóriájában. Az adatokhoz való hozzáférés sebessége megfelelő a valós idejű alkalmazások számára.

Az adatbázis két táblából épül fel. Az egyik táblában tároljuk magukat a detektált helyeket a hozzájuk tartozó hosszúsági és szélességi koordinátákkal, az utca nevével, a felismerés típusával és egy kiátlagolt sávszélességgel. A másik tábla tartalmazza az adott helyhez tartozó összegyűjtött adatokat, illetve az azok bekerülésének a dátumát.

Ez a felépítés lehetővé teszi, hogy egy ponthoz több, ugyanazt az információt leíró adatot is kapcsoljunk, ami az esetleges téves detektálásból adódó hibás adatok korrigálása miatt szükséges. Az adatokhoz tartozó dátum pedig utalhat arra, hogy az adat mennyire naprakész.

Adatkezelő komponens

Az alkalmazás a használat során egy bizonyos időintervallumonként, a tesztidőszak alatt 10 másodpercenként vagy 50 métert meghaladó mozgás esetén a program lekéri a gépjármű tartózkodási helyének hosszúsági illetve szélességi koordinátáit. Az adattárolás első lépése annak meghatározása, hogy van-e az adott koordinátákhoz tartozó utcán megfelelően közeli ponthoz tartozó mérés. Amennyiben van, úgy a korábbi méréseket tartalmazó táblában tárolt információkat frissítjük az alábbi módon:

- Ha egy előre megadott határnál kevesebb mérés áll rendelkezésre az adott ponthoz, akkor az új adat beszúrásra kerül a második táblába, majd frissítjük az első táblában a sávszélességet.
- Amennyiben a határnál több adatunk van, úgy töröljük a legrégebbi dátumhoz tartozó, második táblabeli bejegyzést, beszúrjuk az új adatot és frissítjük az első táblában található átlagot.

Ez a módszer biztosítja, hogy az adatbázisban tárolt adatok mindig naprakészek legyenek, ugyanakkor egy ponthoz ne tároljunk feleslegesen sok rekordot.

A fentebb említett információkhoz, mint például a koordináták vagy az ahhoz tartozó utcanevekhez a Google Maps Android API-n (Internet3) keresztül könnyen hozzá lehet férni. Ez az interfész lehetővé teszi, hogy a hosszúsági és szélességi koordináták alapján egy fordított geokódolással (Internet4) hozzájussunk a bárki által értelmezhető adatokhoz, amik olyan információk lehetnek, mint az utca, házszám, irányítószám, város, megye és az ország, mindez az általunk kívánt nyelven.

Több alternatívát is mérlegelve, azért esett a választás a Google megoldására, mert ez a legnépszerűbb térképes alkalmazás jelenleg több tíz millió aktív felhasználóval havonta, továbbá rengeteg adathoz tudunk könnyedén hozzáférni az API-k segítségével. Mivel az Android rendszer is a Google fejlesztése így a teljes térkép szolgáltatás elérhető a fejlesztők számára. A Maps folyamatos frissítése és az új funkciókkal való bővítése szintén kiemeli a versenytársai közül.

Az alternatívák közül érdemes megemlíteni a Microsoft Bing Maps API-t,

mely a folyamatos fejlesztéseknek köszönhetően szintén egyre több lehetőséget ad a fejlesztőknek, ám népszerűsége messze elmarad a Google Maps-hez képest (Internet5), illetve a szabad licence alatt elérhető OpenStreetMap-et, illetve a rá épülő MapQuest szolgáltatás is (Król K. 2015).

Adatok felhasználása a sávdetektálás során

Az adatkezelő komponens résznél leírtakhoz hasonlóan az aktuális hely meghatározásával kezdődik a folyamat, majd az átlagértéket és az ahhoz tartozó megbízhatósági információt (hány adatra épül az átlag) szolgáltatunk a sávdetektáló modulnak. A sáv szélek meghatározásánál a korábbi képnek megfelelő sáv szélességet és az adatbázisban használt távolság kombinációját használjuk fel, a következő képletnek megfelelően:

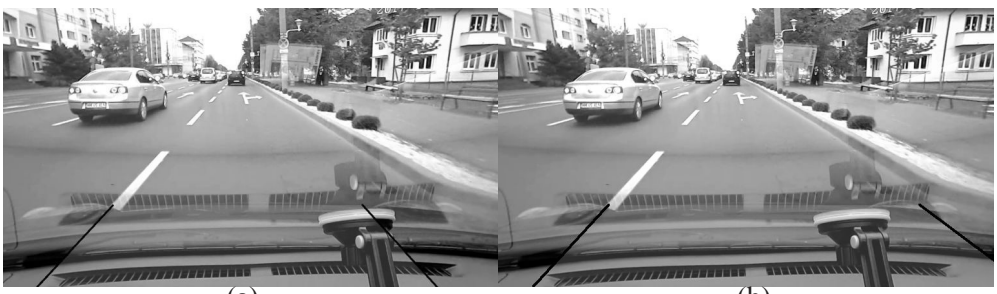
$$(1-\alpha)\cdot\text{korábbi detektálás} + \alpha\cdot|\text{tárolt sáv szélesség}|,$$

ahol az α a lekért információ megbízhatóságára utaló [0,1) valós számok tartományába eső érték. A nagyobb α érték, nagyobb megbízhatóságra utal.

Eredmények

A rendszer egyes komponensei még fejlesztés alatt állnak, ezért jelenleg csak kezdeti eredményekről tudunk beszámolni. Az alkalmazás aktuális állapotában képes meghatározni videó alapján a sávokat és a használat során a sávokra vonatkozóan adatokat gyűjteni. Jelenleg ennek a tesztelése, a hibák felderítése és az adatgyűjtés zajlik.

Az első teszteket Debrecen belterületén, illetve az E671-es jelzésű európai úton végeztük. Az európai úton, ill. autópályákon, ahol fel van festve az út mindkét széle a rendszer stabilan működött. A városban az jelentette a legnagyobb problémát, hogy egyes utcákon teljes mértékben hiányoznak az útburkolati jelek, a külső sáv jobb oldala szinte sehol nincs felfestve, ebből adódóan a rendszer bizonytalanabb működést mutatott.



(a) (b)

3. ábra A detektált sáv: a) eredeti eljárással detektált sáv, b) mérési adatok felhasználásával kiegészített eljárással detektált sáv (200 képkockával a mérési pont után)

Biztató azonban, hogy a sáv szélességére vonatkozó valós adatok felhasználásával több esetben is javult az alaprendszer működése (*3. ábra*).

Összefoglalás

A célunk egy olyan okostelefonon futó vezetéstámogató applikáció fejlesztése, mely a GPS-es helymeghatározás lehetőségeit kihasználva, adatok gyűjtésével és megosztásával teszi megbízhatóbbá a vezetők számára szolgáltatott információkat. Jelen tanulmányban a kezdeti lépéseket, a rendszer alapjául szolgáló sávdetektáló eljárást, az adattárolás és adatkezelés megvalósítását, illetve az első tesztekből levonható következtetéseket ismertettük.

A jövőbeli terveink között szerepel a közösségi adatgyűjtést lehetővé tevő rész kialakítása, további tesztek végzése és a sávdetektáló modul kiterjesztése egy az útszélek detektálására szolgáló résszel, amely a felfestés nélküli útszakaszokon hozhat további előrelépést.

Köszönetnyilvánítás

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.1-16-2016-00022 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Felhasznált irodalom

Bente T. F. – Szeghalmy Sz. – Fazekas A. (2018): Detection of Lanes and Traffic Signs Painted on Road Using On-Board Camera, Future IoT 2018, Eger (megjelenés alatt).

Hillel, A. B. – Lerner, R. – Levi, D. – Raz, G. (2014): Recent progress in road and lane detection: a survey. Machine vision and applications, 25(3), pp. 727–745.

Król K. (2015): The description and comparative analysis of chosen tools automatizing the process of creating interactive maps of spatial objects, Geomatics, Landmanagement and Landscape, 3, pp. 91–99.

Lan, M. – Rofouei, M. – Soatto, S. – Sarrafzadeh, M. (2009): SmartLDWS: A robust and scalable lane departure warning system for the smartphones. Intelligent Transportation Systems, IEEE ITSC'09., pp. 1–6.

Li, Q. – Chen, L. – Li, M. – Shaw, S. L. – Nüchter, A. (2014): A sensor-fusion drivable-region and lane-detection system for autonomous vehicle navigation in challenging road scenarios. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 63(2), pp. 540–555.

Matas J. – Galambos C. – Kittler J. (2000) Robust detection of lines using the progressive probabilistic hough transform. Computer Vision and Image Understanding, 78(1), pp. 119–137.

You, C. W. – Montes-de-Oca, M. – Bao, T. J. – Lane, N. D. – Cardone, G. – Torresani, L. – Campbell, A. T. (2012): CarSafe: a driver safety app that detects dangerous

driving behavior using dual-cameras on smartphones. In Proceedings of the 2012 ACM Conference on Ubiquitous Computing, pp. 671–672.

Wang, Y. – Yang, J. – Liu, H. – Chen, Y. – Gruteser, M. – Martin, R. P. (2013): Sensing vehicle dynamics for determining driver phone use. In Proceeding of the 11th annual international conference on Mobile systems, applications, and services, ACM, pp. 41–54.

Zhang, Z. (2000): A flexible new technique for camera calibration. IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence, 22(11), pp. 1330–1334.

Internetes hivatkozások

Internet1 – https://www.waze.com/hu/, Letöltés ideje: 2018. március

Internet2 – https://www.sqlite.org/about.html, Letöltés ideje: 2018. március

Internet3 – https://developers.google.com/maps/documentation/android-api/, Letöltés ideje: 2018. március

Internet4 – https://developers.google.com/maps/documentation/geocoding/intro#ReverseGeocoding, Letöltés ideje: 2018. március

Internet5 – https://www.programmableweb.com/news/top-10-mapping-apis-google-maps-microsoft-bing-maps-and-mapquest/analysis/2015/02/23, Letöltés ideje: 2018. március

Satellite data based river ice monitoring

Boudewijn van Leeuwen[1] – Zalán Tobak[2]

[1] Assistant professor, SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai tanszék, leeuwen@geo.u-szeged.hu
[2] Assistant professor, SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai tanszék, tobak@geo.u-szeged.hu

Abstract: During a prolonged period of extreme weather in January and February 2017, large lakes and rivers in Hungary were covered with ice. The ice coverage on the Danube does not only cause danger of flood, it also can result in damage to the infrastructure and prevents transportation on the river. Since coverage of large water surfaces is a relatively rare phenomenon in Hungary, no continuous monitoring system is in place. This research presents a river ice monitoring system based on active remote sensing data. The resulting maps have a large spatial and high temporal resolution and can therefore be used of operational purposes. The ratio between open water and ice was calculated with a spatial interval of 100 meter for a 400 kilometer long segment of the Danube river between Dunaföldvar, Hungary and Belgrade, Serbia.

Introduction

The protection activities by the Hungarian Waterboard against river ice have a long tradition. Already in the 19th century, large ice floods devel-oped causing considerable damage. The largest destruction was caused by the ice flood of March 1838, which resulted in large scale damages in Pest, Buda and Óbuda. Next to local protection measurements, nowadays also ice breaking ships are deployed to battle the river ice (Gombás K. – Balatonyi L. 2017). During the last decades, several technological and methodological developments in the detection and thickness estimation of floating ice have occurred. These are particularly often the result of new opportunities provided by Earth observation satellites. Among them, the satellites of the ESA Sentinel program play a key role.

Due to extreme temperatures, which were for a long period below the yearly long-term winter average, in January and February 2017 large parts of the rivers in Hungary were covered by ice. To be able to take adequate measures to mitigate the dangers coming with the river ice on the Danube, it is important to know the relative coverage of the river by the ice. Alt-hough some attempts have been made to build a permanent river ice monitoring system based on cameras (Keve G. 2014), the possibilities for monitoring of the development of the ice coverage in Hungary, its movement and breaking up and refreezing, are only limited. The National Technical Management Unit (OMIT) of the Hungarian water authorities (Vízügy) was activated



Figure 1. Partial ice coverage of the Danube in January 2017 (OVF)

between January 18 and February 24, 2017 to coordinate the efforts to mitigate the damages due to the river ice (*Fig. 1.*). During this period, also the Croatian and Serbian segments of the Danube river were closely watched. This research is the result of a request from the OMIT to investigate the possibilities for continuous river ice monitoring for opera-tional purposes based on remote sensing data.

Data and methods

The area under consideration is a 400 kilometer long segment of the Danube river that stretches from Dunaföldvár to Belgrade covering three different countries and the mouths of the Drava and Tisza rivers as well (*Fig. 2.*).

The base data for this research consists of imagery from the ESA Sentinel 1A and B satellites. Both satellites are equipped with an identical C-band Synthetic Aperture Radar (SAR) instrument that emits and receives energy from the earth surface. This active system has a large advantage over passive earth observation systems in that it is – to a large extent – independent of meteorological circumstances and therefore can also acquire data through cloud cover. The presented workflow is based on Level-1 Ground Range Detected (GRD) Interferometric Wide (IW) data which has a swath width of 250 km and a pixel spacing of 10 x 10 meter (*Fig. 3.*)

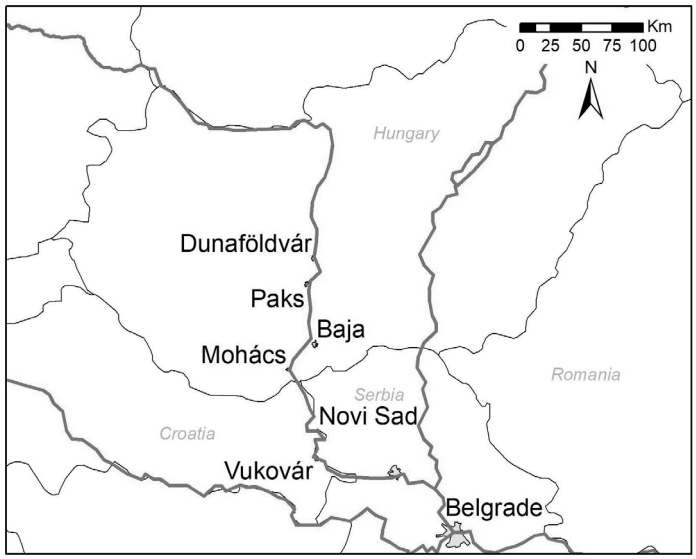


Figure 2. The study area covering the Danube river between Dunaföldvár and Belgrade

(Malenovsky et al. 2012). The data is available for free and without restrictions from the ESA Copernicus Open Access Hub. The constellation consisting of two satellites provides one image in about every 3 days, which means that for our research period (1 January – 15 February 2017) 53 images were available.

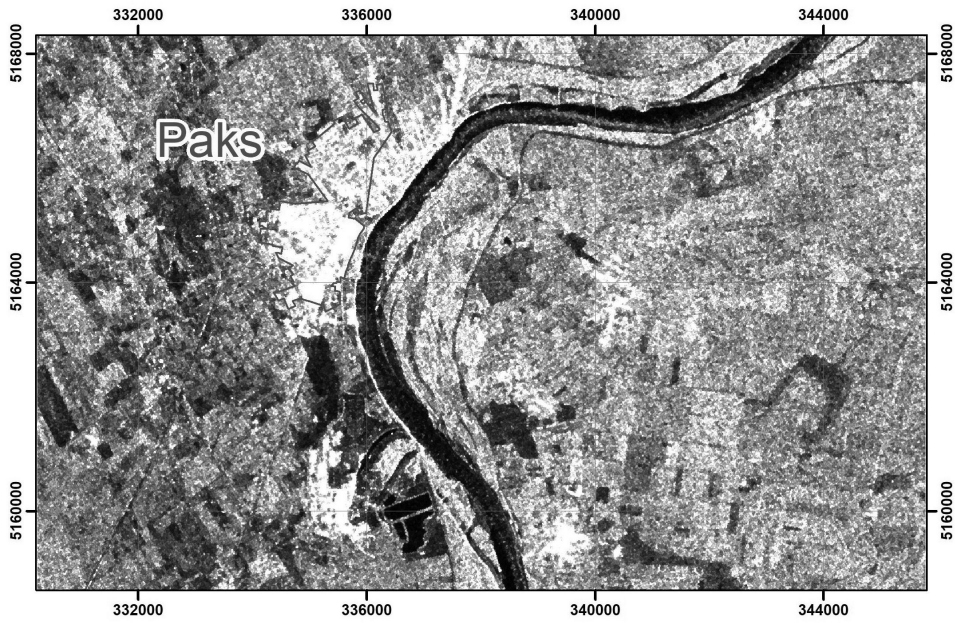


Figure 3. Unprocessed (Level-1) Sentinel 1 radar image from the surround-ings of Paks (26 January 2017)

Methodology

Before the level 1 data can be used to determine the river ice coverage, they have to be converted to geometrically corrected and radiometrically calibrated images using several preprocessing steps. These steps consist of applying the orbit correction for accurate satellite position and velocity information, radiometric calibration, speckle filtering, Range Doppler terrain correction, incidence angle correction and conversion to decibel. The final step of the preprocessing consists of storing the VV polarization to a GeoTIFF file, so it can be used further in a geographic information system.

The 400 km long segment of the Danube was split into 4000 100meter long cross sections. For each section, the absolute ice coverage in m^2 and ratio between ice and water surface was calculated. The method used in this research is based on the large difference in dielectric constant between water (about 80) an ice (around 2.0) and their difference in surface roughness (Chu et al. 2015). Although, the surface and water content of ice can be quite varying, and the water surface can be disturbed by wind, with a carefully selected threshold value it is possible to differentiate between the water and ice surfaces. Recorded radar response within the subset of the river that is lower than the threshold value is assigned as "water", higher response is assigned as "ice". The ice coverage and ratio are stored in a geodatabase and 1:100 000 scale maps were created from them.

All radar preprocessing was executed in ESA's SNAP open source image processing software. The extraction of the ice coverage and the calcula-tions of the ice ratio was performed using some custom-made python script, and the final maps were created using a geographic information system.

Results and discussion

So far there was no continuous data available in Hungary with medium spatial resolution – like Landsat optical data – that could be used to monitor river ice. Almost always clouds obstruct optical data acquisition during periods of river ice, radar data on the other hand is independent of the meteorological conditions and is therefore very suitable for ice coverage studies. From all acquired Sentinel 2 and Landsat 8 data, during the period of our study, only on one day an optical image was available of the same day as the radar data that could be used to validate the calculated river ice coverage. This Landsat 8 image was acquired from the study area within several hours of the Sentinel 1 radar image (*Fig. 4.*). Visual interpretation of the images shows that the ice coverage extracted from the active data strongly correlates with the ice coverage seen on the optical image.

