



GEODÉZIA ÉS KARTOGRÁFIA



2017/2
LXIX. ÉVFOLYAM

A pálcikatérképtől a digitális modellig
Épületmodellezés
Automatikus vonalgeneralizálás
Vízminőség monitorozása
Jelfelismerés
Kitüntetések
Hazatérés
Földmérőnapok
Könyvismertetés
Nekrológ

MAGYAR FÖLDMÉRÉSI,
TÉRKÉPÉSZETI ÉS TÁVÉRZÉKELÉSI
TÁRSASÁG/
HUNGARIAN SOCIETY OF SURVEYING,
MAPPING AND REMOTE SENSING



A FÖLDMŰVELÉSÜGYI MINISZTERIUM FÖLDÜGYI
FŐOSZTÁLY ÉS A MAGYAR FÖLDMÉRÉSI, TÉRKÉPÉSZETI
ÉS TÁVÉRZÉKELÉSI TÁRSASÁG LAPJA/MONTHLY OF
THE DEPARTMENT OF LAND ADMINISTRATION IN THE
MINISTRY OF AGRICULTURE AND THE HUNGARIAN
SOCIETY OF SURVEYING, MAPPING AND REMOTE
SENSING

SZERKESZTŐSÉG/EDITORIAL OFFICE:
1149 Budapest, Bosnyák tér 5., I. em. 109.
Tel.: 222-5117, E-mail: mftt.titkarsag@gmail.com;
Web: https://www.mfttt.hu/

FŐSZERKESZTŐ/EDITOR-IN-CHIEF:
Buga László

SZERKESZTŐK/EDITORS:
Balázsik Valéria, Fábrián József,
dr. Gercsák Gábor, Homolya András,
Iván Gyula, Orosz Angéla

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG/EDITORIAL BOARD:
Dr. Ádám József
Barkóczy Zsolt
Dr. Barsi Árpád
Dr. Bányai László
Dr. Biró Péter
Dr. Busics György
Dobai Tibor
Fekete Gábor
Holéczy Ernő
Horváth Gábor István
Kassai Ferenc
Dr. Klinghammer István
Dr. Kurucz Mihály
Dr. Mihalik József
Dr. Mihály Szabolcs
Dr. Papp-Váry Árpád
Dr. Rózsa Szabolcs
Dr. Riegler Péter
Szalay László
Dr. Timár Gábor
Toronyi Bence
Dr. Zentai László

OLVASÓSZERKESZTŐ/PROOF-READER:
Kota Ágnes

TECHNIKAI SZERKESZTŐ, TÖRDELŐ/
TECHNICAL-EDITOR: Szogh Gabriella

KIADJA/PUBLISHER:
A Magyar Földmérési, Térképészeti és
Távérzékelési Társaság/ Hungarian Society
of Surveying, Mapping and Remote
Sensing
HU ISSN 0016-7118; eng.szám/ registry no.:
B/SZI/280/1/1995

FELELŐS KIADÓ/RESPONSIBLE FOR
PUBLISHING: Dobai Tibor

A kiadást a Budapest Főváros Kormányhivatala,
Földmérési, Térinformatikai és Földhivatali
Főosztálya támogatja/Supported by the
Government Office of the Capital City Budapest,
Department of Geodesy Remote Sensing and
Land Office

SOKSZOROSÍTJA/PRINTING:
HM Zrínyi Nonprofit Kft./MoD Zrínyi
Nonprofit Ltd.
Megjelenik: 1000 példányban/Printed in:
1000 copies

A folyóiratban megjelenő cikkek tartalma nem
feltétlenül tükrözi a szerkesztőség álláspontját.
Három hónapnál régebbi kéziratokat nem őrzünk
meg és nem küldünk vissza. / The content of the
papers published in the scientific review does not
reflect necessarily the Editorial Board's standpoint.
After three months, papers will not be kept, neither
sent back.

Tartalom

<i>Dr. Klinghammer István:</i> A térképészet története – a pálcikatérképektől a digitális térképi modellig	» 4
<i>Somogyi Árpád–dr. Lovas Tamás:</i> BIM modellezés lézerszkennelés támogatásával	» 10
<i>Ungvári Zsuzsanna:</i> Vonalak automatikus generalizálása az elméletben és a gyakorlatban – Vonalegyszerűsítő és -simító eljárások	» 14
<i>Koma Zsófia–dr. Zlinszky András–dr. Kern Anikó–Stephanie Palmer:</i> A Balaton klorofill-a eloszlásának monitorozása MODIS-adatok alapján	» 22
<i>Nemes Krisztián:</i> Térképen található karakterek és szimbólumok felismerése és vektorizálása	» 29
<i>Simó Benedek:</i> Földtani adatok kartografált, interaktív megjelenítése a weben open-source eszközök segítségével	» 34
<hr/>	
Kitüntetések	» 38
Hazatértek az „Ultra-Supra Veteranissimus”-ok	» 39
EU Földmérőnap	» 40
Fővárosi és Pest megyei Földmérőnap	» 41
Szép Magyar Térkép 2016	» 41
Miskolcz régi térképeken 1759–1963. (Könyvismertetés)	» 43
Nekrológ	» 45

Contents

History of Cartography–From Stick Maps to Digital Map Modelling (<i>István Klinghammer, Dr.</i>)	» 4
Supporting BIM by Terrestrial Laser Scanning (Árpád Somogyi– Tamás Lovas, Dr.)	» 10
Automations in Line Generalization – Line Simplification and Smoothing (<i>Zsuzsanna Ungvári</i>)	» 14
Monitoring the Distribution of Chl-a in Lake Balaton Using MODIS Data (<i>Zsófia Koma–András Zlinszky, Dr.–Anikó Kern, Dr.–Stephanie Palmer</i>)	» 22
Recognition and Vectorization of Symbols and Characters on Maps (<i>Krisztián Nemes</i>)	» 29
Visualizing Geologic Data on the Web with Open Source Software Solutions (<i>Benedek Simó</i>)	» 34
<hr/>	
Awards	» 38
„Ultra-Supra Veteranissimus”-es are Back Home	» 39
European Surveyors’ Day	» 40
Surveyors’ Day of the Capital and Pest County	» 41
Competition of Beautiful Hungarian Maps 2016	» 41
Miskolcz on Old Maps 1759–1963. (Book review)	» 43
Obituary	» 45

Címlapon: Zsámbéki-medence, Etyeki-dombság turistatérkép, részlet (Kiadó: Szarvas András) (*Lásd a kapcsolódó cikket: 42. oldal*)

On the Cover Page: Tourist Map of the Zsámbék Basin and Etyek Hills (Publisher: András Szarvas) (*See related article: page 42.*)

A térképészet története – a pálcikatérképektől a digitális térképi modellig

Klinghammer István

A térképek és az egyéb térképészeti ábrázolási formák (földgömbök, 3D-modellek, tömbszelvények, metszetek), mint a környezeti realitás modelljei, bizonyos szerkezeteket és kapcsolatokat nagy hűséggel képeznek le, ezért mind a gyakorlati tevékenységben, mind a tudományos megismerési folyamatokban fontos szerepet töltenek be.

Bár a térképek, illetve térképszerű ábrázolások társadalmi szüksége már az emberiség korai történetében, feltehetőleg még az írás elterjedése előtt felmerült, mégis a térképészet csak a 20. században vált önálló tudományággá. Létrejött tehát igen hosszadalmas volt.

A térképkészítés, mint tudományos tevékenység, először a prediszciplináris tudomány eleme volt. Ezt az időszakot olyan, zömében természettudományi irányultság követte, amelyben a térképszerkesztés az alkalmazott matematika egyik ágaként fejlődött. A kartográfiának a földrajz és geodézia határterületeként való kifejlődésével olyan részei alakultak ki, amelyek a műszaki, illetve hadtudományokhoz tartoztak. A térképészet természettudományos orientációja új formát nyert a tematikus térképek megjelenésével. Ezen a módon kapcsolatba került egy egész sor olyan természettudományos diszciplínával, amelynek már a megszületésénél szerepet játszott, például a geológiával, a meteorológiával, az oceanográfiával. Emellett a térképészet a gazdasági és történeti kartográfia alakjában a társadalomtudományok részterületeként is kifejlődött.

A történetiség értelmezése a térképészetben...

A történetiség a térképészetben két szempontból is értelmezhető. Az egyik a térképészet történetét feldolgozó kultúrtörténeti, a másik a tudományválasztás történetiségét feltáró

tudománytörténeti értelmezés. Nem lehet köztük fontossági sorrendet felállítani.

A térképtudomány kialakulásának meghatározásában, „létrejötté” időpontjának kijelölésében nagy eltérések mutatkoznak. Az eltérések több okra vezethetők vissza. Elsősorban arra, hogy a kutatók eltérő ismerveket és eltérő indexálást alkalmaznak munkáikban. Például olyan fogalmak, mint tudomány, vagy tudományág, más-más értelmezésben szerepel a szerzőknél; nem beszélve arról, hogy magáról a térképészetéről és szerkezetéről is eltérő felfogásokat vallanak. De az eltéréseknek nemcsak a kutatók szubjektuma az oka, hanem ennek objektív alapja is van. Nevezetesen az a több fejlődési vonalú szövevényesség, amely a térképészet önállóvá válásának folyamatában megmutatkozik.

Sajnálatosan gyakori ma az a felfogás, amely szerint valamely szakkérdés vizsgálatakor elegendő a legújabb vonatkozó irodalom ismerete. Az ismeretek történeti fejlődésének figyelmen kívül hagyása, azaz a szakmai visszatekintés hiánya, megengedhetetlenül szegényíti a szaktudós ismeretvilágát. Sokszor időben távolibb megfigyelések és elméletek azok, amelyek a forradalmian új tudományfejlődés csíráját alkothatják. Ezeket a megfigyeléseket és elméleteket saját koruk mellőzte, kuriózumként kezelte, mivel nem illettek bele az ismeretek adott rendszerébe. Más tények iránt nem volt igény egy adott időpontban, ezért maradhattak visszhang nélkül. Hiába bizonyította Eratoszthenész több mint kétezer évvel ezelőtt a Föld gömbölyűségét, a Földet mindenki, aki rajta járt lokálisan síknak, „laposnak” találta. Mondhatni, hogy a természettudomány tapasztalaton és gondolati munkán alapuló gömbölyű világgépe a laikusok közvetlen tapasztalatán nyugvó „hiszem, amit látok” lapos világgépével állt szemben. Így ezt a felfedezést legfeljebb elegáns szellemi mutatóanyagként értékelte

néhány „szakmabeli”, de mérhető társadalmi szintű világgépé változást nem váltott ki.