A series of maps was created from the results of the workflow. Each map presenting the spatial extent of the ice coverage at a given day for a certain segment of the river, as well as a map showing the ratio of ice to water per 100 meter cross

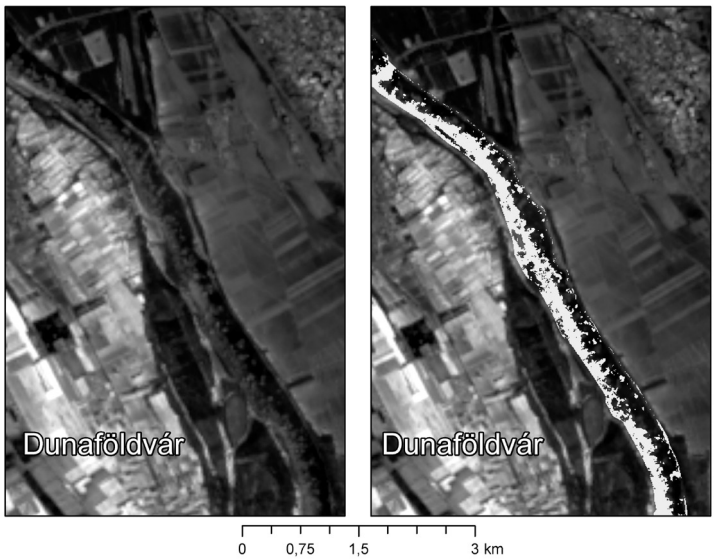


Figure 4. Ice coverage of the Danube river at Dunaföldvár on 22 of January 2017 as shown on the Landsat 8 image (RGB432) (left) in light gray and extracted from the Sentinel 1 radar image (shown is yellow on the right)

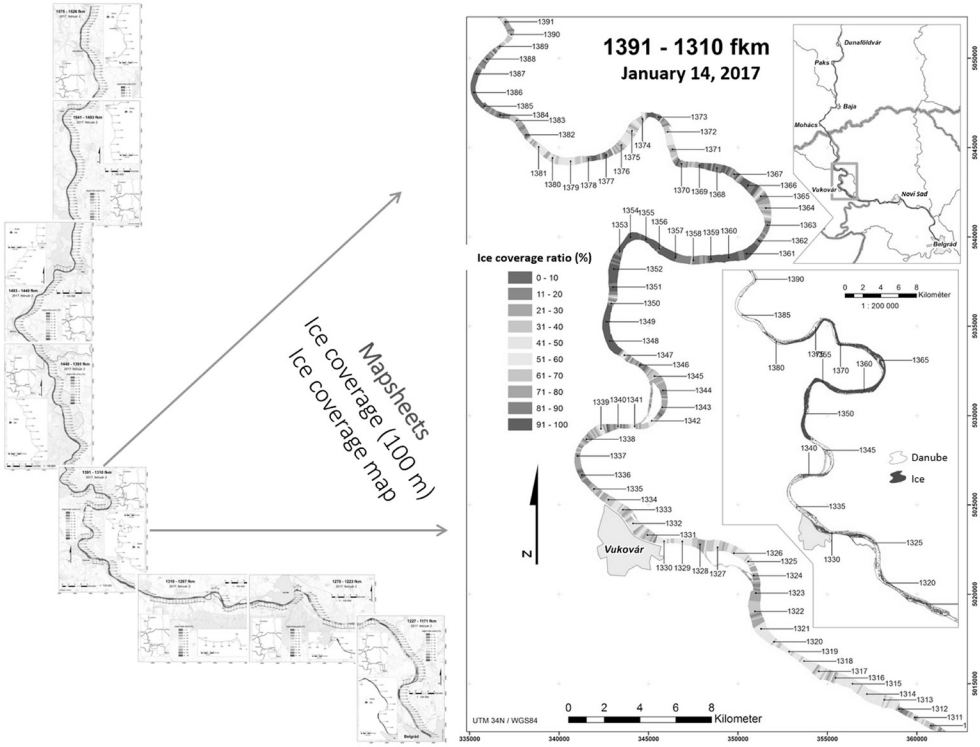


Figure 5. Example of the map series created from the ice coverage data

section for that day at the same segment. The map series shows the development of the ice and it provides insight in the sections of the river that have dangerous amounts of ice coverage. *Figure 5* shows the ice blockade formed in the middle of January between fkm 1345 and 1358 (Gombás K. – Balatonyi L. 2017).

Conclusion

The continuous monitoring of river ice is important because of the risk of floods, but also to mitigate and reduce damage to infrastructure. The presented workflow can provide maps with a spatial (10 x 10 meter) and temporal resolution (2-3 days) suitable for operative use by the Hungarian water authorities, and that can complement their field observations. Field observations are problematic because the extent of the ice sheet is difficult to estimate while observing from the river bank. It is important to monitor the ice coverage to estimate the rate of its development and to understand its underlying processes. Using satellite images, large areas can be observed objectively using uniform techniques. The validation of the satellite derived river ice coverage is a problem though, because there is almost no field data available at the moment of the image acquisition. This might be possible to solve using a continuous monitoring system based on field cameras. Estimations of the thickness of the ice coverage are relevant but have not been part of this research.

References

Gombás K. – Balatonyi L. (2017): Extremities in Winter Season – Outlook for mitigation measures, Hidrológiai Közlöny, 97, pp. 81–85

Malenovský, Z. – Rott, H. – Cihlar, J. – Schaepman, M.E. – García-Santos, G. – Fernandes, R. – Berger, M. (2012): Sentinels for science: Potential of Sentinel-1, -2, and -3 missions for scientific observations of ocean, cryosphere, and land, Remote Sensing of Environment, 120, pp. 91–101.

Chu, T. – Das, A. – Lindenschmidt, K-E. (2015): Monitoring the var-iation in Ice-Cover Characteristics of the Slave River, Canada using Radarsat-2 data – A case study, Remote Sensing, 7, pp. 13664–13691.

Keve G. (2014): Jégészlelés a Duna magyarországi alsó szakaszán, Magyar Hidrológiai Társaság XXXII. Országos Vándorgyűlés, Szeged, 2014. július 2–4.

Menedzsment zónák kijelölése szegmentáció segítségével

Varga Orsolya[1] – Milics Gábor[2] – Katona Zsolt[3]

[1] kutató geográfus, Envirosense Hungary Kft., varga.orsolya.gyongyi@gmail.com
[2] Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, milics.gabor@sze.hu
[3] GIS fejlesztőmérnök, Envirosense Hungary Kft., katona@envirosense.hu

Absztrakt: Tanulmányunkban egy olyan problémát dolgoztunk fel, amely a precíziós mezőgazdaság gyakorlatában mindennapos igényként jelenik meg. Egy mosonmagyaróvári parcellán terméshozam adatok és műholdfelvételek alapján szegmentációs algoritmus segítségével menedzsment zónákat jelöltünk ki. A vizsgált parcellán termesztett kukorica érési időszakában multispektrális Sentinel-2 felvételek alapján számított vegetációs indexek segítségével követtük a termesztett növény fejlődését, majd a betakarítás után a terméshozam és a vegetációs indexek összefüggéseit vizsgáltuk. A vizsgált indexek közül több index erős korrelációt mutatott ($R^2 > 0.6$) a terméshozam adatokkal, ezek közül az NDVI-t használtuk különböző megközelítésekben a parcella további kezelését meghatározó menedzsment zónák kijelölésére. Az így végrehajtott legjobb osztályozás 66%-os teljes pontosság értéket ért el.

Bevezetés

A menedzsment zónák egy mezőgazdasági parcella olyan területei, amelyen belül az adott növény termesztésének feltételei hasonlóak, és amely egy mérhető tulajdonság mentén nagyobb homogenitást mutat, mint a parcella egésze (Zhang et al. 2002). Az egyes menedzsment zónákon belül az optimális terméshozamhoz szükséges tápanyagigény is hasonló (Gnip P. – Charvát K. 2003). A menedzsment zónák helyes kijelölése tehát meghatározza a helyes tápanyag-kijuttatás mikéntjét és alapvetően befolyásolja a későbbi terméshozamot.

A szakirodalomban több megközelítés is létezik a zónák lehatárolását illetően, azonban nincs olyan módszer, amely egységesen elfogadott és alkalmazandó volna. A definícióból adódóan a zónák lehatárolását számos tényező segítheti, amely meghatározza a terméshozam alakulását, hiszen a zónák kijelölése, majd a tápanyag arányos kijuttatása is az optimális terméshozam elérését szolgálják.

Különböző esettanulmányok a rendelkezésre álló adatok, illetve a termést befolyásoló tényezők tekintetében számos vizsgálatba vonható szempontot említenek, úgymint: szervesanyag tartalom, beszántott réteg vastagsága, garantált öntözés mértékének valószínűsége, a talaj elektromos vezetőképessége, vagy a parcella topográfiai adottságai (Fraisse et al. 2001; Li et al. 2013). A lehatárolás GIS módszertanának tekintetében is eltérő megközelítések jelentek meg a szakirodalomban: a feladat elvégzésére nem ellenőrzött osztályba sorolást, fuzzy osztályozást és teljesen automatizált, Jenks-féle természetes törések mentén végzett

fuzzy osztályozást is alkalmaztak (Li et al. 2007; Russ et al. 2010; Lowrence et al. 2016).

Jelen tanulmányban célunk egy olyan menedzsment zóna lehatárolási módszer alkalmazása volt, amely kevés bemeneti adat mellett is életszerű és praktikusan alkalmazható lehatárolást ad vissza. Vizsgálatunkban az adatforrások körét ingyenesen elérhető műholdfelvételekre korlátoztuk kifejezetten abból a célból, hogy lássuk, az adott feladatban milyen hatékonyan alkalmazhatók önmagukban. A módszer eredményességét a valós terméshozam adatok alapján létrehozott menedzsment zónák segítségével ellenőriztük.

Anyag és módszer

Kutatásunkban egy Mosonmagyaróvár melletti (450 x 640 m, szabálytalan alakú) kukorica parcelláról származó terméshozam térképet és ingyenesen elérhető Sentinel-2 felvételeket használtunk. Fő kérdésfeltevésünk az volt, hogy a műholdfelvételek alapján milyen tulajdonság mentén tudnánk a terméshozam térképben fellelhető különbségeket magyarázni, majd ennek segítségével menedzsment zóna térképet létrehozni.

A legalább 10 napos visszatérési idejű Sentinel-2A műhold 2015. júniusi bevezetésével a tudományos világ ingyenesen elérhető úton eddig nem tapasztalt térbeli felbontású adathoz jutott, amelynek felhasználása igen széles körű, az erdészettől, a mezőgazdaságon át egészen a meteorológiai kutatásokig. A műholdon lévő multispektrális felvevőrendszer 13 csatornán rögzít adatot, melyek közül 4 csatorna (látható és közeli infravörös) 10 méteres térbeli felbontást ér el. A többi csatorna 20 és 60 méteres térbeli felbontással rendelkezik, ám a 10 méteres infravörös csatorna hullámhossz tartományát különösen gyakran alkalmazzák vegetációval kapcsolatos kutatásokban a növényzet magas visszaverődése miatt. Napjainkra már számos vegetációs indexet fejlesztettek ki, amely speciális feladatokra, vagy valamely felszínborítás típus kihangsúlyozására szolgál.

Esetünkben a mezőgazdaságban, illetve a növényzet fejlődésének vagy károsodásának nyomon követésében gyakran használt spektrális indexeket alkalmaztunk. A 2017. évi termésadatokat a Sentinel-2 felvételek pixelbeosztásához igazítva interpoláltuk, majd 9 db indexet számítottunk a parcella területére szintén 10 méteres felbontásban. A számításokat több, a 2017-es év különböző időpontjaiból származó, atmoszférikus korrekción átesett felvételen végeztük el: május 28., július 17., augusztus 16., augusztus 26. A spektrális indexek és a terméshozam adatok között korrelációs együtthatót számoltunk (lineáris regresszió, R-négyzet). Az összes vegetációs index közül az EVI2 és az NDVI mutatta a legmagasabb korrelációt a termésadatokkal (>0,6 R-négyzet) az augusztus végi felvételen, amely azt jelenti, hogy ebben az esetben az NDVI és az EVI2 varianciája a termésadatok körülbelül 60%-ának varianciáját magyarázta. Figyelembe véve a kukorica fejlődésmenetét, valamint azt a tényt, hogy az augusztus végi időpont áll legközelebb a betakarítás

idejéhez (ahonnan a termésadatok is származnak), várható volt, hogy ez a felvétel magyarázza majd leginkább a terméshozam különbségeit.

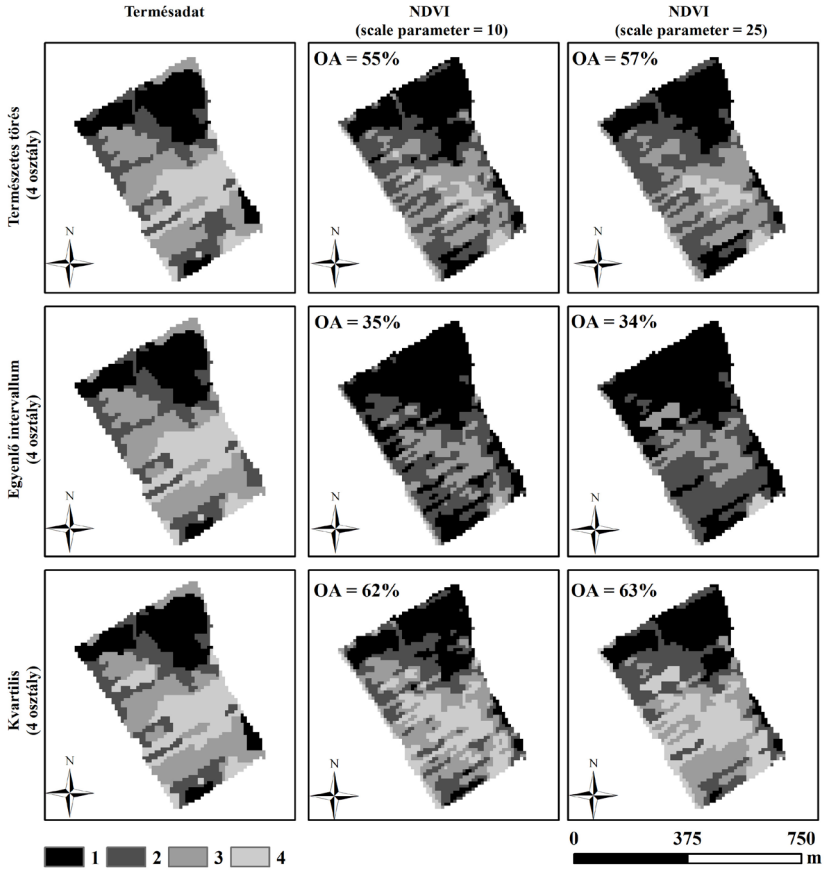
Ennek megfelelően a továbbiakban az NDVI értékeket használtuk menedzsment zóna kijelölésre. A zónák kialakításához szegmentációt végeztünk mind a terméshozam, mind az NDVI rétegen eCognition szoftverben. A két rétegen különböző ún. méretarány tényező (scale parameter) alkalmazása vezetett eredményre (termésadat: scale parameter = 5; NDVI: scale parameter = 10 és 25), de az osztályozás azonos határértékeken alapult. Vizuális interpretáció útján sem egyértelmű, hogy a területen hány menedzsment zóna volna kialakítható a termésadatok alapján, ezért többféle osztályozási módszert alkalmaztunk. A kialakult szegmensek átlagértékeit használtuk az osztályok kijelöléséhez, és az osztályokat az adatsorban számított kvartilisek, egyenlő intervallumok és Jenks-féle természetes törések (Jenks G.F. 1976) alapján alakítottuk ki, 4 osztályra vonatkoztatva. Az utóbbi 2 módszerrel 3 osztályos tipizálást is végeztünk. Összesen tehát a terméshozam rétegen 5 féle, az NDVI rétegen (a két különböző méretarány tényező alkalmazása miatt) 10 féle beosztást alkalmaztunk, majd a terméshozam és NDVI-rétegeken azonos módszerekkel kialakult osztályokat hasonlítottuk össze. Az összehasonlítást a távérzékelés módszertanában széles körben alkalmazott teljes pontosság (overall accuracy [Story M. – Congalton R.G. 1986]) mutatóval végeztük.

Eredmények és következtetések

Az *1. ábrán* láthatóak a 4 osztály alkalmazásával kialakított menedzsment zóna lehatárolások eredményei. Ebben az esetben a kvartilisek alapján kialakított osztályok mutatták a legnagyobb egyezést a termésadat osztályokhoz képest (10-es méretarány tényező mellett 62%, 25-ös méretarány tényező mellett 63%). Referenciának mindig a termésadatokon ugyanazzal a módszerrel (természetes törés, egyenlő intervallum, kvartilis) kialakított és azonos számú osztályokat tekintettük. A legalacsonyabb egyezési értéket az egyenlő intervallumok alapján létrehozott osztályozás adta (35 és 34%).

A *2. ábrán* a 3 osztály alkalmazásával kialakított menedzsment zóna lehatárolások eredményei láthatóak. Ekkor szintén az egyenlő intervallumok mentén kialakított osztályozás adta a szerényebb eredményt, ugyanakkor pontossága jelentősen meghaladta a 4 osztály alkalmazásakor tapasztalható pontosságot (55% és 56%). A természetes törések mentén kialakított osztályozás már 64 és 66%-os eredményt adott vissza, ami meghaladja a kvartilisekkel elért osztályozás sikerességét.

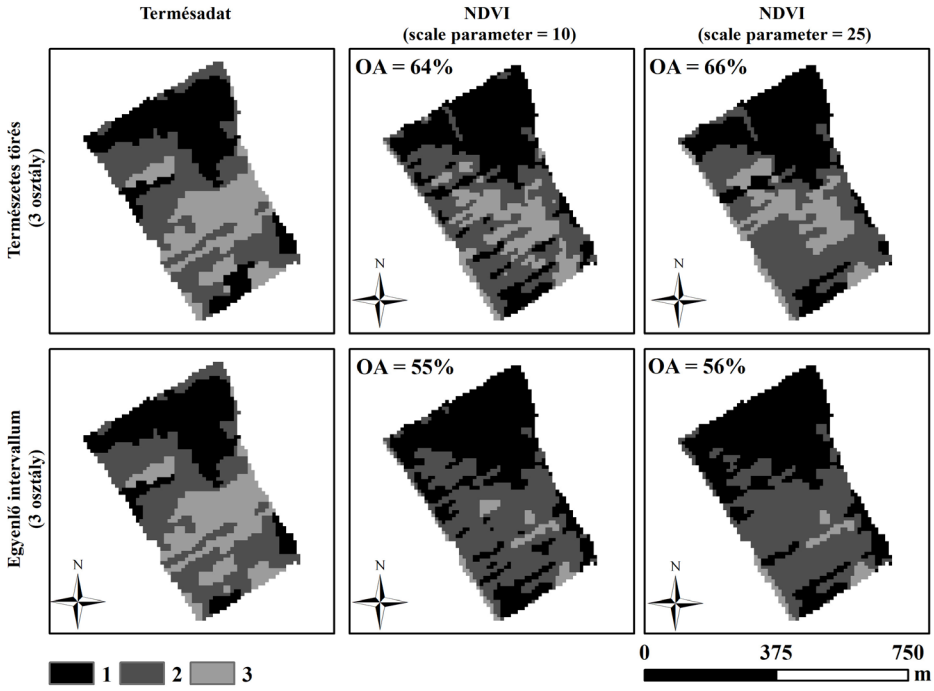
Az osztályozási módszerek sajátosságai alapján a természetes törésen alapuló osztályozás illik legjobban a menedzsment zónák definíciójához, hiszen ennek kifejezett célja az egyes osztályokon belül a szórás minimalizálása (Jenks 1977), amely összhangban van a menedzsment zónákon belüli lehető legnagyobb homogenitás elérésének céljával, és a mintaterület osztályozásában jól teljesített. Ugyanakkor a szegmentáció során kialakult szegmensek nagyban befolyásolják az



1. ábra 4 osztály alkalmazásával kialakított menedzsment zóna lehatárolások (ahol 1 a legmagasabb, 4 a legalacsonyabb terméshozam értékhez kapcsolódó menedzsment zóna), a termésadatokon kialakított osztályokhoz viszonyított teljes pontosság (OA = overall accuracy) jelölésével

osztályozás sikerességét. Egyrészt negatív irányban, hiszen bár jelentős korreláció áll fenn a termésadat és az NDVI adatréteg között, nem biztos, hogy a mintázatok, homogénebb foltok ugyanolyan elrendeződésben jelennek meg, és ez a nagyobb szegmensek különböző határvonalai miatt ronthatja az osztályozás eredményét. Másrészt pozitív irányban, mert ha pixel alapú osztályozást végeznénk, az egyes osztályok sokkal szétszórtabb mintázatot mutatnának, ami nemcsak az egyezést rontaná, a management zónák gyakorlati alkalmazásakor sem praktikus.

Fontos megjegyezni, hogy bár a teljes pontosság eredményének értékelésére léteznek iránymutatások, de nincs egységes értékelési rendszer. Az eredmény értékelését leginkább az adott cél határozza meg. Például egy távérzékelt felvétel osztályozása – amelyre ezt a mutatót általában alkalmazzák – esetén a 66%-os teljes pontosság eredmény nem lenne kielégítő. Az előzetes korrelációs vizsgálat alapján kiderült, hogy az NDVI értékek legfeljebb a termésadat értékek varianciájának



2. ábra 3 osztály alkalmazásával kialakított menedzsment zóna lehatárolások (ahol 1 a legmagasabb, 3 a legalacsonyabb terméshozam értékhez kapcsolódó menedzsment zóna), a termésadatokon kialakított osztályokhoz viszonyított teljes pontosság (OA = overall accuracy) jelölésével

körülbelül 60%-át magyarázzák. Ezért az a tény, hogy az NDVI alapján kialakított osztályok a legjobb esetben 66%-ban egyeznek a termésadatokból létrehozott osztályokkal, kifejezetten biztató osztályzási eredményre utal. Ha figyelembe vesszük, hogy a menedzsment zónák kialakításába általában jóval több adatforrást vonnak be, és azokkal sem feltétlenül egyértelmű a kialakítás sikeressége, akkor az egyetlen műholdfelvételből származtatott index-szel elért 66%-os osztályozási egyezőség kedvezőnek bizonyul és ezek alapján sikerrel bevonható az adott célt szolgáló analízisbe. Mindemellett további adatok bevonásával (pl. talajnedvesség, talaj pH) a pontosság tovább növelhető, finomítható, mely távlati céljaink között is szerepel.

Felhasznált irodalom

Fraisse, C.W. – Sudduth, K.A. – Kitchen, N.R. (2001): Delineation of Site-Specific Management Zones by Unsupervised Classification of Topographic Attributes and Soil Electrical Conductivity. Transactions of the ASAE, 44(1), pp. 155–166.

Gnip, P. – Charvát, K. (2003): Management of zones in precision farming. Agricultural Economics – Czech, 49(9), pp. 416–418.

Jenks, G.F. (1977): Optimal data classification for choropleth maps. Occasional paper No. 2. Lawrence, University of Kansas, Department of Geography.

Li, Y. – Shi, Z. – Li, F. – Li, H. (2007): Delineation of site-specific management zones using fuzzy clustering analysis in a coastal saline land. Computers and Electronics in Agriculture, 56(2), pp. 174–186.

Li, Y. – Shi, Z. –Wu, H. – Li, F. – Li, H. (2013): Definition of Management Zones for Enhancing Cultivated Land Conservation Using Combined Spatial Data Environmental Management, 52, pp. 792–806.

Lowrance, C. – Fountas, S. – Liakos, V. – Vellidis, G. (2016): EZZone – An Online Tool for Delineating Management Zones. Proceedings of the 13th International Conference on Precision Agriculture, St. Louis, Missouri, USA.

Russ, G. – Kruse, R. – Schneider, M.(2010): A clustering approach for management zone delineation in precision agriculture. In: Khosla, R. (ed.) Proceedings of the International Conference on Precision Agriculture.

Story, M. – Congalton, R.G. (1986): Accuracy Assessment A User's Perspective. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 52, pp. 397–399.

Zhang, N. – Wang, M. – Wang, N. (2002): Precision agriculture – a worldwide overview. Computers and Electronics in Agriculture. Computers and Electronics in Agriculture, 36(2–3), pp. 113–132.

Conceptual flaws and solutions in land change model evaluation

Varga Orsolya[1,2] – Szabó Szilárd[3]

[1] researcher / geographer, Envirosense Hungary Kft.
[2] PhD candidate, University of Debrecen, Department of Physical Geography and Geoinformation Systems
[3] professor and head of department, University of Debrecen, Department of Physical Geography and Geoinformatics

Our research focuses on a special problem of land change modelling. An actual challenging part of land change modelling is the validation of model results which is essential in order to form a realistic idea about the success of the model.

We performed CA-Markov land change models in 4 study areas (two in Hungary, one in Brazil and one in the United States), with various category numbers. In the two domestic study areas we used Corine Land Cover data, while in the two foreign study areas we used Landsat satellite imagery. In the case of Corine data in one study area we aggregated categories in accordance with Corine standard levels, in the other one we retained the changing categories while aggregated non-changing categories and ones with negligible changes, hence paying special attention for the changes of the study area. In case of Landsat imagery we applied supervised classification and assigned visually well interpretable main categories.

We aimed to demonstrate that the widely popular manner of calculating agreement between the real and simulated map is an inappropriate method for the purpose of model validation, because it may give false-positive results. We recommend another index which can already be found in relevant scientific literature, but has not been spread yet. This index eliminates the effect of the high ratio of persistence by focusing on only the agreement between the changes in the real and simulated land cover map.

Our case studies highlight the real and simulated changes, the persistence, and the results of different validation methods in various study areas that may help the scientists rethink their approach to this specific modelling task.

The research was supported by the European Union and the State of Hungary, co-financed by the European Regional Development Fund (EFOP-3.6.1-16-2016-00022).

Különböző magassági alapszintek használata a kataszteri munkák során

Varga Zsolt[1] – Czédli Herta[2]

[1] adjunktus, DE MK, Építőmérnöki Tanszék, vzs@eng.unideb.hu;
[2] főiskolai docens, DE MK,Építőmérnöki Tanszék, herta.czedli@eng.unideb.hu

Absztrakt: A magasságmérések a sajátos célú földmérési munkák során is egy magassági vonatkozási rendszer alkalmazása révén valósulhatnak meg. A vonatkozási rendszer a szintfelületből és a magasságok fizikai megvalósulását megtestesítő alapponthálózatból áll. A magasságmérés során a választott szintfelület és a magassági alappontot érintő sík közötti távolságot határozzuk meg a ponton átmenő függővonal mentén. A magasságok méréséhez Magyarországon az idők során több vonatkozási rendszert alkalmaztak és alkalmaznak manapság is. Jelen vizsgálatunkban azt mutatjuk be, hogy a napjainkban használatos alapszintek különböző mérési módszerekkel való alkalmazása milyen ellentmondásokhoz vezethet.

Bevezetés

Magyarországon a 18. századtól végeztek helyi jellegű szintezési munkákat. Az első, egész országra kiterjedő szintezési munkát a bécsi Katonai Földrajzi Intézet katonatisztjei hajtották végre 1873 és 1913 között. A mérések során az Oszták- Magyar Monarchia területén hét magassági főalappontot létesítettek, melyek közül a Velencei-hegységben, Nadap község határában lévő főalappont esik csak Magyarország jelenlegi területére. Az alappontok magasságait a trieszti Molo Sartorio mareográfjával mért adriai középtengerszinttől szintezéssel határozták meg. A mareográf 9 hónapnyi mérésének középértékét tekintették nullának, majd ehhez képest határozták meg a mólón állandósított 1-es számú szintezési csap magasságát, ami 3,3520 méterre adódott. Ehhez képest vezették le a nadapi főalappont magasságát is (Busics Gy. 2014).

A méréseket azonban komoly hibák terhelték, melyek megismétlésére az első világháborút követően a megváltozott országhatárok miatt nem volt lehetőség. Ezért a hibás adriai magasság változatlanul hagyása mellett, annak elnevezését változtatták meg. Így a magyar magassági alapponthálózat szintfelülete az a felület lett, amely a nadapi főalappont alatt 173.8385 méterre helyezkedik el. Ennek következtében az adriai magasságot felváltotta a nadapi magasság elnevezés (Krauter A. 2007).

Ez a szintfelület 1960-ig volt Magyarország magassági alapszintfelülete, de ma is az ország összes szintezési hálózatának ez a főalappont a kiinduló abszolút magassága. Mivel azonban a katonai szintezési hálózat mérési jegyzőkönyvei Bécsben maradtak, valamint a politikai helyzet is megváltozott, ezért szükség volt egy új szintezési hálózat létrehozására. Ez volt második országos szintezési hálózat,

mely kiépítése 1921-től kezdődött. A munkákat Gárdonyi Jenő irányította, így a hálózatot "Gárdonyi" hálózatnak is nevezik. A munka befejezését megakadályozta a második világháború, melynek következtében a pontok több mint a fele elpusztult. Ezért egy harmadik szintezési hálózat létrehozása vált szükségessé. A munka 1948-ban Bendefy László irányításával kezdődött meg, így a hálózatot "Bendefy" hálózatnak is nevezik. A munka során a korábbi szintezések megmaradt pontjait is felhasználták és új magassági főalappontot is meghatároztak Nadap II név alatt. Erre azért volt szükség mert a Nadap I főalappont állandósítása nem elégítette ki a pontossági követelményeket. (Egyszerűen nem lehetett megállapítani, hogy az eredeti pontjelölésnek melyik a legmagasabb pontja.) A Nadap II főalappont magasságát a Nadap I főalappont magasságától mérték és állandósították a pontot, a tőle néhány száz méterre lévő gránittömbben.

A "Bendefy" hálózat teljes kiépítése még be sem fejeződött, amikor 1958-ban rendelet jelent meg, melyben a balti alapszint kizárólagos használatát írták elő.

Mivel a balti alapszint 0,6747 méterrel magasabban helyezkedik el a nadapinál, így az áttérés annyit jelentett, hogy a nadapi magasságokat az előbbi értékkel csökkentették (Busics Gy. 2013).

1970-ben korszerű magassági alapponthálózat létrehozását kezdték meg, melyet a kéregmozgási hálózat hiánya hívott életre. Az új hálózat az Egységes Országos Magassági Alapponthálózat (EOMA) elnevezést kapta. A hálózatot a Nadap II alappont magasságából vezették le, melynek alapszintfelülete a pont függővonalán mérve 176.23382 méterrel fekszik pont érintősíkja alatt. Tehát az EOMA szintfelülete is a balti alapszint. Az eltérés a Nadap I alappontra vonatkoztatott balti alapszinthez képest abban áll, hogy a két pontból (Nadap I és Nadap II) levezetett hálózatok meghatározását eltérő időben végezték, eltérő mérési hibák terhelték, a számítási és kiegyenlítési feltételek is eltérők voltak, valamint a felszínmozgás következtében létrejött pontmozdulás is különböző volt. Így az új hálózat mérése és kiegyenlítése (EOMA) nem eredményezett ugyanakkora magassági értékeket, mint a Nadap I alappont balti alapszintjére vonatkoztatott pontok magasságai. A két hálózat alapszintje tehát ugyanaz a balti alapszint, de alappontjainak magassági adatai eltérők és az előbbi okok miatt ezen eltérések nagysága is változó, vagyis egy konstans mérőszámmal a szintkülönbség nem fejezhető ki, ellentétben a nadapi és balti alapszintek közötti különbséggel, ami egy állandó értékkel (0.6747 m) meghatározható (Katona J. 2014).

Mivel a két hálózat magassági adatai eltérők, így megnevezésükben is meg kell őket különbözetetni egymástól, ezért a gyakorlatban az alakult ki, hogy az egyiket EOMA magasságnak, a másikat (Bendefy hálózat pontjait) pedig Balti magasságnak nevezik. A megkülönböztetés az EOMA hálózat pontjai pontleírásain is megjelenik, melyen közlik a pont EOMA magasságát, a megjegyzés rovatban pedig (amennyiben van a pontnak másik hálózatbeli magassága is) "*Azonos: a pontszáma (Balti: magasság méterben)*" olvasható, ami a Nadap I ponttól számított magasságot jelenti.

Adat és módszer

Az ily módon, a pontleírásokon dokumentált magassági értékeket használjuk a szintezéssel történő magassági meghatározások során a napi földmérési gyakorlatban. Az optikai szintezéssel egyszerűen és gyorsan tudjuk, mm pontosan meghatározni a felmérési alappontjaink magasságát a munkaterület közelében lévő országos alappontok felhasználásával. Jelentős hatással a mérésre (a szintezés szabályainak maradéktalan betartását feltételezve) az alapponthálózat megbízhatósága lehet. Amennyiben nincs országos magassági alappont a munkaterületünk közelében, úgy más technológiával vagyunk kénytelenek meghatározni a felméréshez szükséges alappontjainkat. Ezt leggyorsabban műholdas helymeghatározással végezhetjük, melynek során ellipszoidi magasságokat határozunk meg. Az ellipszoidi magasságokról VITEL (Valós Idejű GNSS Helymeghatározásnál Használatos Terepi Transzformációs Eljárás) 2009 vagy VITEL 2014 transzformációval térünk át a tengerszint feletti magasságokra, vagyis az EOMA-ra. A két transzformáció között az a különbség, hogy a 2014-es transzformáció az ország egyes területein tapasztalható magassági ellentmondásokat csökkenti, az Y;X koordinátákra nincs hatással.

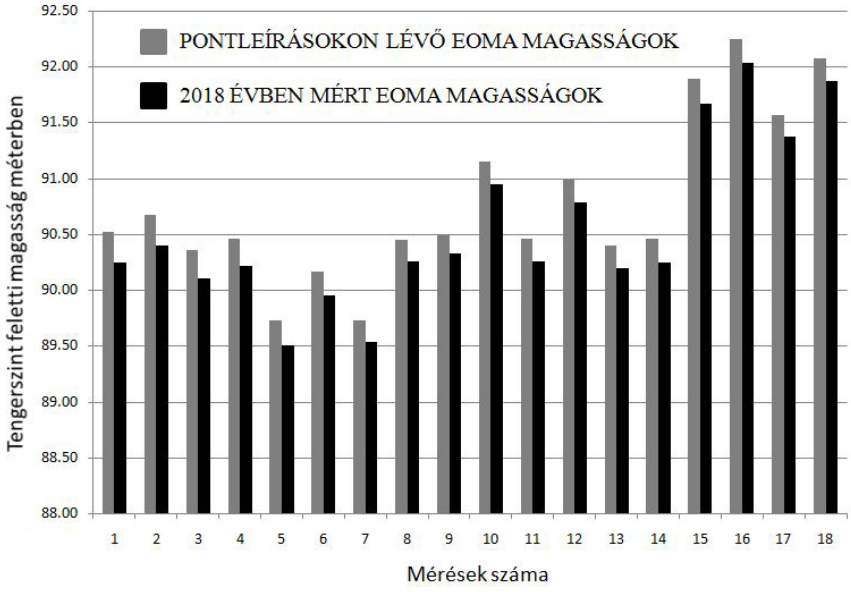
A vizsgálat során Hajdú-Bihar megye területén véletlenszerűen kiválasztott EOMA hálózatbeli magassági alappontok kerültek meghatározásra hálózati RTK módszerrel. A GPS mérések az egyes pontokon 180 epocha mérési időn keresztül tartottak. A mérések során MAC (Master Auxiliary Concept) és VRS (Virtual Reference Station) megoldások kerültek alkalmazásra. A transzformáció minden ponton mind VITEL 2009, mind 2014 eljárással megtörtént.

Eredmények

A vizsgálat során a különböző koncepciók között szignifikáns eltérés nem volt kimutatható. A FÖMI által közzétett, VITEL 2009 és 2014 transzformációk magasságkülönbség térképe alapján a mintaterületen néhány cm-es eltérés volt várható a két eljárás között, de az eredmények lényegében azonosnak lettek.

Amennyiben feltételezzük, hogy az alkalmazott hálózati RTK technológiával meghatározott pontok ellipszoid feletti magasságainak pontossága a 0–2 centiméteres intervallumban van (a megoldás jellemző ponthibája), valamint a VITEL 2014 szoftver által használt transzformációs modell a vizsgált területen szintén 0–2 cm-es hibát okoz, úgy az adott (pontleírásokon szereplő) értékek és a vizsgálat során mért értékek között maximálisan 0–4 cm-es eltérések várhatók. A statisztikai számítások alapján azonban az előbbiektől nagyságrenddel nagyobb eredmények keletkeztek (Kézi Cs.G. 2017). Az EOMA hálózat nyilvántartott és GPS-el mért magasságai különbségének maximuma 27, minimuma 16 cm-re adódott. A magasság különbégek a vizsgált pontokon közel azonosak, átlagosan 21 cm-es értéket mutatnak (*1. ábra*).