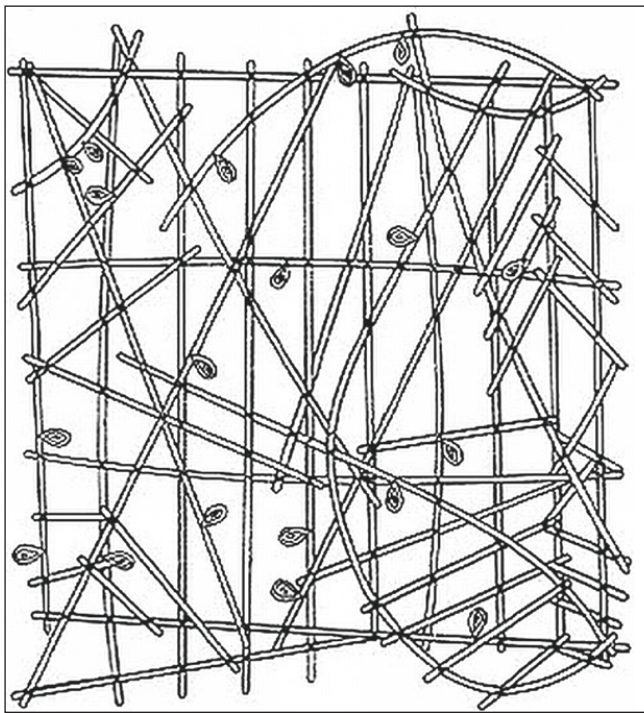
Vasco de Gama és Kolumbusz földközi útjai már nemcsak direkt úton igazolták a Föld gömbölyűségét, de igencsak érzékelhető módon zavarták meg a társadalom világgépét is. Az ő gömbölyű világgépük ugyanis hatalmat, aranyat, hajóipart, kereskedelmet, egyszerűen társadalmi előnyt jelentett a „lapos” világgépűek számára is. Mindenesetre a tudományos világgépé fejlődése ebben az esetben alig kevesebb, mint kétezer évvel megelőzte a társadalmi világgépé fejlődését.

A tudományos ismeretek rendszere egy adott társadalom kultúrájába ágyazódva keletkezik és hat. A térképészet fejlődésére erősen hatnak az egyes nemzeti társadalmak gazdasági, politikai és kulturális sajátosságai. A térképészet történetének vizsgálata azt bizonyítja, hogy az ismeretek nemzetközi áramlása mellett a kutatások nemzeti céljainak alapvető jelentősége van abban, hogy a tudomány a társadalom fontos hatóerejévé válhasson. /1/

A kezdetektől napjainkig...

Kétséges, hogy a természethez kötött életmódot folytató, a közvetlen észlelésben és ösztönben erős őseinknek az élettérben való tájékozódáshoz – ellentétben a civilizált emberekkel – szüksége volt-e bármilyen segédeszközre. A mai természeti népek, amelyek életmódja sokban hasonló elődeinkéhez (inuitok, déltengeri szigetlakók) különböző, környezetükben fellelhető tárgyakat, anyagokat (fa, kókuszrost, kagyló, halcsont) használnak a tér- vagy irányjelölés kicsinyített, modellszerű ábrázolására (pálcikatérképek). (1. ábra)

Számos sziklarajzot találtak állatokról, csónakokról, áldozati eszközökről, használati tárgyokról, és ismerünk őskori ornamentális urna- és vázadíszítéseket. Ezzel szemben igen ritkák az



1. ábra Pálcikatérkép (rekonstrukció)

olyan vonalas rajzok, amelyek a környezet jelzéseként nagy bizonyossággal térképszerű ábrázolásnak lennének minősíthetők.¹ Az ősi kultúrák igen magas fejlettségi fokot értek el, gondoljunk a csillagászatra, a városépítésre, de onnan is csak kevés régi térképleletet ismerünk.² Bizonyára igen sok dokumentum elveszett. Feltehető például, hogy Mezopotámiában, vagy a Nílus mentén léteztek kataszteri térképek adózási célokra vagy a földfelosztás rögzítésére. Kínából ismeretesek ilyenek a Kr. e. 2. évezredből.³ Közép-Amerika elfoglalásakor a spanyol hódítók az indián őslakosság magas

fejlettségű térképészetével találkozottak, de ennek termékei csaknem teljesen megsemmisültek.

Az antik világban az ősanagy, a Föld és az óceánok (Okeánosz) nagysága és alakja (lemez, henger, gömb) foglalkoztatja a görög filozófusokat. A gömbalakra vonatkozó felfogás lassan teret nyert. A babilóniai elképzeléseken alapuló csillagászat és matematika főként Alexandriában fejlődött tovább. A csillagászati meg-

figyelések a geometriához (a földméréshez) és az útleírásokhoz szükséges tájokozódási feltételek kidolgozásához (fokmérés, vetületek) vezetnek. A rómaiaknál a kolóniák, a gyarmati városok alapítása gromatikusok és agrimensorok (földmérők) által végzett kataszteri felméréseket (formae) igényelt, de ezekről a munkákról csak kevés feljegyzés maradt fenn. A formae, a kataszteri térképek mellett léteznek a földrajzosok tabulae-i, a földrajzi térképek. A római katonai igazgatási szervezet számára a távolsági adatok feltüntetésével sematikus (méretarány nélküli) úttérképek (menetútvázlatok) készültek.⁴ A Mediterrániumtól, a Földközi-tenger medencéjétől függetlenül fejlődött tovább a térképészet Kínában. Európában Kelet-Ázsiáról, minden kereskedelmi kapcsolat ellenére is, csak homályos elképzelések voltak, a híres Tyrus–Szamarkand selyemút Lancauban végződött.

⁴ L. Septimius Severus római császár 210 körül elrendeli Róma felmérését. Az 1:250 méretarányú(!) térkép töredékei fennmaradtak. Castorius római gromatikus a valószínűsíthető szerzője az 340 körüli Római Birodalom úttérképének. Erről készült az 1507-ben előkerült 12. századi másolat, a csaknem hét méter hosszú, de csak 34 cm széles pergamentekercs, a *Tabula Peutingeriana*, amely nevét első tulajdonosáról kapta. Az egész művet nyomtatásban Ortelius jelentette meg 1598-ban.

A középkor Európáját teljesen a keresztény hittan uralta. Minden a túlvilági létre irányult, a reális élet elvesztette a jelentőségét. Az égi megfigyeléseket és csillagászati méréseket istennek nem tetszőnek minősítették. A Föld gömbalakjáról szóló antik tanítások feledésbe merültek, és nem is túrték azokat. A Földet ismét korong alakúnak tekintették. A kolostorokat díszítő nagy, kerék alakú, dekoratív térképek középpontja Jeruzsálem (T-O térkép, keresztcséma).⁵ Emellett ismertek kis kör alakú térképek is a földi nagy klímaövezetek tagolásával, amelyeket a görögöktől vettek át. Az antik világ földrajzi öröksége átkerült az iszlám tudományba. 830 körül Ptolemaiosz műveit lefordították arabra, és kiegészítették azokat.⁶

A 9. és 10. évszázadban kialakult az iszlám atlasz típusa, többnyire 21 térképpel: egy világtérkép, a Földközi-tenger, a Kaszpi-tenger és a Perzsa-öböl ábrázolásával három tenger-térkép és általában tizenhét térkép az iszlám országokról. A világtérkép az Okeánosz által körülfolylt korongot mutatja a három ismert tenger vázlatos öbleivel. A 12. századtól kezdve normann befolyás érvényesül (Szicília) az iszlám térképeken.

A 12. századtól kezdve Velence és Genova városállamai a kereskedelem és hajózás révén a Földközi-tenger medencéjében hatalmi pozícióra tettek szert. Ez a helyzet csak a 15. században szűnt meg. Spanyolországban, Franciaországban, Angliában és Hollandiában a tengerpartokon új kereskedelmi központok alakultak ki (London, Antwerpen). A Keleti (Balti)-tenger térsége a 12–14. évszázadoktól a német keleti kolonizáció és a Hanza-városok révén nagyobb

⁵ A 10. század végén, a honfoglalás utáni évszázadban keletkezett angolszász zsoldárvilágtérkép, a Cottonian a Kárpát-medencét elfoglaló magyarokat mint a hunok leszármazottait (hunorum gens) jelöli. A németországi ebstorfi kolostorban talált 13. századi térképen azonban már azt olvashatjuk, hogy a hunok egykori földje Magyarország (Pannonia inferior quae nunc Ungaria). Ez az első térkép, amelyen Magyarország neve megjelenik.)

⁶ A Kárpát-medence ábrázolását az ókori térképészet emlékei között először a 2. században élt alexandriai Ptolemaiosz nyolckötetes földrajzi munkájának térképein találjuk meg. Magyarország területe a IV., V. és IX. tábla területére esik.

jelentőségre tett szert. A kínai flotta-expedíciók a 15. évszázad kezdetén Délkelet-Ázsiában új partokat tártak fel. A növekvő tengeri forgalom erősen hatott a térképészetre.

A 14. évszázadtól kezdve Itáliában és Katalóniában új típusú tengeri térképek, a portolánok jöttek létre. Kínából az arabok és a keresztések közvetítésével került Európába az iránytű, és terjedő használata meghatározó szerepet játszott a térképlapokat lefedő szélrózsarajzok alkalmazásában. A hajózás térképigénye, mivel a hajókon egy időben legalább két térképet kellett tartani, nagy keresletet teremtett a portolánok iránt. A 15. század első felében Itáliában (Genova, Velence, Ancona), Mallorca szigetén és Barcelonában, később Sagresben is a tengeri térképészet saját iskolái alakultak ki.⁷ A portolánokon és tengeri atlaszokon kívül ebben a történeti időszakban még egy-egy régi stílusú világ-térkép is megjelenik (Fra Mauro muranoi, kör alakú térképe).