A GPS-el meghatározott magassági értékek, valamint a szintezett EOMA magasságok mérési és számítási módszere ugyan eltérő, de a gyakorlati felhasználók



1. ábra Nyilvántartott és GPS-el mért magasságok eltérései

ugyanarra a szintfelületre vonatkoztatva értelmezik és használják (az elnevezésük is ugyanaz) azokat. Az eredmények alapján vizsgált terület kéregmozgása feltételezhető. Miután a különbségek átlaga (21 cm) jelentős mértékben meghaladja a megadott értéket (0–4 cm), így az feltételezhető, hogy a felszínmozgás következtében a pontok magassági helyzete megváltozott. Ezt támasztja alá Északkelet-Magyarország magassági alapponthálózatának függőleges elmozdulás meghatározása céljából végzett (három poligon) újraszintezésének eredménye is. Megállapítható tehát, hogy a vizsgált pontok süllyedése átlagosan 17–21 cm-es. Amennyiben a mintaterületen, az EOMA alappontok felhasználásával, szintezéssel határozzuk meg az új részletpontjaink egyrészének magasságait, a pontok másik részét pedig GPS-el mérjük, úgy a két mérés között az előbbi átlagos eltérés várható. Sem a GPS-el végzett magasságmérések, sem pedig a magassági alapponthálózat felhasználásával végzett optikai szintezés nem ad pontos megoldást. A GPS-el történő meghatározás minősége növelhető lenne ha egy pontosabb geoid modell és transzformáció állna rendelkezésre. A szintezéssel való meghatározást csak az EOMA hálózat újra mérésével lehetne pontossá tenni.

Összefoglalás

Ha az EOMA hálózat pontjait használva szintezéssel határozzuk meg az alappontunk magasságát, úgy számolnunk kell azzal, hogy amennyiben a részletméréshez GPS-t is használunk, úgy a magassági adataink ellentmondásokat fognak tartalmazni. Az ellentmondások legnagyobb összetevője az EOMA hálózat

függőleges elmozdulásából származik. A vizsgált területen a pontok süllyedésének mértéke elérheti a 21 cm-t. Ekkora hiba egy magassági hálózatban nem megendhető, ezért kijelenthető, hogy az EOMA hálózata elavult. Ha munkánk során GPS-el mérjük a magassági alapponthálózatunkat, akkor célszerű azt, a pont kétszeri (új inicializálás melletti) és legalább 180 epocha időn át tartó mérésével meghatározni. Ezt követően a mérések átlagaként számíthatjuk a pont magasságát. Végül szintezéssel meghatározható (az előbbi alapponthoz képest) a többi alappont magassága. Így biztosítani tudjuk a hálózatunk magassági homogenitását.

Köszönetnyílvánítás

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.1-16-2016-00022 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalomjegyzék

Busics Gy. (2014): A vonatkoztatási rendszerek és transzformálásuk néhány kérdése. In: Márkus B. (szerk.) Térinformatika 2014: 20 éves a Térinformatika Tanszék. 400 p. Konferencia helye, ideje: Székesfehérvár, Magyarország, 2014.12.15, Székesfehérvár: Óbudai Egyetem, Alba Regia Műszaki Kar, pp. 21–30.

Busics Gy. (2013): Adalékok a nadapi szintezési főalappontok történetéhez. Konferencia helye, ideje: Magyarország, Székesfehérvár: Nyugat-magyarországi Geoinformatikai Főiskolai Kar, 82 p.

Katona J. (2014): Land Consolidation Based on GIS In: Orosz Gábor Tamás (szerk.) 9th International Symposium on Applied Informatics and Related Areas – AIS2014. Konferencia helye, ideje: Székesfehérvár, Magyarország, 2014.11.12 Székesfehérvár: Óbudai Egyetem, pp. 49–52.

Kézi Cs. G. (2017): Bevezetés a magasabb szintű matematikába és alkalmazásaiba. Debrecen: Debreceni Egyetemi Kiadó, 111 p.

Krauter A. (2017): Geodézia,egyetemi jegyzet, Műegyetemi kiadó.

LOD-ok és az épületmodellezés

UAV-s felmérések a Lechner Tudásközpontban

Weszelovits Gergő[1] – Deák Márton[2] – Sik András[3]

[1] távérzékelési és földmérési szakértő, Lechner Tudásközpont, gergo.weszelovits@lechnerkozpont.hu
[2] alprojektvezető, Projekt Koordinációs Igazgatóság, Lechner Tudásközpont, marton.deak@lechnerkozpont.hu
[3] igazgató, Térbeli Szolgáltatások Igazgatóság, Lechner Tudásközpont, andras.sik@lechnerkozpont.hu

Abstract: Today the connection between BIM and GIS is a really important question to answer, to improve the 3D building model based GIS systems. To develop some solutions, Lechner Knowledge Center uses UAV mapping system with photogrammetry processing to collect 3D data about large areas, and uses the data to create city models to invent analyzing methods. The Level of Development term contains the Level of Detail and Level of Information, they describe the graphical and informational levels for building models. This paper shows, that a well specified LOD how can help the BIM-based analysis processes on multiple buildings in GIS systems.

Bevezetés

A Lechner Tudásközpont fő feladatai között szerepel az építészeti és területi tervezési támogatás. A tervezők munkájának támogatása érdekében különböző távérzékelési technológiákkal végzünk háromdimenziós adatgyűjtést az épített környezetünkről, az így előálló pontfelhő alapú adatokat háromdimenziós modellekké alakítjuk és tesszük elérhetővé a tervezésben résztvevők számára.

Az UAV (Unmanned Aerial Vehicle), azaz pilóta nélküli légijármű által készített felvételek fotogrammetriai kiértékelésével háromdimenziós adatokat gyűjthetünk a vizsgált területről. A levegőből készített képek emellett a nehezen megközelíthető helyekről is információt nyújtanak az épület jelenlegi állapotáról, így felhasználásukkal teljes körű állapotrögzítés hajtható végre (Deák et al. 2017). A levegőből készített felmérés másik nagy előnye, hogy rövid idő alatt nagy területet fel lehet mérni, a képek fotogrammetriai kiértékelésével a teljes tervezési terület háromdimenziós pontfelhőként leképezhető.

A különböző távérzékelési módszerekkel előállított adatok alapján több módszerrel is létrehozhatunk 3D modelleket. Az egyik jellemző módszer a háromszög-felületelemekből álló felszínmodell generálása, mely közvetlenül a pontfelhő pontjaira támaszkodva ad a valóságot jól közelítő részletes háromdimenziós modellt. A másik általános modellezési módszer a szabályos geometriai testekből álló, kevesebb oldalszámú, idealizált modellek előállítása. Építészeti alkalmazásban többnyire utóbbi módszer a jellemző, az így elkészített épületmodellek az egyszerűbb geometriának köszönhetően könnyebben emelhetők át háromdimenziós térinformatikai rendszerekbe.

BIM – Épületinformációs modellezés

Az épülettervező építészek tervezési munkája már több éve teljes mértékben digitális alapokon nyugszik. Emellett pedig a távérzékelési módszerekkel készített pontfelhők kezelése már a legtöbb tervező szoftverben adott, így a legrészletesebb módon, az épület és terület-felmérési módszerek eredményeire közvetlenül támaszkodva végezhető el a háromdimenziós modellek előállítása. A kétdimenziós tervek előállítása mellett, egyre több építész foglalkozik az épület háromdimenziós szemléletben történő tervezésével, mely az első lépcsőfok a BIM-es (Building Information Modeling – Épületinformációs modellezés) feldolgozás megvalósulásához. A BIM alapú modellezés eredményeképpen a háromdimenziós épületmodell több, leíró tulajdonsággal rendelkező elemből áll össze, külön kezelhető a szerkezet, gépészet, belsőépítészet és egyéb modellek, valamint a leíró adatok segítségével költségvetési, folyamat-tervezési feladatokra is alkalmas. A napjainkban előálló épületmodellek sok esetben már a tervező szoftverben a felmért geodéziára, vagy georeferált (országos koordinátarendszerbe transzformált) pontfelhők alapján készülnek, így a háromdimenziós épületmodell valós földrajzi helye is egy újabb kapcsolatot teremt a térinformatikai implementáláshoz.

Az épülettervező építész munkája során egy vagy esetleg néhány épület van fókuszban, ezzel szemben a várostervező építész akár több száz épülettel foglalkozva végez elemzéseket és tervezési feladatot. A település szinten történő tervezési feladat magában foglalja a térképi vetületi alapú rendszerek használatát. Ebből következően a számítástechnikai lehetőségeknek megfelelően kell előállítani azt a háromdimenziós épületmodell-tárat, mely elég információt szolgáltat a nagy léptékű elemzések lefuttatásához, emellett grafikai megjelenítési igénye nem okoz nehézkes kezelést. A BIM modellek nagy előnye a részletességükben rejlik, azonban térinformatikai rendszerbe történő közvetlen integrálásuk a túlságosan nagymértékű információ és grafikai részletesség miatt nehézkes.

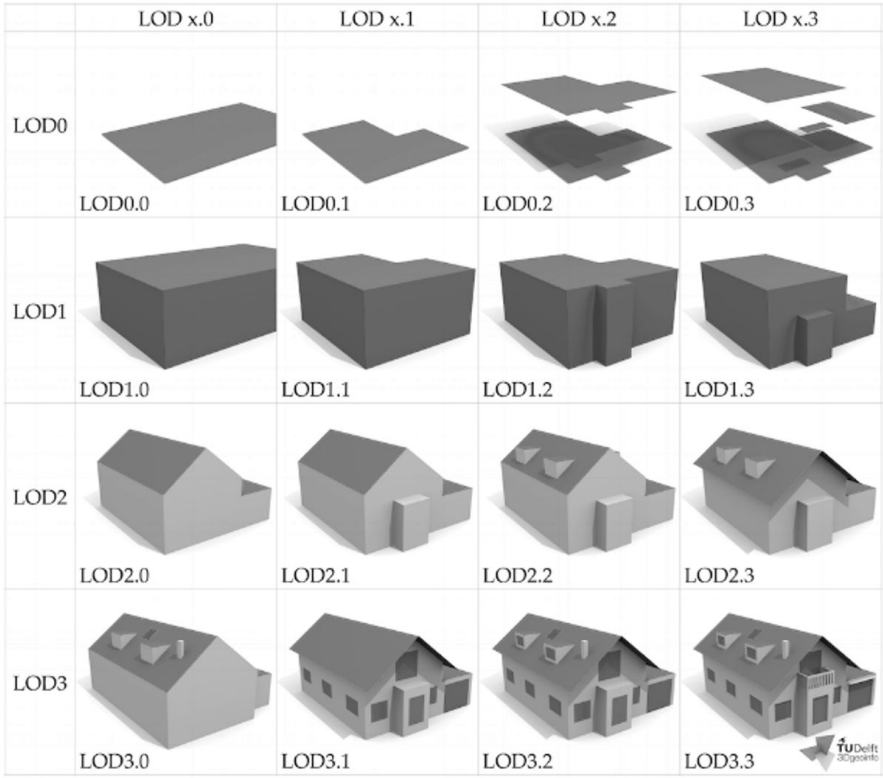
A BIM és a GIS kapcsolata

Struktúráját tekintve a BIM és GIS között felfedezhetünk hasonlóságot, hiszen mindkét rendszer esetében térbeli geometriai adatokhoz párosítunk adatbázis szinten leíró adatokat, melyek az objektumok tulajdonságait tárolják. Az elsődleges kapcsolatot az adott objektum (épület, épületcsoportok) térbeli helyzete biztosítja. Épülethez kötött adatok alapján jellemezhetjük az épülettömböket, térinformatikai oldalról pedig hozzárendelhetjük az építési övezet fajtáját, településnevet és egyéb információkat a létrehozott épülettömbökhöz. Az egyes rendszerekből érkező információk összerendezése egy komplex elemzésekre használható rendszert alkot, mely nagyban segíti a tervezők és térinformatikusok munkáját (Lellei et al. 2016).

LOD szintek definiálása

A térinformatikai rendszerben megjelenítendő modellek hatékony elemzéséhez elengedhetetlen a modellek LOD (Level Of Development) szintjének megfelelő definiálása (Deák et al. 2018). A Level Of Development tartalmazza a modell grafikai megjelenésének tulajdonságait, valamint az információtartalmának részletességét. A grafikus megjelenésre vonatkozó LOG (Level Of Geometry) definiálja, hogy a modellelemek milyen részletességgel kerülnek kidolgozásra. A grafikai megjelenésben a ház alapterületét jelző síklaptól a részletekben kidolgozott, ablakokkal, kiegészítő szerkezetekkel ellátott modellig léteznek megvalósulások.

A térinformatikai felhasználásra tervezett modelleknél a fenti besorolás szerint rendszerint LOD2.1 modelleket alkalmazunk, mely kidolgozott tetősíkokat és a kiegészítő épületrészeket tartalmazza (*1. ábra*). A LOI (Level of Information) tartalmazza, hogy a modell milyen részletességű leíró információtartalommal rendelkezik. Ez a modellezési szint nem látvány-orientált, az itt tartalmazott attribútum adatok elsősorban a térinformatikai lekérdezésekhez szolgáltatnak alapadatokat. A bemutatott két modellezési tulajdonság alkotja együttesen a Level Of Development modellszintet, melynek alapos meghatározásával a hatékony kezelést elősegítő épületmodell állományt hozhatunk létre.



1. ábra LOD szintek grafikai magyarázata (Internet1)

Felmérésből származó pontfelhő alapú LOD modellek

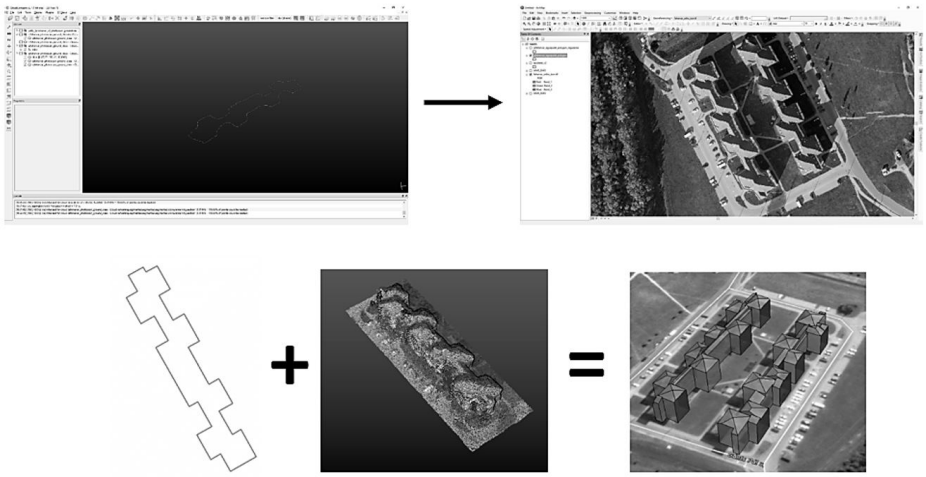
UAV felmérés képeinek kiértékeléséből nagy részletességű épületmodelleket alkothatunk. A korábban bemutatott modellezési eljárásokkal elérhetünk nagy LOG szintet mesh felületháló generálásával a pontfelhő alapján, több épület kezelésénél azonban az egyszerű alakzatokkal való modellezés könnyebb kezelhetőséget eredményez GIS környezetben. Az elkészített légifelvételek segítségével textúrát is leképezhetünk, melyeket egy egyszerűsített LOD2-es modellen alkalmazva az épületmodellnek valós megjelenítést kölcsönözhetünk kevés erőforrásigény mellett. A felmért állomány alapján a LOI szinthez is társíthatunk tulajdonságokat, mint például az épület méreteinek leírása, tájolás, földrajzi elhelyezkedés. Több épület egyidejű felmérése kevés időt vesz igénybe a modern távérzékelési módszerek használatával, azonban a modellek LOG és LOI részletessége nagyban meg tudja növelni a teljes épület-nyilvántartás létrehozására szánt időt.

Épületmodellezés pontfelhő alapján

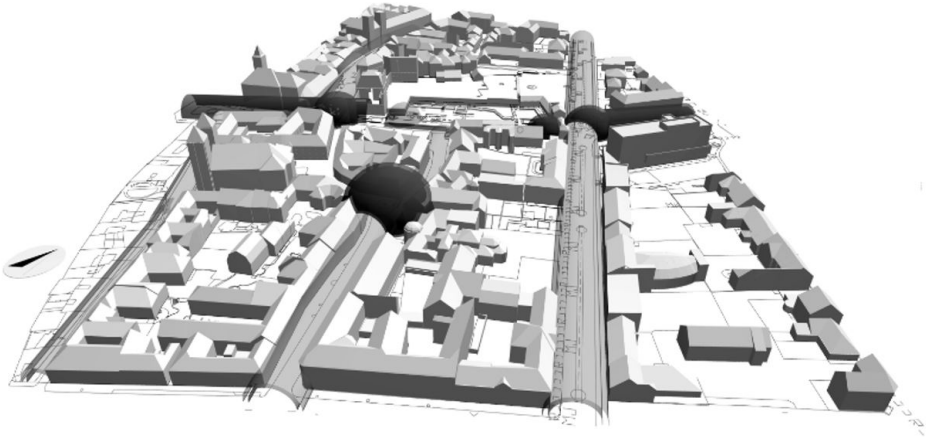
Lézerszkennelésből származó, nagy pontosságú és részletességű pontfelhő alapján számos műemlékvédelmi vagy tervezési feladat támogatható. A pontfelhőben bárhol vehetünk fel metszetet, így az épület bármely részéről visszafejthető kétdimenziós rajz, ezzel segítve az építészek munkáját. A Lechner Tudásközpont építész munkatársai a Károlyi-Csekonics Palota lézerszkenneres felmérése alapján készítettek kétdimenziós tervdokumentációt (Várnagy et al. 2016), mely a műemléki épület felújításánál fontos szerepet játszott.

Az UAV felmérésből származó fotogrammetriai eljárással készített pontfelhők hatékonyan alkalmazhatók épületcsoportok automatikus-félautomatikus modellezésére. A levegőből készített képek alapján készült pontfelhő csak a látható felszíni objektumokról ad információt, az épületek teljes körű felmérése nem oldható meg ezzel a technológiával úgy, mint a földi lézerszkennelésnél. A pontfelhőben található épületek háromdimenziós modellé alakítása fontos, hogy minél automatikusabban történjen, így a kiértékelésnél egy teljes városrész épületállománya gyorsabban előállítható, mint manuális munkával épületenként. Tapasztalataink szerint, hatékonyan működő teljesen automatikus megoldás még nem létezik, de az alább ismertetett félautomatikus kiértékelés segítségével jelentősen meggyorsítható a modellezés folyamata (*2. ábra*).

A kiértékelés első fázisában az elkészült pontfelhőről vízszintes metszetet készítünk a homlokzat magassági tartományán belül, a kapott pontfelhő metszetet pedig idealizált alakra alakítva megkapjuk az épület körvonalának geometriáját. A kidolgozott törtvonal és az eredeti pontfelhő alapján városmodellező szoftverek segítségével megtörténik az épület határoló falainak extrudálása és a tető geometriájának kialakítása. Az extrudálás mértéke és a tetősíkok elhelyezkedése mind a pontfelhőre készített regressziós síkok segítségével előállított automatikus



2. ábra Félautomatikus épületmodellezési módszer



3. ábra Zajszint térbeli elemzése városmodell alapon

adatok, melyek például a RANSAC algoritmus alapján (Scnhabel et al. 2014) állnak elő. Az ellenőrzés során átlagosan a teljes állomány 10 %-án kell manuális korrekciót alkalmazni, ezekben az esetekben a túl zajos, vagy ritka pontfelhő okozza a hibásan leképzett geometriát.

Térinformatikai elemzések városmodelleken

A távérzékelt adatokból levezetett háromdimenziós épületmodellek számos térinformatikai elemzéshez szolgáltatnak olyan adatot, melyekhez nem lenne elegendő egy kétdimenziós térképi alap. Az egyes épületekre vonatkozó egyedi osztályozások (mint pl. energetikai információ) segítségével tematikus háromdimenziós nézeteket

hozhatunk létre, az egyedek tulajdonságait átlagolva pedig épülettömbökön végezhetjük el a vizsgálatokat. A térbeli információkat kihasználva az objektumok geometriáján alapuló (nem attribútum alapú) elemzéseket is végezhetünk, ez megfelelő megoldás lehet a napelemek elhelyezésének vizsgálatához a tetősíkok tájolásának tematikus lekérdezésénél (Szabó et al. 2016). A térbeli elemzések során létrehozhatunk háromdimenziós alakzatként pufferzónákat (*3. ábra*), melyek kölcsönös hatásban vannak a körülvevő épületállománnyal.

A megjelenített alaptérkép vagy kapcsolt GIS rendszerek segítségével (pl. e-közmű), vizsgálhatjuk az épületekre vonatkozó infrastruktúra jellemzőket is.

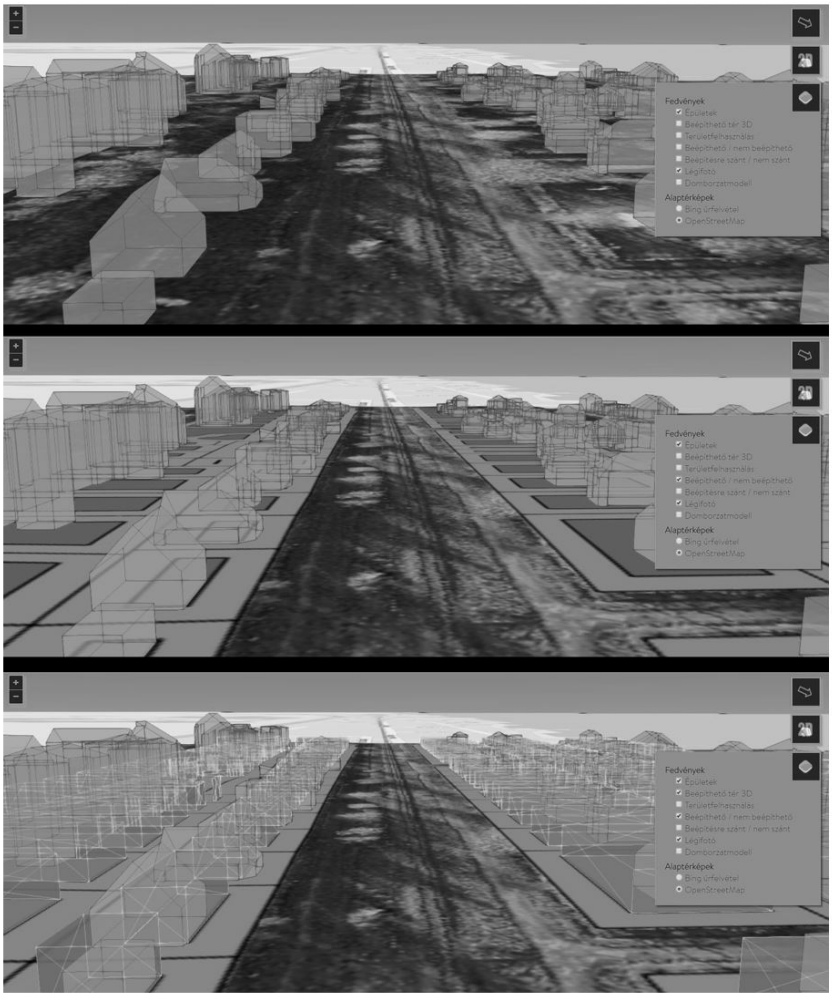
Számos nemzetközi példa létezik háromdimenziós városmodellek alkalmazására (példa: 3D Prága – https://app.iprpraha.cz/apl/app/model3d). A rendelkezésre álló térbeli adatok megfelelő alapot adnak a következő elemzések számára is:

- településkép-védelem
- robbanásmodellezés
- lefolyásvizsgálat
- hősziget, zajszennyezés térképezés
- fa és kéménykataszter
- okos város megoldások
- település üzemeltetés
- önvezető járművek navigációs rendszereinek támogatása
- helyi közösségek bevonása a tervezési folyamatokba

A háromdimenziós épületállomány használható hatósági ellenőrzési és településtervezési ütközésvizsgálati feladatokra is (*4. ábra*). A vizsgált terület hatályos helyi építési szabályzata alapján leképezhetjük azokat a befoglaló hasábokat, melyek az adott földrészleteken a beépíthető térbeli geometria határait jelzi. A modellezett épületállományt elhelyezve térbeli ütközésvizsgálatot hajthatunk végre, így ellenőrizhető a meglévő állapot, valamint tervezés elősegítéséhez is hasznos információt adhat a rendszer a tervezett épület kiterjedésére vonatkozóan.

Városmodellek a mindennapokban

A távérzékelt adatokból származó háromdimenziós városmodellek már bárki számára elérhetőek napjainkban, az átlagos felhasználó számára például úticéljának pontos megközelítéséhez, megismeréséhez szolgáltathat rengeteg információt. Ezen túlmenően városrendezési, fejlesztési és irányítási szinten számtalan hasznos térinformatikai elemzésnek vethetjük alá az épületmodell állományt, vizsgálhatunk múltbéli, jelenlegi és jövőbeli állapotokat. Monitoring céllal egyszerűen végrehajtható újbóli felmérés adott időközönként UAV légijárművekkel, így folyamatos adatgyűjtéssel nyomon követhetjük a város épületeinek állapotát és hatását a környezetre, a megfelelő konklúziók levezetésével pedig javítható a lakók életminősége.



4. ábra Településtervezési ütközésvizsgálat a Lechner Tudásközpont demóján

Tervezéstámogatás céljából készített UAV felmérés alapú képanyagok, pontfelhők és modellek nagyban segítik a tervezésben résztvevők munkáját. A Lechner Tudásközpont a Gellérthegy és Szent György téri ötletpályázatnál is biztosította a teljes felmérési anyagot a pályázók számára, így látványok elkészítéséhez és tervezéshez használhatták az építészek az általunk készített 3D adatokat.

A bemutatott módszerek jelenlegi hátránya, hogy még nem született megoldás a modellek együttes, robosztus kezelésének hatékony kezelésére, valamint a nagy információtartalmú felmérési adatok automatizált kiértékelése is nehézkes. Ezeknek a módszereknek a kidolgozásán számos szakember dolgozik, a nemzetközi tapasztalatcsere pedig reményeink szerint hatékony rendszerek együttműködését fogja eredményezni néhány éven belül.

Felhasznált irodalmak

Deák M. – Kari Sz. – Vizi J. Cs. – Zagorácz M. – Sik A. – Riedel M. (2018): Photogrammetric UAV surveys in Architecture, In: ed. Casagrande, G. – Sik A. – Szabó G. (2018): Small Flying Drones, Applications for Geographic Observation, Springer, pp. 134–148.

Deák M. – Pesti M. – Riedel M.M. – Sik A. (2017): A fototípiától a drónfelvételig: Az MTA székháza, Mérnök újság, 1–2, pp. 37–40.

Lellei L. – Kari Sz. – Sik A. – Riedel M. (2016): BIM a térinformatikában, Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VII., Debreceni Egyetemi Kiadó, pp. 295–302., 2016. május 26–27., Debrecen

Schnabel, R. – Wahl, R. – Klein, R. (2007): Efficient RANSAC for Point–Cloud Shape Detection, Computer Graphics, 26 (I. 2), pp. 214–226.

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, pp. 3820–3829.

Várnagy Sz. – Deák M. – Harmath T. – Kari Sz. – Katona A. – Sik A. – Riedel M.M. (2016): Műemléképületek lézerszkenneres felmérésének módszertana és tapasztalatai, Metszet, 5., pp. 50–57.

Internetes források

Internet1 – https://3d.bk.tudelft.nl/

Using Surfer 9 and Terrain Modelling to Measure the Relative Accuracy of Interpolators and Contour Mapping

Ashna Abdulrahman Kareem Zada

Eötvös Loránd University\ Hungary, ashnazada85@caesar.elte.hu

Abstract: Digital Terrain Modelling (DTM) is valuable data source for many applications and it defines the earth surface in the sense of the 'bare earth' without human artefacts such as building or bridges and without vegetation (Cooper et al. 1986). In GIS, surfaces are generally used to receive the increasing attention because of its importance in topographic analysis (e.g., quantification of surface depressions) and modelling. The aim of this research is to examine the effect of applying different interpolation algorithms on the accuracy of digital terrain model using different densities of data. For this reason, three different interpolation algorithms will be considered, in term of performance and accuracy. The random and the systematic error will also be viewed in relation to data density.

Introduction

In GIS, surfaces are widely used to demonstrate the environmental and earth science based phenomenon. Surface can be defined as the any continuous data that has a certain value at every location and its values change over the space for example elevation, temperature and population density etc. and it is very difficult rather it is impossible to calculate their values at every point therefore the user use the continuous phenomenon to calculate its value such as contour lines for elevations. Also, Digital Terrain Modelling (DTM) are used to describe the variables that relate to a topographic surface such as digital elevation data (DEM) which are the finite number of reference point. DEM also has three-dimension coordinates (x, y, and z) in an orthogonal coordinate system or two dimensional horizontal coordinates (x, y) and height (h) (Florinsky I.V. 1998). In order to create accurate and appealing maps with precise data sets, it is important to understand the overall processes and tools to increase the accuracy implied by interpolators. This is an important point that has to be considered while using DEM data or using any other data to create relief map. Smooth map, on the other hand is handy to view and provide preciseness and accuracy for some purposes. Similarly, a map like coarse can be more accurate in its actual values. The data analyst and the map maker while mapping needs to decide the manner to balance the different factors, which do not only rely over the final use of the map, but scale is also important. The most critical factor is the fact that methods which can incur error, for example standard deviation and mean cannot be used to measure the scales and datasets.

Aims and Objectives

With the aim of enhancement the accuracy of maps and data sets, three different methods including Kriging, Triangulation and Inverse Distance to Power are considered as useful studies. These three models are considered as the most accurate amongst all the mentioned methods. Although, the standard software used for, like Surfer 9, is not the best available option for these methods. Yet again, as compared to standard deviation and mean, these three methods yield better and accurate results. Based on the data collection method and data point density, each interpolator was used to create a 0.25 m grid.

Results and Discussion

From the below table, it can be observed in the mean value of residual statistics, is a systematic error. The magnitude however, has changed significantly with the interpolator. The only possible and logical explanation for the error is the fact that the GPS was carried over the ground roughly at the distance of 5 to 10 cm because GPS techniques have increasingly been used to monitor slope movements, both as a complement to conventional surveying methods and as a valid alternative to them. This resulted in creating a Z value, and therefore systematic error was generated. The generation of systematic error in the process of data gathering reflects a fundamental flaw of Inverse Distance to Power as an interpolator. Considering the mean value at 0, then it can be assumed that all errors are at random. However, this cannot be achieved, as the survey pole should then require digging into the ground in order to balance the error from the beginning. Triangulation and Kriging, on the other hand, represent similar mean values and standard deviation, and the critical element occurs when mean values are judged to close to the mean, and then the distribution relatively becomes even.

Simply observing the statistical values, it can be observed that Triangulation along with the linear interpolation is the most suitable option for creating a grid, hence supporting the dataset for DEM (Murat Y.H. 2006). When all the three grids are observed on the contour map screen, Kriging appears to be the best as shown on *Figure 1*. The results generated by contour were smooth and natural as compared to the structure created by the Triangulation. The results of Inverse Power to Distance,

Table 1. The following table represents the values statistically created for analysing the residual values between the interpolated grids. Data is being created with the help of control survey and taking extra care for high precision

	Kriging	**Triangulation**	**Inverse Distance to power**
Mean	0.060666	0.058879	0.02768
Standard deviation	0.099456	0.094616	0.126592

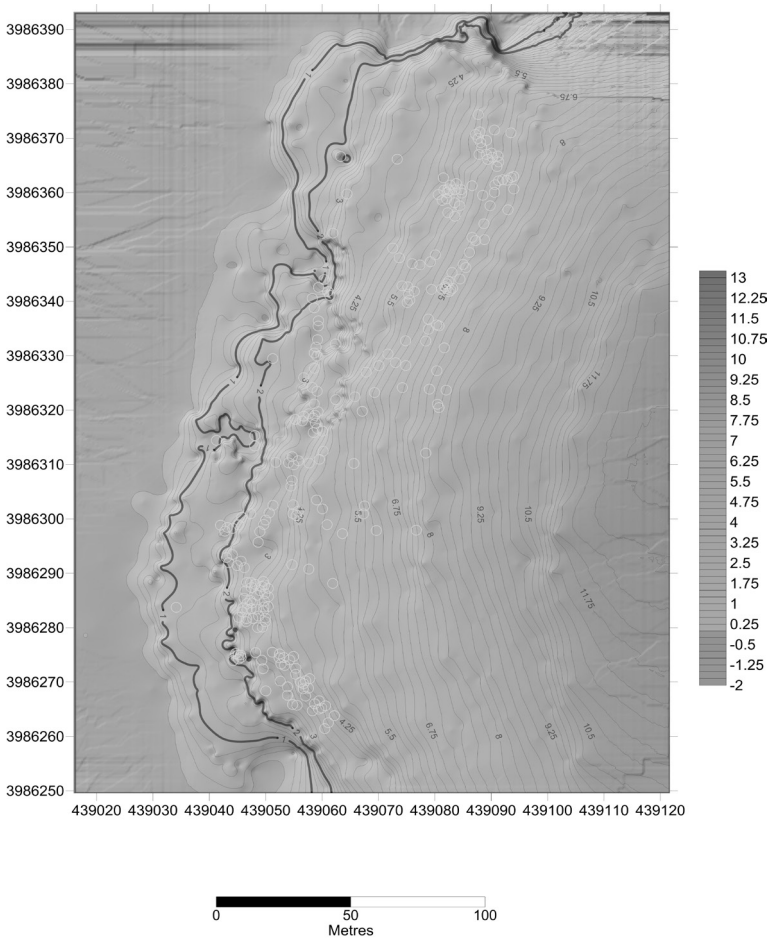


Figure 1. Created using GPS surveyed data and interpolated DEM of the Ghar Ghana applying a method of Kriging. Orange circles indicate the location of boulders in the survey area

however, initially looked similar to Kriging. Anyone viewing the results can clearly identify measurement points in the datasets as 'blobs' in the landscape. This is the reason that interpolators require thorough assessment based on the aesthetics and accuracy. As with all the mapping outputs, the final use determines which way this balance is weighted. In order to realize that how systematic error influenced the overall accuracy of the dataset, the mean was deduced from the original data and Kriging was run again. As a result, the standard deviation rose in the process, and resulted in the value of 0.099497. From this angle, it can be said that mean error was not of that significance, as one could assume. In fact, treating it as a constant and deducing it resulted in high number of random errors in the system.

However, when dataset is observed as a whole, the standard deviation still makes a minute difference. Standard deviation, when was calculated for Triangulation

Table 2. This table represents the statistical analysis of the residual values between the control data and interpolated grid. The grid is being constructed from the original Z values minus the mean values that are calculated in the first interpolator run. Mean values from the first run can be seen in the top row in each interpolator used

	Kriging	**Triangulation**	**Inverse Distance to power**
Mean	0.00003	0.00006	0.000154
Standard deviation	0.099497	0.094587	0.126573

data, it changed significantly to 0.094587. The similar case is true for Inverse Distance to Power, in which the figures changed to 0.126573. From all the results, it is observed that the systematic error was indeed systematic error, and therefore was largely separated from the random error.

Conclusion

During the entire course of this project, it is visible that there is no single interpolator that can be used to solve all the issues. Kriging has more aesthetic approach towards the datasets as compared to Triangulation. However, Triangulation is highly accurate. Inverse Distance to Power is the least accurate amongst all the methods used. It yields least accuracy when standard deviation is used. The accuracy of different interpolators used can be improved by using break line data. As far as this example is concerned, it has worked straight into the datasets instead of being stored in a separated break line file that is readable by Surfer 9. Kriging is the only one which tends to account the break lines when worked into the datasets. The other two methods, Triangulation and Inverse Distance to Power seem to ignore it during calculations. While summarizing, it can be said that interpolators created a calculated image of Z values only. These values are created around the known values, and therefore will represent some sort of random error.

References

Cooper, P. R. – Friedmann, D. E. – Wood, S. A. (1986): The Automatic Generation Of Digital Terrain Models From Satellite Images By Stereo. Earth Remote Sensing Using the Landsat Thermatic Mapper and SPOT Sensor Systems.

Florinsky, I.V. (1998): Combined analysis of digital terrain models and remotely sensed data in landscape investigations. Progress in Physical Geography, 22(1), pp. 33–60.

Murat, Y.H. (2006): The effort of interpolation methods in surface definition [Electronic Version]. Journal of intersclence, 32, pp. 1346–1361.

Challenges in urban traffic navigation

Marianna Zichar

associate professor, University of Debrecen, zichar.marianna@inf.unideb.hu

Abstract: Moving is a usual and frequent activity of our life that is why it is considered one of the main flagships of initiation called smart city. The need and also the first appearance of assistance for road navigation preceded the smart city movement, but results can be enhanced toward the meet special requirements in urban environment. The aim of this paper to draw the attention to the complexity of urban traffic navigation and to identify potential fields for further research by highlighting new aspects to be considered.