A reneszánszra az egyházi-kolostori kötöttségből való kitörés jellemző. Az a kulturális változás, amely a török előrenyomulásával (1453-ban Konstantinápolyt, 1460-ban Athént foglalták el) és a görög-bizánci tudósok Itáliába menekülésével kezdődött, tartós hatást gyakorolt a térképészet fejlődésére. Ptolemaiosz Geográfiajának újra felfedezése másolatok kiadásához és fordításokhoz vezetett – sőt a ptolemaioszi atlaszok ismételt kinyomtatásához is. Az antik világ egy ideig még abszolút tekintélyként szerepelt a kor embere előtt, minthogy azonban a reneszánsz egybeesett a nagy földrajzi felfedezések korával (Bartolomeus Diástól Kolumbuszon át Magellánig), a ptolemaioszi térképeket kezdték modern tabulákkal (tabulae modernae) kiegészíteni, majd lassan helyettesítették is azokat. A ptolemaioszi geográfiaát Peter Bienewitz (Apianus) és Sebastian Münster-féle kozmográfiaik váltották fel. A világtérképek szerkesztése ugyan még előtérben áll, de megjelennek az első nagyobb méretarányú,

⁷ A 14. században készült portolánok közül kettőn is, Angelo Dalorto 1339. évi térképén és a mallorcai Abraham Cresques 1375-ben készült híres *Katalán Atlaszában* feltűnnek magyar települések. (Székesfehérvárt hatalmas zászlórajz díszíti a főváros jelképeként.)

szárazföldi területeket ábrázoló térképek. A művészet és az építészet is hatással volt a térképészetre (Leonardo da Vinci, Albrecht Dürer), és ugyanez érvényes a csillagászatra és a matematikára is. Kopernikusz megalkotta a heliocentrikus világképet, de tanai nyomtatásban csak halála évében, 1543-ban jelentek meg, és két év múlva betiltották azokat. 1472-ben Johannes Müller (Regiomontanus) a nürnbergi csillagvizsgálóban megfigyelte az (Halley-) üstökösöt, 1494-ben megjelent az első nyomtatott aritmetikai és geometriai tankönyv, Luca Pacioli munkája. A térképészeti termékek rendkívüli módon történt megszaprodásához a technikai újítások is hozzájárultak. Egyrészt a papírgyártás, amely Kínából és az iszlám területekről került át Európába (Franciaországban a 14. század közepe táján, Németországban a 15. század közepén jelent meg), és kiszorította az addig használt pergament, másrészt a fametszés feltalálása, amely a papírgyártással csaknem egyidejűleg terjedt el. Néhány évtized múlva (1446) pedig már megjelent a rézmetszés is. A mozgatható betűkkel történő könyvnyomtatás (1440 körül) csak közvetett jelentőséggel bírt a térképészetben, minthogy a térkép grafikai elemeit nem lehetett szavak módjára az egyes betűkből előállítani.

A barokk korszakban nagy szerepet játszott a térkép keretének kartusokkal és emblémákkal történő díszítése. A gazdag díszítő grafika ellenére a térbeli információk ábrázolásában egyre nagyobb pontosságra törekedtek.

A 16. század közepe a nagy tengeri és szárazföldi atlaszok korszakának kezdete. A Földközi-tenger medencéjében jelentős és nagynevű térképész család működése nyomán valóságos tenger-térkép- és tengeriatlasz-ipar alakult ki.⁸ A hajózás és kereskedelem kiépülésével (Kelet-Indiai Kereskedelmi Társaság) a térképigény lényegesen megnövekedett, a tengeriatlasz-kartográfia súlypontja a Földközi-tenger környezetéből Hollandiába helyeződött át. A szárazföldi (földrajzi) atlaszok is elsősorban a németalföldi térképészek és újonnan alakuló térképkiadó

⁸ Itáliában a Freducci-, Maggiolo- és Agnesecsalád, Mallorca-Marseilles-ben az Olives-család a leghíresebb.

vállalataik tevékenységének eredményeként jöttek létre.⁹ Az atlaszoknál a korábbiaktól eltérően már nem az egyes térképészek által készített világtérképek kiadásáról van szó, amelyeket technikai okokból különálló lapokra kellett szétvágni, hanem sok, lehetőség szerint több országból származó szerző gyűjteményes térképművéről.¹⁰ Az atlaszok a folytonosan táguló világ megismerését, a földrajzi környezetre kíváncsi ember információszükségletét elégítették ki, és többnyire több kiadást éltek meg. E kartográfiai produkció központja először Antwerpen volt, majd az 1600-as évek után Amsterdam.

A 18. század elején, 1702-ben és 1708-ban új térképészeti műhelyek (officinák) jöttek létre Nürnbergben és Augsburgban. XIV. Lajos korát követően, elsősorban Franciaországban, a topokartográfia is lendületet vett. A francia iskola megalapítója Sanson d'Abbeville. Mellette Picard, Mortier, a három generációt átfogó Cassini-család (a párizsi csillagvizsgáló igazgatói) és De L'Isle (Delisle), a kartográfia reformátora nevét kell kiemelni. A kor geodéziai-térképészeti problémáját a Föld méretéről és alakjáról adatokat nyújtó fokmérések, valamint egy egységes, természethez kötött hossz- és szélesség és kezdő meridián meghatározása jelentették.

A topográfiai térképezésben úttörő jelentőségű volt az első országos háromszögelés Franciaországban, és a *Carte Géométrique de la France 1 : 86 400* elkészítése (1748–1793). Számos államban nagy méretarányú országos gazdasági felvételek (kataszteri térképezés) kezdődtek a földadózás és a mezőgazdasági termelés fokozása érdekében. A topográfiai térképezés új terepfelmérési módszerekre épül (alpvonalmérés, háromszögelés). A domborzat ábrázolása nagyot javult. A csillagászat fejlődése (1675:

⁹ A legismertebb nevek: Mercator, Ortelius, Hondius, Janssion, Blaeu, de Witt, Danckert, Valck.

¹⁰ Az 1570. évi megjelenéstől kezdve Ortelius „*Teatrum orbis terrarum*” atlaszának összes kiadása tartalmazza Lazius 1556-os Magyarország- és Zsámboky 1566. évi Erdély-térképét, az 1579. évi kiadástól kezdve pedig két Magyarország-térkép, Lazius mellett Zsámbokyé (1571) is helyet kap az atlaszban.

a greenwichi obszervatórium megalapítása) tartós hatást gyakorolt a felmérésre. Galilei kísérletei nyomán (1583 az ingaészlelések, 1602 a szabadesés) kifejlődött a kísérleti fizika. A mikroszkópot, a földi és csillagászati távcsövet és a tükröteszkópot bevezették és alkalmazták a földi és égi mérésekben. Toricelli 1672-ben a fehér fényt a spektrum színeire bontja, Römer 1675-ben meghatározta a fény sebességét. Huygens 1673-ban a Föld lapultságát a centrifugális erővel magyarázta. Tycho de Brahe mérései alapján Kepler 1609–1629 között kidolgozta a bolygómozgás törvényeit. Newton 1666-ban felállítja a tömegvonzás elméletét. Száz év múlva, 1785-ben használta először Coulomb a torziós mérleget a földi nehézség meghatározására, de már néhány évtizeddel korábban Hadley a tükröszejtáns (1751), majd Harrison a tengeri kronométer (1764) segítségével meg tudta határozni a földrajzi szélességet és hosszúságot. A természettudományos felfedezésekhez az elméleti alapokat a matematika szolgáltatta. A tizedes törteket 1460, az algebra és a matematika formanyelvét 1576 óta alkalmazták. Napier 1614-ben megalkotta az első logaritmus-táblát, 1637-ben Fermat és Descartes koordináta-rendszer munkái nyomán megszületett az analitikus geometria. Newton és Leibniz 1665-ben kidolgozta az infinitezimális számítás alapjait, Bernoulli 1685-ben létrehozta a kombinatorika és a valószínűség-számítás tudományát. A térképvetületek szerkesztését 1794-ben Monge az ábrázoló geometria segítségével biztos alapokra helyezte.

A 19. század topográfiai térképészetében a nagyobb méretarányú, de a politikai-államszervezési felaprózódás miatt nem egységes rendszerű országos térképművek szerkesztése állt előtérben. A háromszögelési eljárásokon alapuló topográfiai felmérések pontos alapvonalmérésekre és földalaki- (sferoid) meghatározásokra támaszkodtak.¹¹ Új geodéziai koordináta-rendszereket fejlesztettek ki (porosz poliédervetület, Gauss-féle koordináták). A topográfiai térképek domborzatábrázolására

Poroszországban és Hessenben a Lehman-féle lejtőcsíkozás 1821-ben Müffling által tökéletesített módszerét, Svájcban az árnyékcsíkozást (Dufour-térkép) alkalmazták. 1840 után a lejtőcsíkozást részben magassági vonalakkal egészítették ki, vagy pótolták. Hauslab, Sydow és Sonklar munkássága nyomán egyre gyakoribbá váltak a rétegszínezéses (hipszometrikus) térképek is. A tengeri felmérést, amelyre a gőzhajózás 1819-es megindulása után fokozottabb feladatok hárultak, az egyes országok hidrográfiai hivatalok felállításával újjászervezték.¹² A térképek elterjedéséhez, a térképet használók számának növekedéséhez nem kis mértékben járultak hozzá a sorra alakuló földrajzi társaságok.¹³ A 19. századon végighúzódó politikai változások is (napóleoni háborúk, nemzeti államok kialakulása, később a gyarmati érdekek jelentkezése) kedvezően hatottak a térképészet fejlődésére. Számos magántulajdonú térképészeti intézet alakult meg, és tevékenységüknek köszönhetően egy sor, ma klasszikusnak nevezhető térkép és atlasz jelent meg.¹⁴

A földtudományok a 19. század első felében Humboldt és Ritter hatása alatt álltak. A két neves tudós erős befolyást gyakorolt mind a topokartográfiára (magasságmérés), mind pedig a tematikus térképezésre (izovonal-térképek, éghajlati és növényzeti térképek, a gazdasági térképek kezdetei. Rendkívüli fejlődésen ment keresztül a geológiai térképezés, és ezen a szakterületen mutatkoztak először a nemzetközi egységesítési törekvések (1881 bolognai kongresszus).

Meghatározó jelentőségű volt a technikai fejlődés is. A mind jobban elterjedő könyvnyomtatás nagyobb mértékű térképkiadást tett lehetővé, mint a rézmetszet. Igaz, a rézmetszés teljesítőképességét is jelentősen megnövelte a Jacobi által 1838-ban bevezetett

galvanoplasztika (másoló lemezek). 1892 után elterjedt az alumíniumlemezről történő síknyomás, végül az 1904-ben az Egyesült Államokban kidolgozott ofszetnyomtatás napjainkig alkalmazott technológiát hozott létre. A térképészet fejlődését tartósan befolyásolta a Daguerre és Niepce által 1839-ben létrehozott fotográfia, és Talbot 1841-es fotográfiai eljárása. Goodwin és Eastman 1883–1888 között megalkotta a filmet, mint a fotográfia réteghordozóját. 1890-ből származik az Ulrich és Vogel nevéhez fűződő háromszínyomó eljárás, és ebben az évben készítette el Hollerith a lyukkártyát. Ezen találmányok közül különösen a lyukkártya az, amely már messze a 20. évszázadra utal. Meghatározó hatással volt a térképészetre a fotogrammetria 1859-es kialakulása.