Introduction

Moving belongs to the daily routines of most people. We have to go to work, children attend schools, somebody from the family has to do the shopping, we like meeting friends, going out, etc. While the mentioned forms of moving concern mainly a local area of our living place, navigation is often associated to long-distance driving. The appearance of smart city concept and the intensive spreading of mobile devices have changed this traditional interpretation of navigation and put it into new context where new aspects are considered as well.

The smart city concept refers to a set of innovative solutions developed for challenges that urban dwellers may face in the 21st century and that can improve the quality of their life. This umbrella term includes several things such as smart infrastructure, use of data and information in an intelligent way, citizens' voluntary participation as data providers, and entrepreneurship in a partnering format (Desouza K.C. 2014). Since the topic covers a really wide range of fields, the number of researchers and papers dealing with it is really high and the topic itself is of great importance nowadays.

To have an overall impression, the paper of Pick (Pick J.B. 2017) is suggested to read where three interesting examples are detailed while it also provides a survey on the expanding prevalence and a wide variety of smart city features. Smart solutions that are discussed with pointing out their benefits as well:

- Airbnb and sharing economy in Los Angeles
- Car-sharing decision making in Amsterdam and Berlin
- Applying geographical information system for corporate and government planning renewable energy in Coachella valley California

As it is indicated in the title, this work focuses on only one subtopic of smart city concept, which is urban transportation especially urban traffic navigation, so for

further general information other readings are recommended (Albino et al. 2015; Dawe S. – Sankar C.S. 2016).

Urban traffic

The urban population has been growing dramatically implying the need for sustainable solutions in urban traffic (May 2013). The ways to move in a city is rather manifold. One proposal for the comprehensive classification based on the used vehicle is demonstrated in *Table 1*. where subclasses are located to the right of their superclasses.

The simplest way to move is when we do not use any vehicles at all. Nevertheless, moving by wheel-chair is also classified into this group, because pavements are used primarily to move just like in the case of walking. Considering navigation issues, British researchers experienced a need for special maps tailored to individual abilities, because interpretation of barriers varies person by person. The authors developed a GIS network model for creation of accessibility maps for wheelchair users (Beale et al. 2006). Their model was put in use and tested as well with promising results. This paper made me think on inserting a new row in *Table 1*. for blind pedestrian too. Do they need special maps containing information on special pavement signs that help their orientation?

In the case of using vehicles I made distinction between two groups based on the owner of the vehicles. Category labelled by attribute 'shared' refers that the vehicle is public. More and more cities offer bikes as a shared service, while in some cities (for example in Paris) public car-sharing systems operate as well. The main constraints of these services:

- the location of docking stations
- availability of real time information on the number of free vehicles per docking points
- availability of real time information on the number of free docks per docking stations to return the vehicle.

Table 1. Ways to move in a city

No vehicle	walking		
	wheel-chair		
By vehicle	shared vehicle	public transportation	
		public bike or car -sharing	
	private vehicle	bicycle	
		motorbike	
		car	electric car
			gas car
			others

In the case of pedestrians and cyclers elevation can be also of high interest in order to avoid hills or slopes if it is relevant in the city. Special offline, turn-by-turn navigation for e-bikers is also under development using OSM data and aimed to provide an absolutely clear route suggestion in form of a map having information on bicycle lanes as well (Wei et al. 2018).

The traditional public transportation does not need to be introduced. In urban environment buses, trams, trolleys and subways can serve the inhabitants. Their paths and scheduling are fixed, although in the case of buses temporarily detours can be done with ease. When suggesting a route by public transportation the following constraints are met:

- location of stops and stations are fixed
- need for change to another line can occur (even between different types of vehicle which can imply some walking too)
- not negligible walking may be needed to reach stops from your real departure position
- in spite of the timetable the vehicle can be late (e.g. due to congestions) which may influence the change
- travelers can have preference which type(s) of public transportation to use.

Transport companies usually operate online applications on different platforms to facilitate the route planning, but their complete functionalities can differ. Some of them can use online traffic information to suggest a route, while others work with recorded data.

The most typical private vehicle types are bicycles, motorbikes or cars. In the first case we assume that cyclists keep the rules and use only bike lanes separated or built for them. Navigation needs then information about bike lanes and also places in the city where bicycles can be locked.

Urban traffic navigation for cars

Basically, car navigation is associated to determine a route between two settlements, although finding your way within a settlement can be also hard. The appearance of *smart city* concept gave a new interpretation to urban navigation and directed the attention to the differences between the urban and road traffic. This section makes an attempt to highlight related research that can be of high interest and also proposes new aspects as further directions to investigate.

First let us consider a simplified model where the task is to calculate a route between two points of roads. The most frequent navigation tasks are determine the shortest or the fastest route. Several (proprietary and free) GIS offer tools for these kinds of computations where directions, cost of taking a road, cost of passing through a crossing influence the computation.

Researchers from Sweden introduced a novel approach to computing the fewest-turn map directions or routes based on the concept of natural roads. According

to them "*natural roads are joined road segments that perceptually constitute good continuity*" (Jiang B. – Liu X. 2011). Due to the connectivity of natural roads the derived routes possess the fewest turns. Eight urban street networks from North America and Europe were tested to justify the statement. The experimental results of the authors proved that the fewest-turn routes suggested by their algorithm possess really fewer turns and shorter distances than the simplest paths and the routes provided by Google Maps. They found that for example, the fewest-turn-and-shortest routes are 15% shorter in average than that of computed by Google Maps, whereas the number of turns is just half as much. Their approach has been already put in practice as a key technology of FromToMap.org, which is a web mapping service based on OSM data. The paper also shares the pseudo code of the recursive algorithm.

American researchers made a comparative analysis of routes generated by different Web Mapping APIs (WMAs). Nowadays, several WMAs are available that generate different routes based on the same criterion for the same O–D pairs (O: origin, D: destination). The authors tested WMAs provided by Bing, Google, and MapQuest, and were looking for answers for three questions: positional accuracy of the used road maps, similarity of the proposed routes, and properties of the routes in the case of the same proposed route. In this last case route distance, driving duration, number of turns, and number of traffic lights were considered (Socharoentum – Karimi 2015). The experiment, during which 3160 distinct combinations of 80 road intersection points as O–D pairs for one-way trips were considered, showed that WMAs return different values of route attributes (such as driving duration) even if the routes are the same. The number of same and different routes showed a significant change when the shortest or the fastest route was calculated.

To improve the accuracy of any algorithm used for determine the fastest route I suggest to extend the set of influencing aspects with the following ones:

- Number of zebra crossing without or with a traffic light
  Even if there is no person crossing the road, the driver has to approach the zebra crossing carefully while decreasing the speed. In rush hours pedestrian can block the traffic in a lane causing congestion in the traffic in the lane.
- Temporary traffic signs
  In urban environment the chance to place a temporary traffic sign (such as temporary speed limit, warning sign) is larger. These signs definitely influence the calculated route between a given O–D pair.
- Number of lanes
  If inside a city there is a significant difference in the number of lanes throughout the city, then it has an impact on calculating the fastest route.
- Length of new lanes to make a turn
  The inappropriate length of a new lane inserted to make a turn can cause also a barrier for the cars in the neighboring lane.
- Separate lane for making a turn (with or without a traffic sign)
  The traditional network topology that is used to model network of streets

should contain all of these restrictions. Applying a wide range of weights associated to points can be a solution, but weights and also attribute data should vary depending on part of the day as well.

Speed in urban transport is influenced intensively by time periods that cars have to spend at street crossing equipped with traffic lights. Every second of unnecessary wait increases the amount of air pollution. Appropriate programming of traffic lights (including their synchronization) is crucial in urban area that is why accurate information about the scheduling of traffic lights should be implemented in navigation programs. Of course different scheduling is planned for weekdays and weekends, even within a day there may be changes.

In the practice moving cannot be considered as a homogenous process; it is rather a series of different types of moving. Cars have to be left in a car park which distance from our real destination can be relevant. After improvement of the simplified model, complex, so-called inhomogeneous models could be introduced which are capable of handling different ways of moving in one system. This would require new structures for data, efficient data retrieval processes and new algorithms too.

Conclusions

Traffic navigation and also urban traffic navigation is of high complexity. There are results for specific issues, but integrated general models are still missing. This work attempted to identify directions which could be followed to go on development in the field of urban traffic navigation.

Acknowledgement

The work/publication is supported by the EFOP-3.6.1-16-2016-00022 project. The project is co-financed by the European Union and the European Social Fund.

References

Albino, V. – Berardi, U. – Dangelico, R. M. (2015): Smart cities: Definitions, performance, and initiatives. Journal of Urban Technology, 22(1), pp. 3–21.

Beale, L. – Field, K. – Briggs, D. – Picton, P. – Matthews, H. (2006): Mapping for Wheelchair Users: Route Navigation in Urban Spaces, The Cartographic Journ smart city al, 43(1), pp. 68–81.

Dawe, S. – Sankar, C. S. (2016): Developing a smart city by operationalizing the co-creation of value model. Journal of Information Technology Case and Application Research, 81(1), pp. 37–49.

Desouza, K. C. (2014). The intelligent city. In P. Knox (Ed.), Atlas of Cities, Princeton, NJ: Princeton University Press, pp. 226–243.

Jiang, B. – Liu, X. (2011) Computing the fewest-turn map directions based on the connectivity

of natural roads, International Journal of Geographical Information Science, 25(7), pp. 1069–1082.

May, A. D. (2013): Urban Transport and Sustainability: The Key Challenges, International Journal of Sustainable Transportation, 7, pp. 170–185.

Pick, J. B. (2017): Smart cities in the United States and worldwide: A rich arena for MIS studies, Journal of Information Technology Case and Application Research, 19(3), pp. 133–144.

Socharoentum, M. – Karimi, H. A. (2015) A comparative analysis of routes generated Web Mapping APIs, Cartography and Geographic Information Science, 42(1), pp. 33–43.

Wei, C. C. – Lin, J. S. – Chang, C. C. – Huang, Y. F. – Lin, C. B. (2018): The Development of E-Bike Navigation Technology Based on an OpenStreetMap, Smart Science, 6(1), pp. 29–35.

From At Sensor Temperature to Land Surface Temperature: a case study of Novi Sad, Serbia

Ivan Zokvic[1] – Dragan Milosevic[2] – Boglárka Balázs[3] – Szilárd Szabó[3]

[1] University of Zagreb, Zagreb, Croatia
[2] Climatology and Hydrology Research Centre, Department of Geography, Tourism and Hotel Management, Faculty of Sciences, University of Novi Sad, Novi Sad, Serbia
[3] University of Debrecen, Department of Physical Geography and Geoinformatics, Debrecen, Hungary

Air temperature is a crucial element of the environment: it influences the rate of evapotranspiration, determines the life conditions of the organisms, has relevant effect on habitats, and has serious impact on urban environment. Continuous measurements are important to follow the changes and to reveal trends or factors contributing to a given status. Measurements are conducted with meteorological stations; however, their number and spatial distribution is limited by the characteristics of the environment and the financial possibilities. Another possibility is to exploit the thermal infrared bands (TIRS) of satellite sensors such as MODIS or Landsat. In this project we performed a calculation to transform surface radiance data of the Landsat 8 TIRS sensor to land surface temperature (LST). Our study site was Novi Sad (Serbia) where 27 meteorological stations were measuring the temperature with the accuracy of ±0.3 °C (reference data). We chose four days when intensive urban heat island developed and coincided with the Landsat image dates. We applied the L2A level Landsat data, which, in case of TIRS bands, meant Top of Atmosphere (ToA) radiometric correction. The "at sensor" values should be converted to land surface temperature; however, the transformation needs several steps. Emissivity was calculated based on the NDVI values and then we applied Weng's method to determine the LST. Next, we extracted the pixel values at the locations of the meteorological stations and evaluated the differences between the two types of temperatures. According to the robust Wilcoxon test for data pairs, the differences were not significant. Furthermore, the differences showed linear trend with the temperature; i.e. the higher the temperature on the surface, the higher is the difference related to the reference data. However, only differences showed this trend, regarding the data pairs there was no statistical relationship between the reference and the calculated temperature. The main reason can be that satellite based data showed the temperature of the surface, while reference data was air temperature. Revealing the causes of the difference pattern requires more analyses on the biasing factors (built-in-ratio, green areas, etc.).

The research was supported by the TNN 123457 and by the European Union and the State of Hungary, co-financed by the European Regional Development Fund (EFOP-3.6.1-16-2016-00022).

Reference

Weng Q. – Lu D. – Schubring J. (2004): Estimation of land surface temperature – vegetation abundance relationship for urban heat island studies. Remote Sensing of Environment, 89, pp. 467–483.

Területi és települési tervezést támogató rendszer (4TR) – avagy geodesign a közigazgatásban

Devecseri Anikó[1] – Juhász Géza Péter[2] – Sik András[3]

[1] vezető térségi tervező, Lechner Tudásközpont Nonprofit Kft., aniko.devecseri@lechnerkozpont.hu
[2] projektvezető, Lechner Tudásközpont Nonprofit Kft., geza.juhasz@lechnerkozpont.hu
[3] igazgató, Lechner Tudásközpont Nonprofit Kft., andras.sik@lechnerkozpont.hu

Abstract: Spatial planning determines the territorial vision and the development goals of the country, the counties and the towns and villages. It also defines the limits for the sustainable development and the spatial structure of technical infrastructure. In the following the 4TR spatial planning support system – which is under development – and its geoinformatical aspects are introduced.

Bevezetés

A Miniszterelnökség Építészeti és Építésügyi Helyettes Államtitkárságának szakmai háttérintézményeként működő Lechner Tudásközpont az építésüggyel kapcsolatos webes informatikai rendszerek fejlesztésével, építészeti és térségi tervezési dokumentumok gyűjtésével, térbeli elemzéssel, térinformatikai feladatok megoldásával és térségi tervezéssel kapcsolatos évtizedes tapasztalatának hasznosítása céljából több nagyszabású projektre vállalkozott. Fentiek közül a legtöbb szakterületet az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával, a KÖFOP-1.0.0-VEKOP-15-2016-00037 azonosítószámú, „3D alapú adat infrastruktúra kialakítása" című projekt keretében megvalósuló Területi és Települési Tervezést Támogató Rendszer (4TR) integrálja, a térségi tervezés webes informatikai támogatásának megvalósításával - többek között a tervek térinformatikai állományainak megjelenítésével, a tervdokumentumok, valamint a tervezéshez szükséges numerikus és térképi adatok hozzáférésének biztosításával.

A 4TR kialakítása jelenleg az alkalmazásfejlesztés fázisában tart és kb. 1,5 év múlva várható a végleges üzembe állítása. A rendszer alapvető célja olyan webes felület létrehozása, ami a területi és települési tervekkel kapcsolatba lépő különböző célcsoportoknak a szerepüknek megfelelő lehető legtöbb információt nyújtja, továbbá az egymásra ható területi és települési tervek teljes életciklusának támogatását biztosítja.

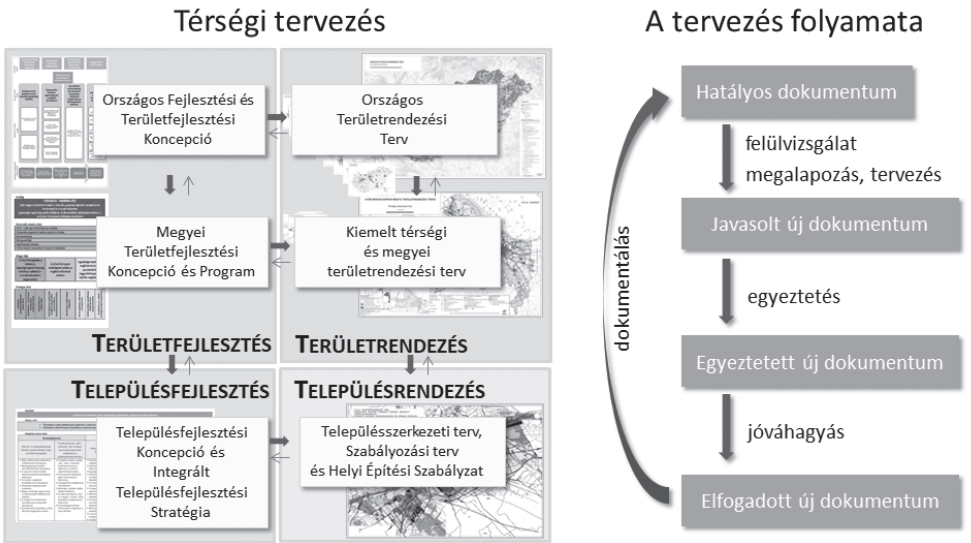
Területi és települési tervezés dióhéjban

A természeti, települési, gazdasági környezettel kapcsolatos igények teljesüléséhez megfelelő egyensúlyt kell kialakítani a különböző funkciójú területek (lakóhelyek, gazdasági-, zöld- és közlekedési területek) között. Ennek az

egyensúlynak a megteremtése a térségi tervezés (terület- és településrendezés, terület- és településfejlesztés) feladata. A fejlesztési dokumentumok az adott területi szinten meghatározzák a jövőképet, víziót, a fejlesztések irányait és céljait (ide értve az egyre fontosabbá váló okos városi törekvéseket is), a rendezési tervek pedig a célok eléréshez szükséges területi elképzeléseket, korlátozásokat térképi és szöveges előírásokban rögzítik. Pl. egy telekre vonatkozó előírások a Helyi Építési Szabályzatban (HÉSZ) találhatók meg, melynek térképi melléklete a szabályozási terv. Ez a helyi rendelet szabályozza többek között az építmények megengedett magasságát, vagy a telek maximális beépíthetőségét. A HÉSZ-t a települések önkormányzata készítteti el a településrendezési jogosultsággal rendelkező tervezővel, egyrészt a település szerkezeti terve, a fejlesztési elképzeléseit tartalmazó településfejlesztési koncepció és az integrált településfejlesztési stratégia, másrészt a felsőbb, területi szintű területrendezési tervek figyelembe vételével.

A terület- és településfejlesztési, -rendezési dokumentumok hierarchikus és területi szintenként is komplex rendszert alkotnak. Mind a területre vonatkozó rendezési és fejlesztési, mind a településre vonatkozó rendezési és fejlesztési dokumentumok kidolgozásában nagyon hasonlók a tartalmi követelmények, a tervezés folyamata, az egyeztetés rendje, a bevonandó véleményezők köre és az elfogadásuk metódusa, valamint azonos, hogy ezeket közös jogszabályok rögzítik.