Már az 1. világháború forradalmi változásokat hozott a térképészetben. A topográfiai térképek naprakészen tartása, új felvételek készítése idegen országok területéről, és más országok térképeinek saját célokra történő hasznosítása mind-mind sürgős katonai feladatot jelentett. A földi fotogrammetria sztereoszkópikus légifénykép-méréssé bővült.

A 2. világháborút követően a rakéták katonai célokra történt kifejlesztése lehetővé tette a műholdak Föld körüli pályára állítását és a világűrutasítást. Műholdas geodéziáról az 1960-as évek eleje óta beszélhetünk. A lézersugarak 1960-ban történt alkalmazása mind a földi, mind a bolygóközi térben fokozta a távolságmérések pontosságát. Mérhetővé vált a geoidunduláció. A Holdra történő asztronautarepülések és a bolygószondák ezernyi fényképfelvétele megteremtette a világűr-térképészet alapjait.

Már az 1. világháború után megnőtt az érdeklődés a gazdaság- és népesség-földrajzi térképek és atlaszok iránt, de ezek a munkák többnyire csak kisebb régiókra korlátozódtak. A 2. világháborút követő években a tematikus kartográfia példányszámban túlnötte a topográfiai térképészetet. A tematikus nemzeti és regionális atlaszok, a szaktudományi atlaszok és a tervezési térképek száma állandóan növekedett. A földrajztudományban végbemenő

¹¹ 1841 Bessel, 1866 és 1880 Clarke számítása.

¹² 1800 Spanyolország, 1827 Olaszország, 1849 Portugália, 1851 Finnország, 1861 Poroszország.

¹³ 1821 Párizs, 1828 Berlin, 1830 London, 1852 New York, 1872 Budapest.

¹⁴ Magyarországon a nyugalomba vonult katonatiszt, Kogutowicz Manó Magyar Földrajzi Intézete az 1890-es alapításától (hivatalosan csak 1901-től ez a neve) közel két évtized alatt másfélszáz térképet és atlaszt jelentett meg. A munka színvonalára jellemző, hogy az 1900. évi párizsi világkiállításon több térképe aranyérmert nyert.

kvantitatív forradalom a térképészetre is kihatott; a matematikailag megfogalmazott modellek fejlődése különösen az angolszász nyelvterületen vezetett az álizovonal-térképek mérhetetlen tömegéhez. A részben közvetlenül légi fényképekből készülő topográfiai és tematikus térképek előállítására csak a technológia teljes átalakulása nyomán vált lehetővé. A térképnyomtatás új eljárásai, a többszínnyomású ofszeteljárás nagy példányszámú kiadványok előállítására, a szitanyomás kisebb igény esetén, éppoly fontossággal bírtak, mint a tisztázatirajz-készítés és a sokszorosítási eredeti reprográfiai előállításának megváltozott módszerei. A rajzhordozó mérettartó műanyag fólia, a karcfólia vagy korábban üvegkarc-eljárás, a lehúzófilmek és lehúzóeljárás, a pozitív másolóeljárás, a rasztermásolás, a névrajz fényszedéssel történő előállítása mind-mind új technológiai lehetőségeket jelentettek. A rövidhullámú és ultrarövid-hullámú technika fejlődése, a radarberendezések alkalmazása szintén tartós hatást gyakorolt a topográfiai felvételi eljárásokra és térképekre. Megjelent az elektronikus távmérő és a rádiós helymeghatározás. Ehhez jöttek az elektronikus adatfeldolgozás lehetőségei, a számítógépek, sornymotatók, plotterek, mikrofilmrajzoló eszközök

kartográfiai alkalmazásai. A műholdakról történt távérzékelés egészen új lehetőségeket nyújtott a térképészeten. Az egész világra kiterjedt térképészeti aktivitásnál a nemzetközi együttműködés (Nemzetközi Hidrográfiai Dekád, Nemzetközi Geofizikai Év) mind a tematikus kutatásban, mind az eredmények térképészeti értékelésében nélkülözhetetlennek bizonyult. /2/

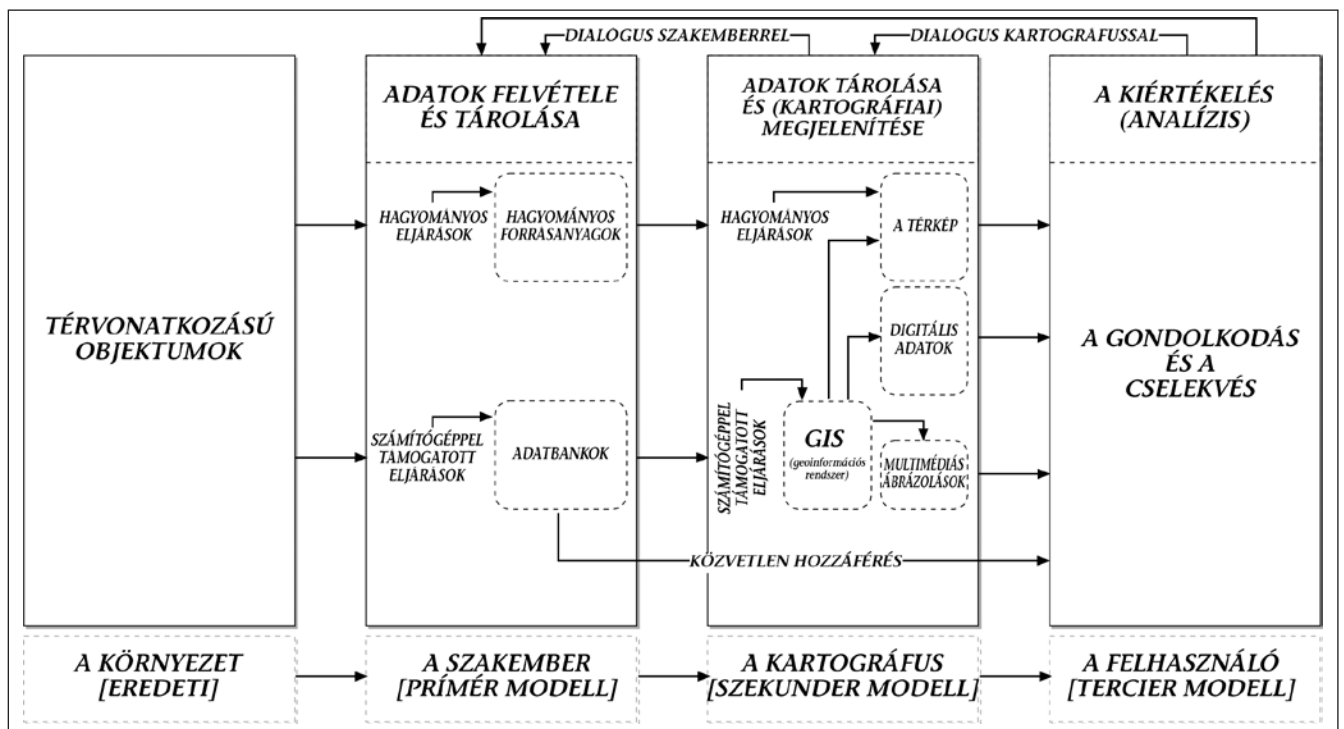
A 2. világháborút követő évtizedek tudományos-technikai fejlődése, kiváltképpen az utolsó négy évtized mikroelektronikai forradalma olyan változásokat hozott a térképészeten (távérzékelés, GPS, GIS) amelyek sürgősen vetették fel az éppen önállóvá vált tudományág ismeret- és tudományelméleti kérdéseinek újrafogalmazását. Az új digitális technológiák nemcsak a kartográfiai ábrázolás, a kartográfiai vizualizáció eljárásait változtatják meg, hanem a térhez kötött strukturális adatok feldolgozását is átalakítják.

A digitális korszak...

A napjainkra jellemző, gyors változásokkal a szakmai célkitűzések is változnak, és különösen a rendszerbe foglalt digitális információgyűjtés, információtárolás és információfeldolgozás

révén az érdeklődés mindinkább a térképi információk megformálására helyeződik. A térkép fogalmát érintő változás azzal jellemezhető, hogy a térhez kötött információk digitális feldolgozása során a feldolgozás folyamata maga térhez kötött ismeretnyerési modellként működik. A feldolgozási folyamat lépcsőfokai a gyors és áttekinthető digitális ábrázolási lehetőségek segítségével maguk is lényeges és alapvető bepillantást nyújtanak a térhez kötött információk összefüggéseinek szerkezetébe. Így a szerkesztési (kartografálási) folyamat közbülső lépcsői nemcsak gyakorlati döntési alapként használhatók, hanem közvetlen betekintést kínálnak a térképészeti megismerés egymásra épülő menetébe.

Abból kiindulva, hogy minden megismerés modellben történő megismerés, a térképet, mint a térhez kötött információk strukturális modelljét definiáljuk, és az alapvető tudományos és ismeretelméleti összefüggéseket, amennyire ezek a kartográfiai modellezési folyamat megértéséhez szükségesek, az általános modellelmélet bevonásával ábrázoljuk. Ennek alapján a térkép a valóságról alkotott térhez kötött információk szerkezeti modellje. Alapvető feltételezésünk,



2. ábra A kartográfia kommunikációs hálózata

hogya a térkép és minden más térképészeti kifejezési forma a modell-gondolkodás, és a modellel való tevékenység széles problémakörét foglalja magában. A kartográfia számára lényeges az a pragmatikus látásmód, amely minden más modellhez hasonlóan a térképészeti modell esetében sem hagyja soha figyelmen kívül készítőjéhez, használójához, a modellfelépítés időtartamához, az eredeti megjelenítéséhez és felhasználási céljához való kötődését. (2. ábra)

A térképszerkesztő szempontjából ez azt jelenti, hogy a térképkészítés kezdetén el kell dönteni, hogy milyen témát, milyen célra, mely térképhasználói kör számára és milyen „térképi nyelven”, a kifejezési lehetőségek milyen grafikai formájával kívánja elkészíteni.

Ismeretformációként a modellek „konstruált valóságot” reprezentálnak térképeken. Ismeretelméletileg ez azt jelenti, hogy a számunkra hozzáférhető entitások mindig csak modellként felfogható konstrukciók, amelyek vagy kiállják a „valóság” próbáját, vagy sem. A térkép modelltulajdonságát három általános ismérv jellemzi: a leképezési, a rövidítési és a pragmatikus ismérv.