Valamennyi térségi tervet és az ahhoz tartozó előírást szintén jogszabályok (törvények, megyei vagy települési önkormányzati rendeletek) és határozatok rögzítik. A térségi tervezés fontos feladata a különböző – számos esetben egymással ütköző – ágazati területi igények feltárása, egyeztetése, összehangolása is.

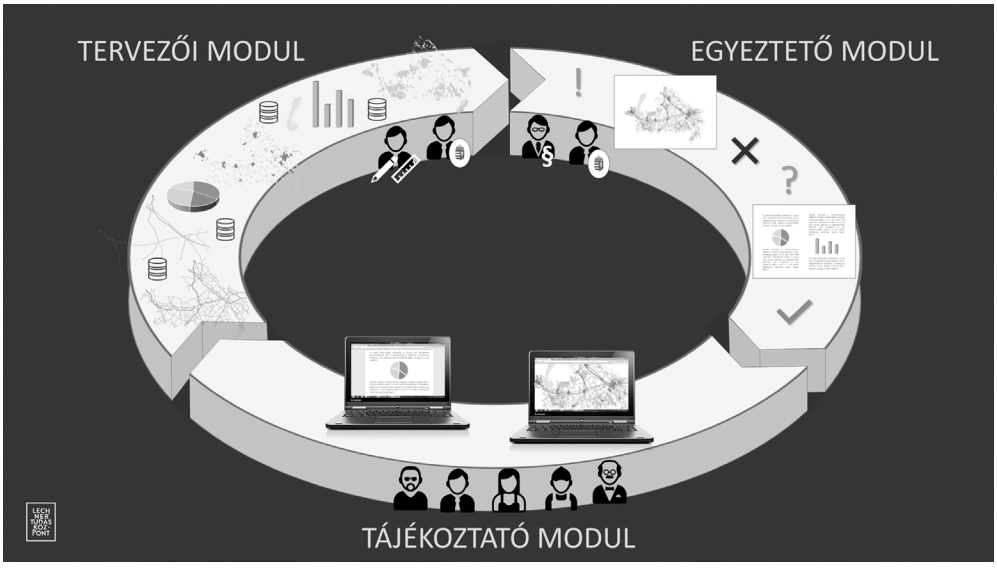


1. ábra A térségi tervezés rendszere és a tervezési folyamat

A 4TR célkitűzései és moduljai

A térségi tervezés négy típusának (területfejlesztés és -rendezés, valamint településfejlesztés és -rendezés) számos aspektusa (pl. szerepe, tartalma) ugyan eltér egymástól, azonban a tervek életciklusa alapvetően megegyezik, így célszerű egy a tervezés kezdetétől az egyeztetés folyamatán át, egészen a kész tervek elérhetőségének biztosításáig egy közös folyamattámogató webes rendszer létrehozása. Az elképzelések szerint a 4TR három külön modulban valósítja meg a térségi tervezés támogatását.

Az egyeztető modul első sorban a készülő térségi tervek társadalmi, illetve jogszabályban előírt egyeztetésében résztvevő szervek – jelenleg CD-n, papíron és postán, illetve e-mailben zajló – hivatalos véleményezési folyamatát szolgálja ki webes felületen, továbbá a rendezési tervek térképi lehatárolásainak felsőbb szintű tervi és szakági lehatárolásokkal való összevetést a jogszabályi előírásoknak való megfelelése ellenőrzése céljából is támogatni fogja. A modul a tervek társadalmasítását is segíti, hiszen egyrészt a nyilvánosság számára térképes véleményezési felületet is biztosít, másrészt a készülő tervek webes térképes bemutatásának lehetősége jó alapot biztosít arra is, hogy a tervező vagy a tervezést megrendelő önkormányzat az érdekelt felek (helyi érintettek, különböző szakágak és tervezők) bevonásával egyfajta geodesign[1] folyamatot, vagyis a közösségi tervezés nagyon korszerű formáját valósítsa meg.



2. ábra 4TR moduljai

[1] Geodesign: integrált – egy térségi tervezés koncepcióját, elemzést, érdekelt felek (helyi érintettek, különböző szakágak és tervezők) részvételét és együttműködését, tervezést és értékelést magában foglaló – a rendelkezésre álló összes téradatot felhasználó térképes megjelenítéssel támogatott közösségi tervezési módszer.

A tervezői modul a tervezés során a megrendelő és a tervező számára a tervek elkészítéséhez fog segítséget nyújtani. Teszi ezt többek között a település- és területrendezési tervek vektoros térképi rétegeinek – például a települések területének, vízfelületeknek, meglévő és tervezett erdőterületeknek, műszaki infrastruktúra hálózatok – szolgáltatásával. Ez egyrészt a vonatkozó terület vektoros rétegeinek letöltésével, másrészt a téradatok WFS szolgáltatáson keresztül történő elérésével, harmadrészt a nóvumnak számító webes tervezői felület biztosításával tervezett megvalósítani. A tervezői modul a megrendelő és a tervező, valamint a szomszédos térségek tervezői közötti kommunikációt és az elkészült, jóváhagyott tervek Dokumentációs Központba történő eljuttatását is biztosítani fogja.

Végül pedig a rendszer nyilvános része, a hatályos terveket kezelő tájékoztató modul a döntéshozók és a nyilvánosság számára fog segítséget nyújtani azáltal, hogy a területi és települési szabályozási információkat könnyen elérhetővé teszi: interaktív térképen a legfontosabb előírásokat közérthetően mutatja be, valamint az ország valamennyi területi- és településtervezési dokumentumát egyszerűen és gyorsan hozzáférhetővé teszi, egyfajta elektronikus tervtárat biztosít. A hatályos tervek jelenleg a települési és megyei önkormányzatok hivatalában, néhány esetben honlapján találhatók meg, illetve a Lechner Tudásközpont Dokumentációs Központjában e-mailen történő igénylés útján vagy személyesen érhetők el. A térségi tervezés könnyebb megismerhetősége érdekében a 4TR további segítséget nyújt más rendszerekhez való kapcsolódásai révén, így többek között a térségi tervezéssel kapcsolatos jogszabályok, fogalmak is a felületen elérhetők lesznek.

A területfejlesztés és -rendezés, valamint településfejlesztés és -rendezés egy-egy részterületét támogató informatikai megoldások a Lechner Tudásközpont egyéb térinformatikai alkalmazásaiban (TeIR [Juhász G. – Vellai V. 2016], TETA, ÉMO) is rendelkezésre állnak, de a 4TR egy olyan komplex rendszer kidolgozását tűzte ki célul, mely a szakterület számára a lehető legmagasabb fokon integrált szolgáltatást nyújtja és a folyamatokat teljeskörűen elektronizálja

Térinformatikai szemléletmód és adatkezelés

A 4TR mindhárom moduljában különböző módon és eltérő jelentőséggel ugyan, de meg fognak jelenni térinformatikai állományok, hiszen a terület- és településrendezési tervek számos (előbbi esetén 40–50, utóbbinál érintettség esetén száznál is több) vektoros rétegből állnak össze, amelyek egy része szakági téradat (pl. ökológiai hálózat), másik része a tervező által kialakított térképi réteg (pl. szabályozási vonal).

A tájékoztató modul megjeleníti XXI. századi módon, interaktív térképen a hatályos rendezési tervekhez mind területi, mind települési szinten térképeken ábrázolt – pl. természetvédelmi, földvédelmi, kockázatkezelési, tájvédelmi, örökségvédelmi, vízvédelmi, építészeti, területfelhasználási, építési – lehatárolásokat, valamint az azokhoz tartozó egyes előírásokat.

Az egyeztető modul egyrészt a véleményezésben részt vevők számára megjeleníti a tervezés alatt lévő javaslat térképi tartalmát, amit ellenőrzésképpen összevethetnek a tervben, illetve a rendszerben található egyéb rétegekkel, valamint észrevételeket fűzhetnek hozzá. Másrészt a jogszabályok betartásának ellenőrzése érdekében a rendszerben tárolt felsőbb szintű tervek térképi állományaival való összemetszés eredményeit térképen megjeleníti, és riportot készít arról.

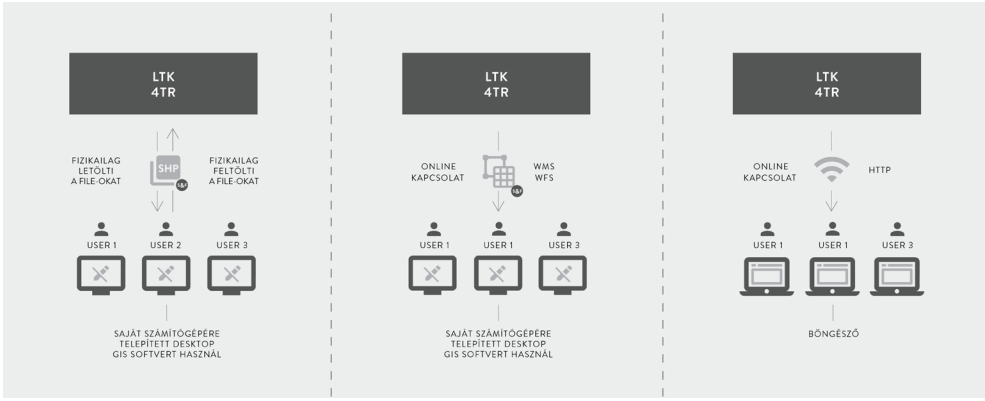
A tervezői modulban a tervezéshez szükséges

- szakági (pl. ökológiai hálózat, meglévő és tervezett közúthálózat, vízvédelmi területek),
- hatályos tervi (pl. a település szabályozási tervében rögzített építési övezetek),
- felsőbb szintű tervi (pl. megyei területrendezési tervben lehatárolt területfelhasználás).

téradatok adott tervezési területre eső részének szolgáltatása történik. Előbbi adatok szolgáltatása a különböző szakági téradatgazdák (minisztériumok, háttérintézetek és más szervezetek, pl. BFKH, FGSZ, MAVIR, MÁV, MOL, NIF, OVF, OKF, stb.) adatszolgáltatásának összegyűjtésével valósulhat meg. Utóbbi adatok a 4TR indulásakor egyrészt a településrendezési eszközök legfőbb térképi tartalmainak vektorizálásával előálló ősfeltöltés, másrészt a területrendezési tervek Dokumentációs Központba a jogszabálynak megfelelő beküldése révén kerülnek a rendszerbe. A későbbiekben a 4TR támogatásával készülő tervek a tervezési folyamat eredményeként jutnak a rendszerbe, majd onnan szolgáltatásra.

A 4TR alkalmazás három lehetséges adatszolgáltatási lehetőséggel készül: egyrészt a vektoros térinformatikai rétegek letölthetőségének, másrészt WMS/WFS-sel történő szolgáltatásának, harmadrészt a webes alkalmazásban történő közvetlen szerkeszthetőségének biztosításával.

1. Fenti első lehetőség, a téradatok le-, illetve a tervezés végeztével történő feltöltése a tervezők mai gyakorlatához legközelebb álló megoldás, hiszen a térképi rétegeket a saját számítógépén, a saját szoftverével (pl. ingyenes nyílt hozzáférésű QGIS) módosítja, állítja elő.



3. ábra A felhasználó hozzáférési lehetőségei a téradatokhoz

Mivel a három modulban kezelt téradatok között szoros összefüggés áll fenn – a tervezői modulban szolgáltatott rétegekből, illetve azok segítségével előállított tervi rétegek kerülnek az egyeztető modulba véleményezésre, ellenőrzésre, majd az észrevételek alapján módosított állományok megfelelő szintű elfogadása és hatályba lépése után a tájékoztató modul térképi megjelenítésébe – ahhoz, hogy a folyamat egységes és működőképes legyen szükséges, hogy:

- azonos térinformatikai formátumban készüljenek,
- névkonvenciójuk azonos legyen,
- az attribútumtartalom sémája (mezőnevek, mezőformátumok) is azonos legyen.

Előbbi már – mind területrendezési, mind településrendezési szinten – jogszabályban rögzített elvárás, utóbbi kettő előírásához az LTK szakemberei települési és területi szinten egyaránt ún. egységes adatszolgáltatási séma és formátumot dolgoztak ki, amelyet a tervezők rendelkezésére bocsájt (https://www.e-epites.hu/hirek/elerheto-teruletrendezesi-valamint-telepulesugyi-sema-es-formatum).

2. A le/feltöltési megoldásnál előremutatóbb a saját szoftverbe behívott, de a 4TR szerverén tárolt, WMS/WFS-ként szolgáltatott adat használata, hiszen ennél a megoldásnál – mivel az adatok a rendszerben maradnak – egyrészt nem kell nagyméretű fájlok fel és letöltésével foglalkozni, másrész az adatstruktúra sem szenvedhet sérülést.

3. Fenti megoldások is jelentős segítséget jelentenek a térségi tervezésben, azonban az igazán innovatív megoldás a weben tervezés, amelyben a 4TR elképzelései szerint alapvető szerkesztő funkciók (alakzat rajzolása, rétegek összemetszése, stb.) lesznek elérhetők. A téradatok ekkor is a 4TR-rendszerben maradnak, de ebben az esetben saját tervezői szoftverre sem lesz szükség, hanem egy egyszerű böngészőben megoldható lesz a szükséges téradat-rétegekből a rendezési tervek térképeinek összeállítása, szerkesztése. A weben tervezés jó alapot biztosít arra is, hogy már a tervezés fázisában a készülő tervek webes térképi megjelenítéssel támogatva könnyen bemutathatók, ezáltal megvitathatók, továbbgondolhatók legyenek az érintettek számára, tehát a geodesign igazán hatékonyan így lesz megvalósítható.

Felhasznált irodalom

Juhász G. – Vellai V. (2016): A TeIR területi tervezést támogató térinformatikai alkalmazásai. Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás VII. Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, pp. 201–206.

POSZTEREK

NDVI kamera alkalmazhatósága gabonafajták kontrollált körülmények közötti vizsgálatánál

Csákvári Edina[1] – Gyulai Ferenc[2] – Enyedi Attila[3] – Berke József[4]

[1] PhD hallgató, Szent István Egyetem, Környezettudományi Doktori Iskola, Gödöllő, csedina89@gmail.com
[2] egyetemi tanár, Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Gödöllő, gyulai.ferenc@mkk.szie.hu
[3] Gábor Dénes Főiskola, Budapest, mail@attilaenyedi.com
[4] főiskolai tanár, Gábor Dénes Főiskola, Budapest, berke64@gmail.com

A kutatás során laboratóriumi körülmények között vizsgáltunk kalászos gabonákat: őszi búza és alakor tételeket. Kevert hullámhossztartományban működő NDVI digitális kamerával méréseket végeztünk a szárazság és tápanyaghiány, tápanyagtöbblet hatásainak kimutatására. Mértük az egyes tételek biomassza tömegét, és klorofill tartalmát. A Photoshop CC15-öt alkalmazva a felvételek előfeldolgozásra kerültek. A szoftveres mérés 8 biten az ImageJ ENDVI pluginon futtatva valósult meg. A program az egyes pixelek értékét egy –1-től +1-ig terjedő skálán határozza meg. A tizedes lépcsőkben 20 osztályba sorolt érték pozitív tartománya jelzi az élő növényzet fejlettségi állapotát, míg a negatív tartomány az élettelen kategóriákat különíti el.

Köszönetnyilvánítás: Az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-17-3 Kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült.

Óceáni szemétszigetek detektálása és az ezzel kapcsolatos problémák megoldási lehetőségei

Encs Balázs[1] – Márta László[2] – Sztelek Renáta[3] – Hornyák Mercédesz[4] – Szabó Loránd[5]

[1] MSc hallgató, DE TTK Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, encsbalazs@gmail.com
[2] MSc hallgató, DE TTK Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, Meteorológiai és Klimatológiai Tanszék, mlaci2093@gmail.com
[3] MSc hallgató, DE TTK Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Meteorológiai és Klimatológiai Tanszék, nyuffi.paw@gmail.com
[4] MSc hallgató, DE TTK Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, Meteorológiai és Klimatológiai Tanszék, horimeri@gmail.com
[5] PhD hallgató, DE TTK Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, szabolorand.geo@gmail.com

Napjaink egyik legégetőbb problémája a világtengerek szennyezése. Minden hulladék mely a világ bármely pontján a folyókba kerül, végül az óceánokban halmozódik fel, így a világtengerek egyfajta szemétlerakóként funkcionálnak. A különböző híradásokból napi szinten értesülhetünk, hogy az óceánokba kerülő hulladékok (főleg műanyag) ún.szemétszigetekké állnak össze a világtengerek különböző pontjain főleg az áramlatok segítségével, melyek később komoly környezeti károkat okoznak. Jelen tanulmány célja, hogy rávilágítson ezen probléma súlyosságára, számba vegye azokat a geoinformatikai módszereket, amelyekkel detektálhatóak a szemétszigetek, valamint javaslatot tegyen, hogyan lehetne orvosolni, adott esetben megszüntetni a fennálló problémát.

A kutatás a Tudományos Diákköri műhelyek működése a Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Karán (NTPHHTDK-17-0050) pályázat támogatásával valósult meg.

Árvízi töltések modellezése Python programkóddal keresztmetszetek alapján

Nagy Bálint

MSc hallgató, DE TTK Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék, nb.geo.1994@gmail.com

A hidrológiai modellezés egyre nagyobb szerepet kap a hazai vízügyi igazgatásban és az árvízi védekezésben. Előkészítésük során nagyon fontos egy, a modell alapját képező, digitális domborzatmodell (továbbiakban: DDM) létrehozása. A hazai árvízvédelmi rendszer legfontosabb védelmi objektumai az árvízvédelmi töltések, melyek digitális ábrázolásában gyakran gondot okozhat a megfelelő adatok hiánya. A világszerte alkalmazott és elismert hidrológiai modellező szoftver, a HEC-RAS domborzati bemeneti adatait gyakran képzi egy TIN-modell, melyhez a töltések esetén nagy sűrűségű magassági adatra van szükség, hogy megjelenítésük minél valósághűbben történjen. Lehetőségeinket csupán a rendelkezésre álló adatok minősége határozza meg.

A fent leírt problémába ütköztem a Tiszántúli Vízügyi Igazgatóságnál töltött szakmai gyakorlatom alatt 2017 nyarán, ahol az Igazgatóság működési területének DDM frissítéseit kaptam feladatomnak. Ez az elmúlt években zajlott árvízvédelmi töltéseken végzett átépítések, magasítási munkálatok miatt vált szükségessé. A megváltozott töltésekről az Igazgatóság munkatársai nagypontosságú GPS segítségével keresztmetszeteket mértek fel. A metszetek a töltés jellemző pontjait tartalmazzák: tengelypontok, koronaélek, rézsűpontok, lábak. A metszeteket egymástól átlagosan 100 méteres távolságban és körülbelül 25 méteres szélességben mérték fel, ezért a rögzített magassági értékeket tartalmazó pontok sűrűsége alkalmatlan volt egy megfelelő TIN-modell előállítására. Célomul egy olyan eszköz létrehozását tűztem ki, amely bármikor alkalmas lehet az ilyen problémák kezelésére.