Az első, a leképezési ismérv szerint a mindig valaminek a modelljei, mindig visszatükrözések, természetes vagy érzékileg észlelhető entitások képviselői.

A második jellemző ismérv a rövidítési ismérv, – a térképi generalizálásnál alkalmazott kiválasztási alapelv értelmében. A modellek általában nem ölelik fel az összes eredeti attribútumot,

hanem csak azokat, amelyek a modellképző (térképszerkesztő), vagy a modellalkalmazó (térképhasználó) számára lényegesek. Mivel az eredeti és a modell összehasonlítása térképészeti-egyértelműen kivitelezhető, ezért a rövidítési ismérv méretarányhoz való kötöttséget tartalmaz.

A pragmatikus ismérv a térképi modelltulajdonság harmadik jellemzője. Eszerint a modellek nem rendelhetők hozzá per se egyértelműen eredetijekhez, helyettesítő funkciójukat ezért bizonyos megismerő és cselekvő alanyok számára az eredeti reprezentáció bizonyos időintervallumán belül, és bizonyos, a modellképzésnek és a modellel történő operációknak alárendelt célokhoz viszonyítva látják el.

A modellképzés tehát a következő kérdéssémának alávetett: miről, kinek, mikor és mihez készül a térkép. Szemiotikai kifejezéssel élve a térképmodell pragmatikus entitás, és így egy többjegyű állítmány megvalósulása: a térkép az eredeti (a valóság) egy modellje, egy térképkészítőtől, egy térképhasználónak, egy bizonyos időben, egy bizonyos intencióra vonatkoztatva. /3/

Irodalom:

1. Klinghammer, I.–Pápay, Gy.–Török, Zs.: Kartográfia-történet. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 1999.
2. Klinghammer, I.: A térképészet tudománya. Magyar Tudomány, 2008/6. pp. 725–735, MTA, Budapest, 2008.
3. Klinghammer, I.: Térképészet és geoinformatika I. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 2010.

Summary

History of Cartography – From Stick Maps to Digital Map Modelling

In the old times, map-making was an element of the predisciplinary science. Later, map-making was mainly influenced by natural sciences, and it developed as a branch of applied mathematics. Cartography developed on the borderland of geography and geodesy, which resulted in the formation of segments that belonged to technical and military sciences. The development of thematic cartography led to increasing the natural scientific orientation of cartography. In this way, map-making got into contact with several disciplines at the birth of which, such as geology, meteorology and oceanography, cartography had a role. In addition, cartography with its economic and historical cartography also developed as a part of social sciences.



Dr. Klinghammer István
professzor emeritus

az MTA rendes tagja
ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék
klinghammer@caesar.elte.hu

FELHÍVÁS

Az MFTTT vezetése megköszöni tagjainak a 2016. évben felajánlott

személyi jövedelemadójuk 1%-át.

2016-ban 130 922,- Ft érkezett Társaságunk számlájára az Önök által felajánlott 1%-os támogatásokból, melyet működési költségeinkre, valamint a Geodézia és Kartográfia szakfolyóirat előállítására fordítottunk. Megköszönve eddigi bizalmunkat, reméljük ez évben is megtisztelnek felajánlásukkal.

Adószámunk: 19815675-2-42

Címünk: 1149 Budapest, Bosnyák tér 5.

Közhasznú Társaságunk továbbra is számít tagtársaink támogatására.

BIM modellezés lézerszkennelés támogatásával

Somogyi Árpád–Lovas Tamás

Bevezetés

Az épületinformációs modellezés alap gondolata nem új keletű, egészen az 1970-es évekre visszavezethető (Eastman et al. 1974), míg a jelenleg is alkalmazott „Building Information Modeling - BIM” elnevezés 1992 jelent meg először (Nederveen és Tolman 1992). Rohamos fejlődésnek azonban csak az elmúlt 10-15 évben indult, ez idő alatt a témával foglalkozó szakemberek különböző módon foglalkozták meg a BIM jelentését. Az Amerikai Egyesült Államokban kezdődtek meg legkorábban a BIM-mel kapcsolatos munkálatok, például a szükséges szabályozási keretek kidolgozása. A következő definíciót foglalták meg: Az épületinformációs modellezés olyan gazdasági folyamat/eljárás, amely célja az épület teljes életciklusának támogatása a tervezéstől kezdődően az építésen keresztül az üzemeltetésig. A BIM lehetőséget biztosít minden résztvevő számára, hogy hozzáférhessen a szükséges információkhoz technológia- és platformfüggetlenül (National BIM Standard). Tehát az épületinformációs modellezés egy olyan üzleti folyamat, amely biztosítja:

- az épület teljes életciklusának nyomon követését egy rendszerben (1. ábra),
- az épület „életéhez” kapcsolódó résztvevők kommunikációját és koordinációját,
- az épülethez kapcsolódó összes információ egy közös rendszerben történő kezelését.

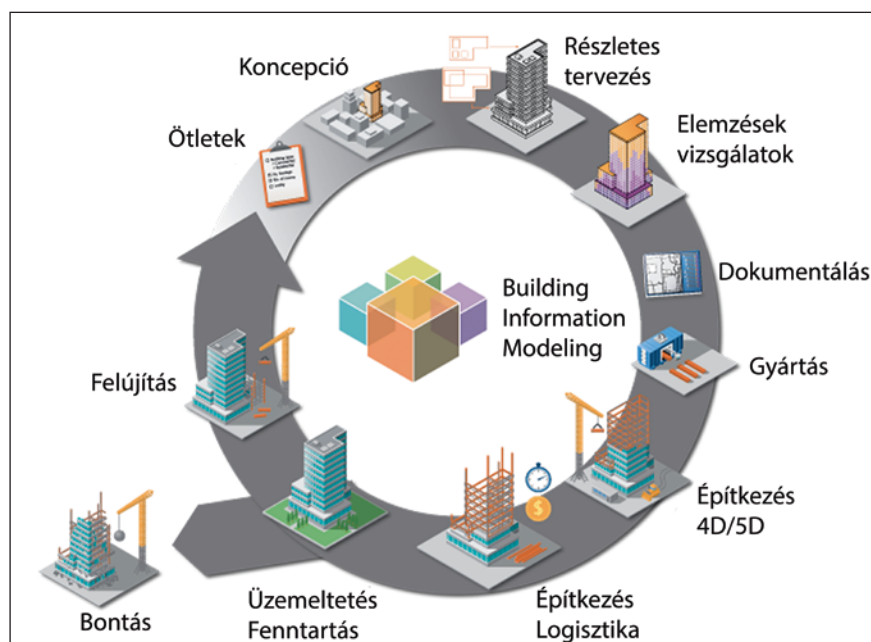
A BIM-eljárás által biztosított egységes keretek előnyei közé sorolható, hogy már a tervezés korai fázisaiban felszínre kerülnek az olyan ütközések, amelyek az egyes szakágak közötti kommunikációs problémákra vezethetők vissza. Ezek időben történő orvoslása jelentős költségmegtakarítást eredményez, nem kell utólagos helyszíni átalkításokat végezni (2. ábra).

Az ütközésvizsgálatok során felmerült szükséges módosítások az épület összes kapcsolódó tervanyagán

egy lépésben érvényesíthetők. A kivitelezések megkezdéséhez elengedhetetlen konszignációk készítéséhez helység- és anyagkimutatások segítségével biztosítható, hogy nem marad ki egyetlen elem sem. BIM-modell alkalmazása esetén a művezetői munkák is jelentősen leegyszerűsödnek, hiszen nem szükséges nagy méretű nyomtatott tervanyagokon keresni az épület aktuális építési szakaszában releváns részleteket. Az ütközésvizsgálat egy másik aspektusa, hogy a kivitelezés során az azonos területeket érintő munkálatok időben elválaszthatók. Az üzemeltetési feladatokat megkönnyítheti, ha a modellben elérhetők az egyébként nehezen megközelíthető

épületelemek (pl. gépészeti rendszer), és az azokra vonatkozó paraméterek egy esetleges csere vagy javítás során. A BIM-modellek segítségével lehetőség nyílik az okos épületek kialakítására is, például a világítás, légkondicionálás automatizálása során.

Az eljárás hátrányaként említhető a jelenleg még magas bekerülési költség; új számítógépes környezetek kiépítése, megfelelően képzett szakemberek alkalmazása, valamint a modell kialakításának költségei. Azonban a fejlődés a BIM irányába mutat; nagyobb beruházások esetében, mint irodaházak, gyárak, oktatási létesítmények, repterek stb. már bizonyos szintű BIM alkalmazása követelmény.



1. ábra. Építmények életciklusa a BIM tükrében. (<http://www.cadbim3d.com>) alapján



2. ábra. Budapest, M4 metró, Móricz Zsigmond körteméri állomás kivitelezési problémája és annak orvoslása

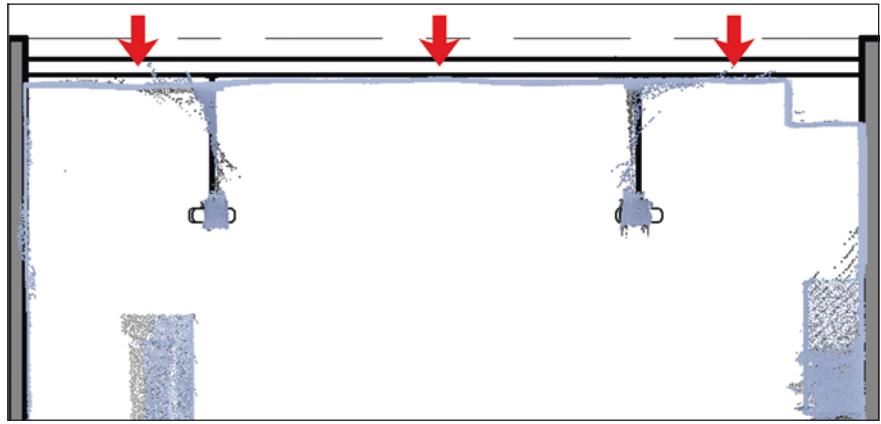
A térinformatika és a BIM

A térinformatika, mint a „térbeli információk elméletével és feldolgozásuk gyakorlati kérdéseivel foglalkozó tudomány” (Detrekői és Szabó 2002) a BIM-modellezés szerves részének tekinthető, hiszen ezen modellek alkotóelemei mind helyhez kötött adatokkal rendelkeznek. Fontos feladat ezen elemek egy közös adatbázisban történő kezelése, és az azokon végrehajtandó elemzések támogatása.