A feladat megoldásához a python programozási nyelvet és annak modulját, az arcpyt használtam, mely egyben a hazai vízügyi igazgatóságok által a térinformatikai műveletekre alkalmalmazott ArcGIS szoftver nyelve is.

A DDM frissítéséhez a kiemelt pontok sűrítésére volt szükség, amit térbeli interpolációval oldottam meg. Az interpoláció során azt a megoldást alkalmaztam, hogy két egymással szomszédos keresztmetszet megegyező csoportba eső egy-egy pontját használtam fel a köztük található, ugyanebbe a csoportba sorolt pontok tulajdonságainak kiszámításához. Ebben az esetben vetődik fel a töltésoldalak elkülönítésének problémája. A legegyszerűbb módszernek egy, a felhasználó által definiált vonalas állományt találtam, amivel elválasztja egymástól a keresztmetszetek két oldalát. A szomszédos pontpárok azonosítása érdekében minden egyes ponthoz meg kellett találni a hozzá legközelebb eső olyan pontot, ami még nem lett párba állítva egy másikkal. Két pont távolságának kiszámításához a Pitagorasz-tételt alkalmaztam, aminek alapját a pontok EOV koordinátái képezték, ezért a program

alapvetően azt feltételezi, hogy a bemeneti adatok ebben a vetületi rendszerben vannak ábrázolva. Az interpoláció típusa a távolsággal fordítottan arányos súlyozás volt, ennek megfelelően két pont közötti pontok koordinátáinak meghatározása után úgy számoltam ki a magassági értéküket, hogy közben figyelembe vettem az eredeti két ponttól mért távolságukat is.

A program képes a metszetek azonosítására, a jellemző pontok csoportosítására, pontpárok megtalálására, illetve azok közé a fent részletezett módszerrel a töltésekről megfelelő mennyiségű új pont interpolálására egy TIN-modell generálásához. A program felhasználóbaráttá tétele érdekében egy ArcToolboxba importáltam a scriptet, így a munka megkönnyítésére minden folyamathoz külön-külön magyarázatot is csatolhattam.

A Toolboxban könnyen megadhatóvá váltak a bemeneti adatok:

- a keresztmetszeteket tartalmazó állomány,
- a metszeteket „félbevágó" kézzel megszerkesztett vonalas vektoros állomány,
- a kimeneti állományok célmappája,
- a szükséges adatokat tartalmazó két mező neve,
- illetve választhatunk, hogy az eredmények egy közös állományban vagy pedig a jellemző pontok szerint csoportosítva külön-külön kerüljenek-e kiírásra.

A kutatás a Tudományos Diákköri műhelyek működése a Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Karán (NTP-HHTDK-17-0050) pályázat támogatásával valósult meg.

A geomorphometric study of scoria cones parameters, based on different resolution DTMs

Fanni Vörös[1] – Benjamin Van Wyk de Vries[2] – Balázs Székely[3,4]

[1] Department of Cartography and Geoinformatics, ELTE Eötvös University, Budapest, Hungary
[2] Université Clermont Auvergne, CNRS, IRD, OPGC, Laboratoire Magmas et Volcans, Clermont-Ferrand, France
[3] Department of Geophysics and Space Science, ELTE Eötvös University, Budapest, Hungary
[4] Interdisziplinäres Ökologisches Zentrum, TU Bergakademie Freiberg, Freiberg, Germany

Geomorphometric studies are aided by sophisticated use of various types of Digital Terrain Models (DTMs). Although field validation is invaluable, the effective use of DTMs also helps by making study of geomorphic landform study more accurate, more comprehensive, provides results faster and opens the way towards automation.

The basic assumption of geomorphometry is that the studied phenomenon itself generates the resulting landform, so that any differences are inherent process derived landform properties, like age of formation, lithology, climatic and erosional history. The tools used, the data properties and models are assumed not to influence the outcome. However, for global comprehensive studies the available DTMs come from a great variety of data acquisition and processing technology types, with different accuracy, coverage and resolution. The researcher always wishes to have a high-resolution homogeneous input data set characterized by uniform accuracy; however, this prerequisite often is not met because of the lack of appropriate data.

The best known and most commonly used data set is that from the quasi-global Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). This data set fulfills the homogeneity requirements, especially concerning the areas of northern hemisphere. Nowadays the United States Geological Survey (USGS) has made more precise (about 10 meter resolution) DTMs available. The availability of other radar-based DTMs is also improving, like TanDEM-X data.

In terms of accuracy and resolution the other end-member input data for morphometric research to date are based on LiDAR (Light Detection and Ranging) data. The only limitation factor for the very high quality is the availability: they are made for only small areas.

An often-asked question of the last decade in geomorphometry is the dependence on the resolution and accuracy of the data: are the results robust and invariant to the type of DTMs used? To study this, simple landforms are most suitable. The chosen geological forms in this study are scoria cones. These are monogenetic volcanic edifices, so their shapes are typically symmetrical and simple. To describe the cone, the best way is to calculate the most expressive parameters, e.g. average slope, relief, cone and crater height/width, volume. Using DTMs these values can be determined relatively easily and accurately.

Chosen study areas are the San Francisco Volcanic Field in Arizona (USA) and Chaîne des Puys in Auvergne (France). Available DTMs for the San Francisco have 30 m and 10 m resolution, and DTMs for the Chaîne des Puys had 90 m and 0.5 m horizontal resolution.

Our goal is to compare the descriptive parameters of scoria cones in the two areas, calculated using the four DTMs with various accuracy. To this end, cones were grouped by study area, by age, by shape, and the Mann-Whitney statistical test was used to detect significant differences.

As the chosen volcanic fields can be characterized by different age and climate, it was expected that the different study areas would show differences in behaviour. This expectation is fulfilled if the groups are specific enough, if not, overlaps (and therefore lower statistical significance) may occur.

The average slopes of the scoria cones were found to be the most age-related: the Kruskal-Wallis test has already indicated separate groups. Following this line of thought, pairwise Mann-Whitney tests of the distributions of this geomorphometric property showed clear separation of age groups in most of the cases. Despite the resolution-dependency of the slope angles of the DTM, it seems that scoria cones of various volcanic fields show strong tendency of decreasing average slope angles with time, almost irrespective to the differing tectonic and climatic settings.

We did not expect that the DTM resolution would show statistically significant differences based on DTM type. However, differences did occur and were verified by the statistical tests.

We interpret the separating behaviour of the slope angles as an inherent result of the surface processes, whereas the differences in other parameters could be an effect of the DTM scale. This latter effect could be due to the order of magnitude difference of elevation values number in the calculation. A further research question is to ascertain if this behavior is only characteristic for our choice of DTMs or can be generalized for other volcanic fields.

FV was supported by the ÚNKP-17-2 New National Excellence Program of the Ministry of Human Capacities, Hungary. BSz contributed as an Alexander von Humboldt Research Fellow.

MELLÉKLETEK



Budapest Főváros Kormányhivatala

Földmérési, Távérzékelési és Földhivatali Főosztály
1149 Budapest, Bosnyák tér 5. – 1592 Budapest, Pf.: 585
Telefon: +36 (1) 222-5101 – Fax: +36 (1) 222-5112
E-mail: ftf@bfkh.gov.hu – Honlap: www.ftf.bfkh.gov.hu

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.

A cég több hazai nagy közműszolgáltató hagyományos szakági nyilvántartásának digitális átalakítását, és térinformatikai felhasználásra való alkalmassá tételét végezte el az elmúlt időszakban. A nyilvántartói munka zökkenőmentes átállásához és a szakági térképek vállalaton belüli felhasználásához biztosította azt a felhasználói szoftver környezetet, karbantartó és publikáló eszközöket is, amellyel a nyilvántartás digitálisan is tovább üzemeltethető, az adatállományok konzisztenciájának és naprakészségének megtartásával, a változások szakszerű átvezetésével.

A cég tevékenységén belül speciális részterület a földhivatali térképek információ technológiai javítása, hibaszűrése, és strukturálása a szakági nyilvántartásban történő számítógépes felhasználhatóság biztosítása érdekében.

Az utóbbi évek gyakori jogszabályi változásainak következtében, a közmű vállalatokkal szemben támasztott változó – sokszor egyedi – adat igények kiszolgálására, az ügyfelek gyakran bízzák meg a céget speciális elemzésekkel, célirányos adatfeldolgozásra alkalmas fejlesztésekkel, amire az alkalmazott nyilvántartói rendszer eredetileg nem volt felkészítve.

Mindezen tevékenységek és fejlesztések elsődleges alapszoftver az AutoCAD Map 3D és az adatok térinformatikai megjelenítést támogató Autodesk Infrastructure Map Server szoftverek.

Grafikus nyilvántartások szkennelése, archiválása

A CAD+Inform Kft. a szakági nyilvántartások digitális átalakítása előtt, vagy annak részeként, vállalkozik a hagyományos papír alapú nyilvántartások átalakítás kori állapotának rögzítésére, archiválására, és az archívum tartalom szerinti kereshetőségének biztosítására. Az archiválás fontos lépés a digitális nyilvántartásra történő zökkenőmentes áttérés, és az adat elérés folytonosságának fenntartása érdekében. A folytonosság kiterjed a digitális állapot előtti időszakra is. Az archiválás közben, az ügyfél kérésére megtörténik a hagyományos raszter állományok georeferálása is, ami állományi szinten biztosítja az archívum földrajzi helyhez kötött kereshetőségét és megjelenítését is.

Építőmérnöki szakirány

A CAD+Inform Kft. saját fejlesztésű szoftver termékkel is jelen van a hazai építőmérnöki szoftver piacon. Az AutoCAD Map 3D és AutoCAD Civil 3D grafikus alapkörnyezetre kifejlesztett C+I Közműhálózat Tervező Rendszer, a hazai építőmérnökök számára ma már meghatározó eszköz a víz-, gáz-, csatorna- és csapadék közműhálózatok tervezésében.

Oktatás

A CAD+Inform Kft. teljes körű képzést biztosít az általa forgalmazott Autodesk szoftverekhez. A kurzusok egy részét a nagyobb felhasználó vállalatok foglalják le, saját szakembereik szakmai képzésére. A zártkörű képzések mellett a cég rendszeresen indít hirdetett tanfolyamokat is, melyekre a kisebb felhasználók is jelentkezhetnek.

CAD+Inform
Mérnöki, Szoftverfejlesztő, Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.
4031 Debrecen, István út 6.
Tel: 52-522-730, Fax: 52-452-685
cad.inform@cadi.hu
www.cadinform.hu

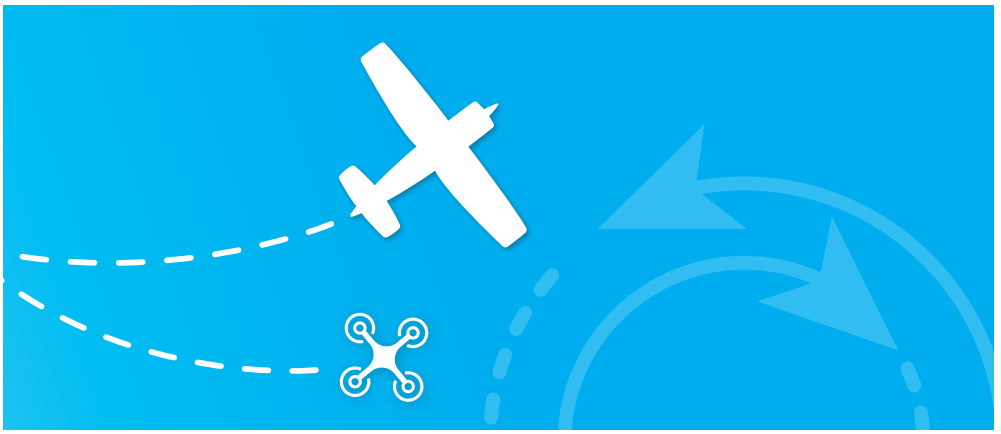

GEODÉZIA
GEODÉZIAI ÉS TÉRKÉPÉSZETI ZRT.
SINCE 1951
SZOLGÁLTATÁSOK
3D Városmodellek
Mobil Térképező Rendszer
Álló szkenner, LIDAR
Térinformatikai rendszerek
Klasszikus földmérés
67 ÉV FÖLDMÉRÉSI TAPASZTALAT

PROFESSZIONÁLIS DRÓNOK
MEZŐGAZDASÁGI ÉS IPARI ALKALMAZÁSA



TANÁCSADÁS - BÉRLÉS - ÉRTÉKESÍTÉS - SZERVIZ

MyActionCam Magyarország Kft.
1095 Budapest, Lechner Ödön fasor 2.
Tel: +36 1 788 82 46 | E-mail: info@myactioncam.hu
www.myactioncam.hu



légtér.hu

A Légtér.hu a légtérfelhasználók támogatása céljából fejleszti és üzemelteti a **terkep.legter.hu** térinformatikai rendszert.

A térképen az állandó és az eseti légterek mellett Magyarország repülőterei is megtalálhatók. A térkép fő funkciója, hogy az eseti légtér igénylők tájékozódhatnak a kérelmezni kívánt eseti légtér kijelöléséhez szükséges dokumentumokról. A felhasználók továbbá információt kaphatnak a légtérigénylők által megosztott, elbírálás alatt lévő eseti légtér kérelmek paramétereiről.
A **Légtér.hu** az ingyenesen elérhető rendszer üzemeltetése mellett légiközlekedési tanácsadói tevékenységet folytat.

Bővebb információk:

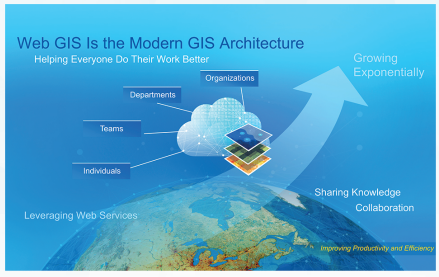
www.legter.hu

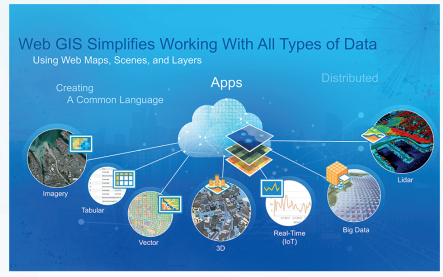
esri

Teljeskörű GIS megoldások

Smart City, Big Data, Ipar 4.0







www.esrihu.hu

GDi esri

Kapcsolat
GDi Magyarország
1134 Budapest, Váci út 33.
9. emelet

+36 1 428 8040
+36 1 428 8042
sales@esrihu.hu
www.esrihu.hu



Leica Zeno GG04 Plus

Párosítsd a legmodernebb GNSS techonológiát saját okoskészülékeddel

HOZD A SAJÁT ESZKÖZÖD – Harmadik fél általi hardware- és szoftvertámogatás

Jövőbiztos – 555 csatorna

Android, iOS és Windows platformon egyaránt

Terepálló – IP68 védettség

PPP – RTK nélküli precíz helymeghatározás

Egész napos üzemre felkészített akkumulátor

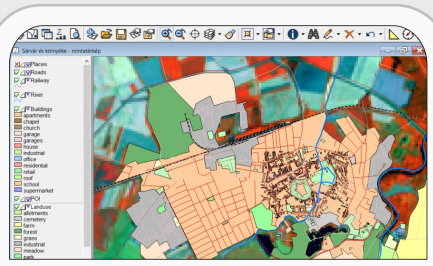
További információkért keresd értékesítő kollégáinkat:
Pallos Péter: +36/30/6257939
Zeke Zsolt: +36/30/9391229

- when it has to be **right**

Leica Geosystems

TopoLynx Informatikai Kft.

Geoinformatikai szoftverfejlesztés, hardver forgalmazás.

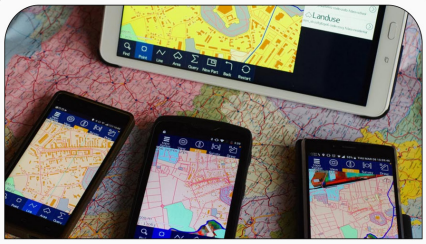


topoXmap - asztali geoinformatika, képfeldolgozás, fotogrammetria

Vektor, raszter, képfeldolgozás, felületmodell, fotogrammetria, LIDAR, LAS, földmérés, kitűzés...



topoXplore - mobil geoinformatika, terepi adatgyűjtés és térképezés



topoXpress - keresztplatformos GIS és földmérő szoftver

Online és offline adatok. Topológikus szerkesztés. Könnyed, de hatékony szoftverek. Reszponzív és intuitív felületek.

www.topolynx.hu



FOTOTERKEP.HU

A fotótérkép a valóság 3 dimenziós, pontos és naprakész modellje

Légi-, vagy földi fényképezéssel készített felvételekből, fotogrammetriai eljárással állítjuk elő a felmérendő helyszín, vagy tárgy méretarányos, 3 dimenziós fotótérképét. A felvételeket a levegőből drónnal, vagy nagyobb terület esetén, pilótás repülőgéppel és saját fejlesztésű kamerarendszerrel készítjük. A fotótérképezés módszerével elérhetővé válik a nagy felbontású, naprakész, pontos környezet- és tárgymodell. Modelljeink felhasználói például vonalas létesítmény tervezők, önkormányzatok, földmérők, bányamérők, vagy éppen muzeológusok, restaurátorok.

Bővebb információk:

www.fototerkep.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

www.geoiq.hu

+36 26 346 019
+36 30 931 0626
2098 Pilisszentkereszt, Kakashegy utca 56.

Szolíd árak, transzparencia, s az iparág vezető szoftverei.

SZPONZOROK ÉS KIÁLLÍTÓK



BUDAPEST FŐVÁROS KORMÁNYHIVATALA

NEMZETI KATASZTERI PROGRAM Nonprofit Kft.

CAD-Inform

GEODÉZIA GEODÉZIAI ÉS TÉRKÉPÉSZETI ZRT. SINCE 1951

MYACTIONCAM a drón és kamera specialista

GDi esri légtér.hu FOTOTERKEP.HU

Leica Geosystems

GPSCOM

KÖZIG ZRT.

Topo Lynx

envirosense

GIS

GeoIQ

TERMÉSZETFÖLDRAJZI ÉS GEOINFORMATIKAI TANSZÉK DEBRECENI EGYETEM