Manapság egyre növekvő igény jelentkezik a BIM-modellek GIS-rendszerekkel történő integrálására, erre reagálva egyes cégek és szövetségek megkezdtek a szükséges környezetek kialakítását (Kuehne, Andrews 2016). Az így létrejövő egységes rendszerek elősegíthetik az okos városok (smart city) kialakítását, ezáltal növelve az életszínvonalat, a környezettudatosságot, valamint a városmenedzselési feladatok hatékonyságát. Az egyes építmények a már meglévő különböző hálózatok (út-, vasút- és közműhálózatok stb.) figyelembevételével tervezhetők.

A földi lézerszkennelés (TLS) és a BIM

Az elmúlt években az adatgyűjtésben megfigyelhető a paradigmaváltás: a diszkrét pontok mérése mellett a gyakorlatban is elterjedté váltak a felületjellegű adatnyerést alkalmazó technikák (lézerszkennelés, képpontalapú térrekonstrukció). Olyan esetekben, amikor nincs szükség nagy pontosságú mérésekre (elegendő a 0,5-1 cm-es nagyságrendű pontosság), de fontos a terület részletes felmérése, a földi lézerszkennelés versenyképes eljárás lehet a hagyományos geodéziai eljárásokkal szemben vagy azok mellett. Felületjellegű adatnyerés esetében olyan geometriai adatok is kimutathatók, amelyek egyéb eljárással nem vagy nehezen, például a falakban, mennyezetekben tapasztalható egyenetlenségek (3. ábra). Természetesen a jól generalizálható környezetek esetében a felmérés diszkrét pontok meghatározásával továbbra is gazdaságos és hatékony eljárás.

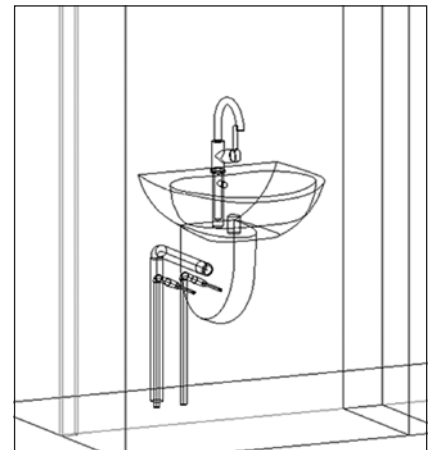


3. ábra. Mennyezeten tapasztalható eltérés

Lézerszkenneléssel a terepen töltött idő lecsökkenthető, ez forgalmas területeken jelentős előny, azonban az irodai munka a hagyományos eljárásokhoz képest nagyobb, a begyűjtött adatok feldolgozása 5-10-szeres időráfordítást igényel feladattípustól (a végeredmény jellegétől) függően. Több lézerszkennelési álláspont adatállományainak összeillesztésével az egyes álláspontokról nem látszó, azaz kitarthat területek mérete csökkenthető. A transzformációs paraméterek számításához diszkrét pontokat, dedikált objektumokat, vagy a teljes pontfelhőt felhasználó félautomatikus eljárásokat alkalmazhatunk. Amennyiben a felmérés során képek is készültek az egyes álláspontokból, azok segítségével a pontfelhő kiszínezhető. A földi lézerszkenneléses felmérések jellemző végeredménye lehet pontfelhő, felületmodell vagy akár vektoros modell is.

Rekonstrukciós és felújítási munkálatok során a tervek hiányosságainak vagy teljes hiányának következtében az egész terület felmérése szükségessé válhat; erre a földi lézerszkennelés kézenfekvő megoldás lehet. A műszerből származó pontfelhők előfeldolgozás (illesztés és adatkonverzió) után a BIM modellező programba importálhatók, ahol azokon mérések végezhetőek, ezzel támogatva a modellezést, tervezést és a megvalósult állapot ellenőrzését. Kiegészítő mérések segítségével a falakban található elemek (csövek, vezetékek) helyzete is meghatározható, így lehetővé válik a teljes és részletes modellezés (4. ábra). Az egyes álláspontokra előállítható panorámafelvételekből

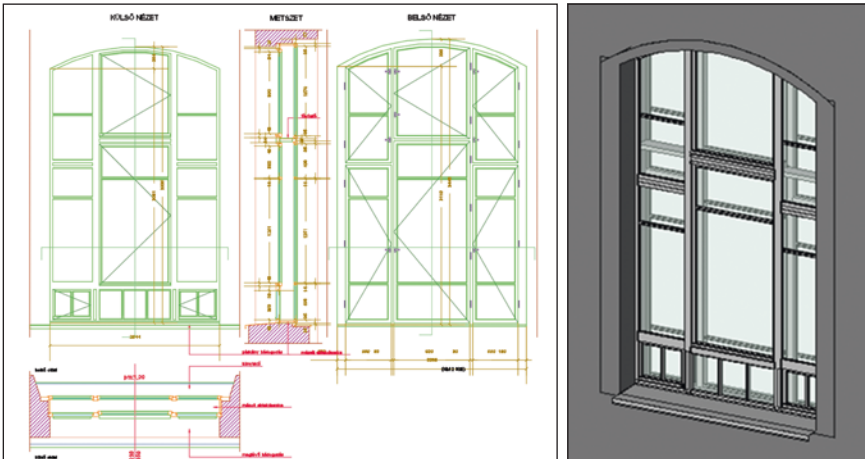
levezethető utcaképszerű megjelenítési mód további segítséget nyújthat a felmért állapotok modellezésében.



4. ábra. A mosdó felmérése lézerszkenneléssel elvégezhető, azonban a falban található csövek pontos helyzete csak kiegészítő mérésekkel határozható meg.

Esettanulmány

A Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék laborjának felújítása kapcsán merült fel az az ötlet, hogy BIM-rendszerben kövessük a folyamatot, amely során a labor a korábbi Magasépítési Tanszék oktatói szobáinak helyére költözött. A következő tervanyagok álltak rendelkezésre: a felújítás előtti és utáni tervek, amelyek tartalmazták a tervezett világítási és erőátviteli terveket, a bontási és organizációs terveket, valamint a nyílászárók konszignációs terveit. A tervek részben az egyes összetett elemek előállítását segítették (5. ábra), másrészt lehetőséget biztosítottak az előállított pontfelhő és modell minősítési vizsgálatára. A BIM-modell Autodesk Revit programcsomagban készült el.



5. ábra. Balra: a rendelkezésre álló 2D-s tervanyag. Jobbra: a családelemként elkészített ablakmodell

A felmérés Faro Focus 3D 120S lézerszkennerral történt (Faro) a felújítás előtt és után (2015 októberében és 2016 márciusában) (6. és 7. ábra).

Az elkészült modellben megfigyelhetők a tervezett és megvalósult állapot közötti különbségek. Láthatóvá vált, hogy a valóságban a tervektől eltérően a falak néhol szélesebbek, néhol viszont keskenyebbek, illetve a falak nem mindenhol merőlegesek egymásra. Mivel nem csak diszkrét pontok lettek bemérve, hanem a

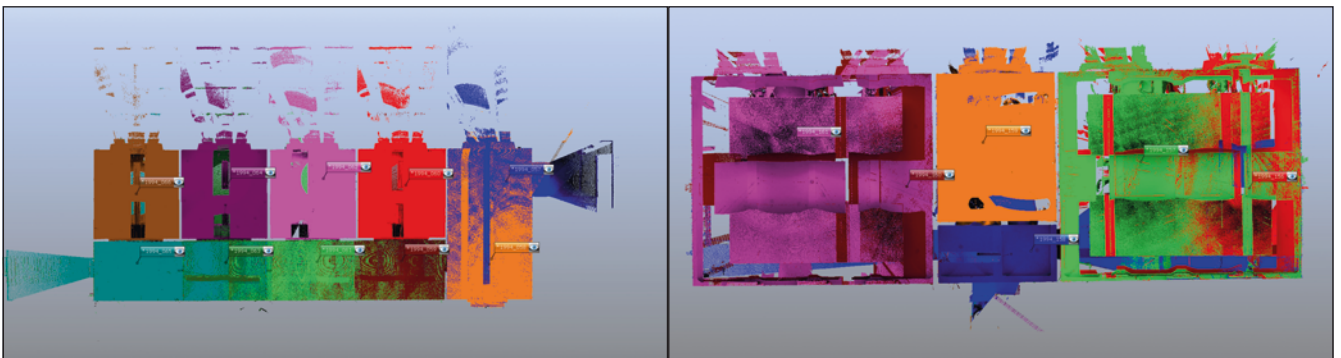
teljes padló, mennyezet és falfelületek is, így a deformációk és torzulások is kimutathatók.

A felújítás előtti és utáni állapot geometriai modelljén túl elkészültek a labor elektromos tervei, a fűtés-hűtés, illetve a vízellátás tervei. A modellezés közben eltérések mutatkoztak a tervezett és a megvalósult állapotok között; ezek az eltérések többségükben a felújítási munkálatok során végrehajtott módosítások hatásai, melyek a pontfelhőn jól látszódnak. Egyes elemek

esetében a tervekről csak azok vízszintes helyzete volt leolvasható, azonban néha még ez sem állt rendelkezésre; ilyenkor csak a pontfelhőre lehetett hagyatkozni. A falon kívüli fűtésrendszer csővezetékek kialakításához csak a pontfelhő szolgált kiindulási alapként, a csövek átmérője és helyzete kizárólag így volt megszerkeszthető. A megfelelő paraméterek beállítása után a csövek egymáshoz csatlakoztatása során a BIM modellező szoftver automatikusan létrehozta a hálózatot. (8. ábra)

A laborberendezésekről nem állt rendelkezésre tervanyag, így ezen objektumok modellezéséhez szintén a pontfelhő adta az alapot, megfelelően kialakított nézetek segítségével. A laborban egyedi asztalok voltak, amelyek úgy lettek kialakítva, hogy a számítógépes munkaállomás mellett elég hely maradjon a diákoknak. Az elem geometriája nem bonyolult: egy hajlított acéltartón egy hatszögletű falap található (9. ábra).

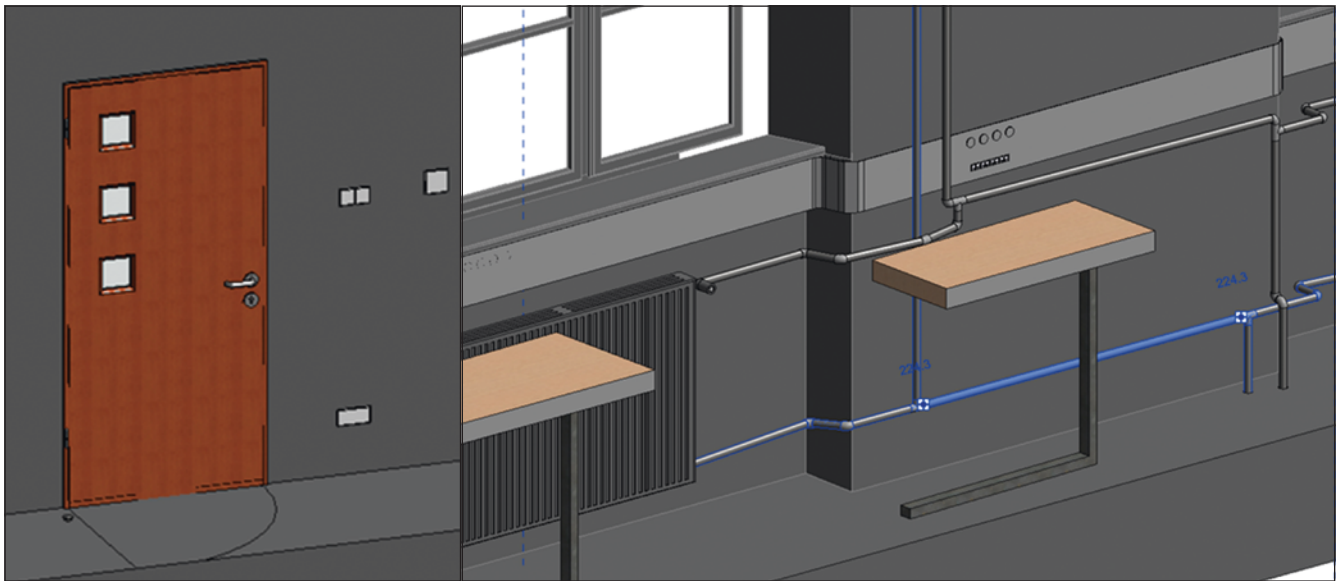
Az elkészült modell alapján látványtervek, bemutató videók és kimutatók készültek el, amelyek további segítséget nyújthatnak egy valós projekt során. (Varga 2016)



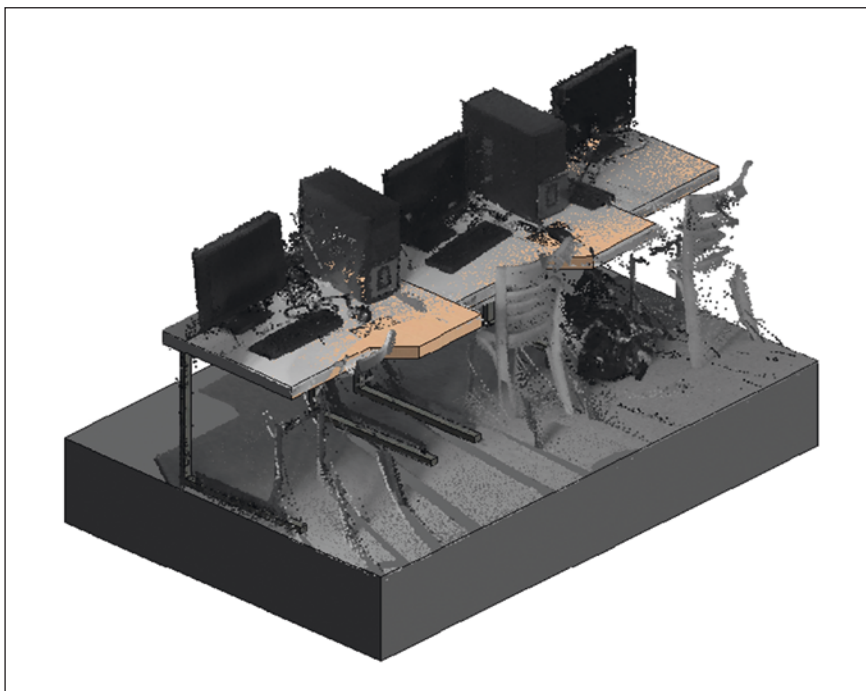
6. ábra. Balra: az átalakítások előtti állapot: négy tanári szoba, egy folyosó és egy előtér. Jobbra: az átalakítások utáni állapot: két tanterem, egy szervert terem és egy előtér. (A különböző színek az egyes szkennelési állásponokat jelölik.)



7. ábra. Balra: az átalakítások előtti állapot: a folyosó színezett pontfelhőjének képe. Jobbra: az átalakítások utáni állapot: a tanterem színezett pontfelhőjének képe.



8. ábra. Balra: az elektromos terveken szereplő kapcsolók és csatlakozóaljzatok magassági helyzete a tervekről nem, csupán a pontfelhőről volt leolvasható. Jobbra: az átalakítások utáni állapot, a modellben kialakított fűtésrendszer elemei.



9. ábra. A tanterem pontfelhője a létrehozott asztalok modelljeivel

Összefoglalás, konklúzió

A fejlettebb országokban az építési munkálatokra vonatkozó szabályozási keretek változása rövid időn belül a BIM-eljárás elterjedését hozhatja el (NBS National BIM Survey, 2016). Ennek kapcsán kezdetben az új beruházásokat BIM-eljárással kell kialakítani, később – egyes építmények esetén – célszerűvé válhat a már meglévő létesítmények modelljének BIM-környezetben történő kialakítása is. Az épülő és meglévő építmények

ellenőrzésére, valamint az átalakítások, bontások kapcsán szükséges részletgazdag adatok előállítására célszerű földi lézerszkennelést alkalmazni. A pontfelhő alapján a valós állapot pontos, teljes területű leképezése történhet meg, valamint olyan információk is elérhetővé válnak, amelyek a tervekről lemaradhattak, vagy természetüknél fakadóan nem szerepelnek rajtuk. A lézerszkennelt állományból épített modell alkalmas alap a más adatnyerési eljárásokkal felmért objektumok fogadására, elhelyezésére.

A megvalósult, akár berendezett helyiség felmérése nem csak a minőségellenőrzéshez, de az üzemeltetéshez is hasznos információkat nyújt.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönettel tartoznak Varga Tímea BME mesterszakos hallgatónak, aki a szerzők irányítása alatt BSc diplomája során elvégezte a Tanszék laborjának felmérését és BIM modellezését.

Irodalomjegyzék

- Eastman, Charles; Fisher, David; Lafue, Gilles; Lividini, Joseph; Stoker, Douglas; Yessios, Christos. 1974. An Outline of the Building Description System. Institute of Physical Planning, Carnegie-Mellon University.
- Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks, and Kathleen Liston. 2008. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. Wiley Publishing.
- G. van Nederveen, F. Tolman. 1992. Modelling multiple views on buildings. Automat. Constr., 1 (3) (1992), pp. 215–224 [http://dx.doi.org/10.1016/0926-5805\(92\)90014-B](http://dx.doi.org/10.1016/0926-5805(92)90014-B)
- National BIM Standard – United States® Version 3 – Terms and Definitions – ©2015 National Institute of Building Sciences buildingSMART alliance®
- Detrekői Á.–Szabó Gy. 2002. Térinformatika, Nemzeti tankönyvkiadó, Budapest, 2002.
- Don Kuehne Chris Andrews 2016. <https://blogs.esri.com/esri/arcgis/2016/04/01/increasing-interest-in-the-fusion-of-gis-and-bim/>

Faro Focus 120: http://www.laserscanning-europe.com/de/system/files/redakteur_images/TechSheet_Laser%20Scanner_Focus3D.pdf
NBS National BIM Survey 2016: National BIM Report 2016
Varga Tímea 2016. BIM modellezés lézerszkennelés támogatásával. Diplomamunka

Summary

Supporting BIM by Terrestrial Laser Scanning

Changes in building rules and regulations can broaden the application field of BIM procedures (NBS National Survey, 2016). First, new constructions should be supported by BIM, but the technology can be used effectively in

case of some existing buildings, too. Terrestrial laser scanning is a powerful tool to acquire detailed data from existing buildings or from those under construction. The laser scanned point cloud provides accurate, full coverage representation of the current state, and ensures access to data that are not present on the blueprints. The model based on laser scanned point cloud enables integrating objects surveyed with other data acquisition technologies. Surveying the finished building, even with furniture and with all equipment inside supports not only quality control but provides useful information for building operation purposes.



Somogyi Árpád
doktorandusz

BME Fotogrammetria és
Térinformatika Tanszék
e-mail: somogyi.arpad@epito.bme.hu



Dr. Lovas Tamás
docens

BME Fotogrammetria és
Térinformatika Tanszék
e-mail: lovas.tamas@epito.bme.hu

Vonalak automatizált generalizálása az elméletben és a gyakorlatban – Vonalegyszerűsítő és -simító eljárások

Ungvári Zsuzsanna

1. Bevezetés

A térképre a földfelszín három elem-típussal képezzük le: pontokkal, vonalakkal és felületekkel. Ebben a cikkben a vonalas elemek automatizált generalizálási lehetőségeivel foglalkozom. Mivel a felületek kontúrjának, vagyis körvonalának generalizálása visszavezethető vonalas elemekre, ezért ezekre is használhatók az itt bemutatott módszerek, némi kiegészítéssel. A vonalas elemek lehetnek például a szint- és mélységvonalak, vonalas vízrajzi elemek (folyók, patakok), utak, vasutak, határvonalak és partvonalak; a felületek pl. felületi vízrajzi elemek (tavak, tározók), igazgatási egységek, felszínborítottság, épületek stb.

A magyar szakirodalomban hét generalizálási szabályt, vagyis elemi folyamatot különítünk el (Klinghammer–Papp-Váry 1983), de a jelen cikkben csak az elemek egyszerűsítésével foglalkozom. Az angolszász szakirodalom általában több elemi folyamatra bontja a generalizálást, de ezek tulajdonképpen

„lefedik” a hét szabályt. Az eltérés akkor szembetűnő, ha a folyamatot automatizáltan valósítjuk meg, vagyis egy algoritmus végzi el helyettünk a vonalak generalizálását. Ekkor vonalegyszerűsítő és -simító algoritmusokat is meg kell különböztetnünk.

Az 1960-as évektől kezdve dolgoztak ki olyan számítógépes eljárásokat, amelyekkel megpróbálták kiváltani a munkaigényes és monoton folyamatokat, például így megszülettek az első vonal-generalizálási algoritmusok (Ramer 1972, Douglas–Peucker 1973). Az algoritmus matematikai és logikai műveletek véges sorozata, amely egy folyamatot reprezentál (Rogers 1987). A generalizálás automatizálása algoritmusok kidolgozásával lehetséges. Lévéen a generalizálás szubjektív feladat, ezért nem egyszerű a matematikai alapokra helyezése, máig nagy kihívás elé állítja a kutatókat. A céloom az volt, hogy olyan eljárásokat alkossak, amelyekkel a generalizált térképi tartalom minőségében a legjobban hasonlít a hagyományos úton készült térképekhez. Az

automatizált generalizáláshoz vonalegyszerűsítő és -simító algoritmusokat használtam, ezért a következő részben röviden ismertetem a rendelkezésünkre álló eljárásokat. A cikk célja, hogy részletes áttekintést nyújtson az algoritmusok működéséről. A matematikai háttérrel részletesebben az eredeti cikkekben olvashatnak.

2. Vonalegyszerűsítés és simítás

A hagyományos térképek rajzolásánál akár manuálisan, akár térképrajzoló szoftverben a térképszerkesztő „fejében” zajlik a generalizálás: csökkenti a kanyarulatok számát, simítja a vonalat. Ha ezt a folyamatot automatizálva szeretnénk végrehajtani, matematikai alapokra kell helyezni az egyes lépéseket. Alapvetően két csoportba soroljuk az e célra alkalmas algoritmusokat: egyszerűsítő és simító algoritmusokra (Slocum 2005). Egyszerűsítés során a vonal töréspontjainak száma csökken, a vonal szerkezete egyszerűsödik.

Simítás során a csúcsoakat, szögleteket távolítjuk el, ezáltal kerekesebbé, „simábbá” válik a vonal: új pontokat számítunk ki. Li (2007) ezzel szemben egy újabb csoportot is bevezetett, ezek a méretarányfüggő generalizáló algoritmusok. Ezekben a méretarány-szám paraméterként megadható. Véleményem szerint ugyan mindkét csoportosítás helytálló, de a Li által méretarányfüggő generalizáló algoritmusok besorolhatók a vonalegyszerűsítők közé, annak egy alcsoportját képezik.

Az egyszerűsítő algoritmusok áttekintése

Ezeket a rutinokat többféleképpen is csoportosították, magyarul is megjelent a Térinformatikai alapismeretek c. könyvben fordításként (NCGIA Core Curriculum 1994). Li ezt használta fel és fejlesztette tovább 2007-ben. Az algoritmusok alapos ismerete alapján a következő csoportosítást javaslom: méretarány-független és méretarány-függő eljárások. A méretarány-független algoritmusoknál nem adható meg sem a kiindulási méretarányszám, sem a célméretarányszám paraméterként (természetesen közvetett módon a különböző toleranciaértékhez rendelhető méretarány pl. Ungvári 2015): ide sorolom a hagyományos vonalegyszerűsítő rutinokat, az alább felsorolt csoportokban, amely már McMaster és Shea kategorizálásán alapul. Ezeknek az algoritmusoknak a futtatásához legalább két bemeneti paraméter szükséges: a vonalláncok töréspontjainak koordinátái, és legalább egy toleranciaérték, ez lehet távolság, terület, szög, számosság. A teljesség igénye nélkül, a kartográfiai gyakorlatban eredményesen használható, vagy a térinformatikai szoftverekbe épített algoritmusokat tekintem át, kiemelve legfontosabb jellemzőiket. Egy korábbi munkámban részletesen kitérek a szoftveres lehetőségekre és javaslatot teszek az automatizált generalizálás oktatására is (Ungvári 2016).

Méretarány-független eljárások
A méretarány-független eljárások esetében a vonalak meglévő csomópontjainak száma csökken, általában megtartják az eredeti csomópontokat,

de némely esetben előfordulhat, hogy újakat számítanak ki.

Független pontok módszere. Egyszerű algoritmusok, nem veszik figyelembe a vertexek közötti kapcsolatokat. **N-edik pont módszer:** megtart minden n-edik pontot a vonal töréspontjai közül. N természetes szám. Túl sok töréspont esetén érdemes először ezzel ritkítani a csomópontok számát, de önmagában nem alkalmas generalizálásra.

Lokális módszerű (szomszédospontvizsgálati) eljárások. Szomszédospontokat vizsgál, például köztük lévő távolság, általuk bezárt szög, vagy ezek kombinációja alapján. A pontok közötti távolság és az általuk bezárt szöget felhasználó algoritmust *Jenks* után neveztek el. A merőleges távolság esetén a vizsgált, vagy más néven a kritikus pont előtti és utáni csomópontot köti össze egy képzeletbeli egyenessel, és a kritikus pont egyenestől való távolságát vizsgálja meg.

Korlátozottan kiterjesztett lokális eljárások. A pontok szélesebb szomszédosságát nézik meg: például a Lang-, a Deveau-, és a Visvalingam-Whyatt-algoritmusok. A *Lang-algoritmusnak* két, a felhasználó által megadható paramétere van: az egy lefutásban maximálisan vizsgálandó pontok száma, és egy merőleges távolság az aktuálisan vizsgált első és utolsó pontot összekötő egyenestől (Lang 1969). A *Deveau-algoritmus* a felesleges, az objektum alakját nem meghatározó pontokat törli, helyenként újakat határoz meg. Két bemeneti paramétert adhatunk meg, ezek a simasági faktor és a maximális élességi szög (Deveau 1985). A *Visvalingam-Whyatt-rutinnál* az egyetlen választható paraméter az éppen vizsgált három pont által bezárt háromszög területe, vagyis a hatékony terület (Visvalingam-Whyatt 1993).

Nem korlátozott, kiterjesztett lokális eljárások. A *Reumann-Witkam-algoritmus* esetén a vonal morfológiája szabja meg a vizsgált pontok számát: a kritikus pontot a következő ponttal összekötő egyenes irányában húzott sávon belül elhelyezkedő pontokat törli, majd áthelyezi a kritikus pontot az első, sávon kívül eső pontba. A választható toleranciaérték a sáv teljes szélességének felét jelenti. Eredményeként

hosszú egyenes szakaszok jönnek létre (Reumann-Witkam 1974). Ebbe a csoportba sorolom a *Wang(-Müller)-féle algoritmust* is, amely a vonalak kanyarulatait egyszerűsíti, és amelyben egy paramétert adhatunk meg, ez a kanyar mérete (a polyline kanyart leíró része, és a kanyar alapvonala által bezárt terület). A kanyar a vonal azon szakasza, ahol az egymást követő csomópontok irányultsága vagy negatív vagy pozitív, vagyis amíg nem következik be lokális irányváltás, azaz inflexió a vonal futásában (Wang-Müller 1998).

A globális eljárások a teljes vonalláncot, vagy a vonal egy hosszabb szegmensét veszik figyelembe; iteratív módszerrel választják ki a kritikus pontokat. A legszeleesebb körben alkalmazott algoritmus a (*Ramer- Douglas-Peucker-féle egyszerűsítő rutin* (Ramer 1972, Douglas-Peucker 1973)). A rekurzív eljárás merőleges távolságokkal dolgozik, ez a változatható paramétere. Első lefutásban megvizsgálja, hogy melyik pont esik legtávolabb a kezdő- és a végpontot összekötő egyenestől. Ha ez a távolság kisebb, mint a toleranciaérték, ez lesz az új szakasz (vagy vonal); ha nagyobb; akkor rekurzívan újra hívja önmagát az eljárás, mindaddig, míg be nem fejezi a vonal vizsgálatát. A kezdő- és végpontot mindig megtartja.

Méretarányfüggő eljárások

A méretarányfüggő rutinok közé sorolom a Li által méretarányfüggő generalizálásként megadott algoritmusokat, amelyekben közvetlenül megadható a kiindulási és célméretarányszám is (itt ez lesz a toleranciaérték). Perkal ötlete az automatizálási gyakorlatba nem került át. Ennek lényege, hogy a vonal mentén mindkét oldalon köröket helyezünk el oda, ahol a vonalnak inflexió pontja van. A kör vonalláncot érintő szakaszai lesznek a vonal új szakaszai. A belső és külső elhelyezésű körök különbségéből jön létre a generalizálási határzóna. Erre Perkal nem javasolt gyakorlati megoldást, de az örvény-algoritmus (angolul: whirlpool) működése ehhez hasonló (Dougenik 1980). Méretarány szerint változó sugarú köröket helyezünk el az egyes csomópontokban. Ahol a nem szomszédos körök átfedik egymást,

ott a méretarányhoz képest túl hegyes csúcs van, amit egyszerűsíteni kell.

A *Li-Openshaw-féle eljárások* figyelembe veszik az objektumok méretét. Ha az adott elem a célméretarányban kisebb, mint a minimális méret, akkor elhagyják. Bármilyen komplex felépítésű is az elem, ha nagyobb a minimális méretnél, egyszerűsíthető. A méretarány szerint definiálni kell egy raszteres rácshálót, amely az egyes céláiban elhelyezkedő objektumrészlet töréspontjaiból egy új pontot átlagol, majd ezeket köti össze (Li 2007).

Az *objektumok területét megőrző kartográfiai vonalgeneralizálási algoritmus* egy összetett metódus, amely két lépésben működik: először egyszerűsít, majd az ezután megmaradt, túl éles csúcsokat elsimítja. Az egyszerűsítés során csökken a vonal komplexitása: négy pontból álló csoportokból képez ponthármasokat úgy, hogy a négyszög területe megegyezik a háromszög területével, ezáltal nem keletkeznek bezárult felületek, mint pl. a Douglas-Peucker-algoritmusnál. A simítást csak ott hajtja végre, ahol túl éles szög keletkezett az egyszerűsítésnél is alkalmazott a területmegőrző módszer ellentétével. Bemeneti paraméterként csak a célméretarány nevezőjét kell megadni (QGIS-es verzió). Az algoritmus egy tapasztalati úton meghatározott változót is tartalmaz (vonalvastagság), amelyről a szerző kijelenti, hogy interaktívan egyelőre nem állítható, csak a forráskódban, de a helyes eredményhez szükség lehet az eredeti rajz felülbírálására (Tutic 2009). Ezáltal az algoritmus a méretarányfüggő, egyszerűsítő eljárások közé tartozik, bár simítást is végez, az csak részleges, kivitelezésében nem tartozik a simító algoritmusok közé.

A vonalsimító eljárások áttekintése

A simítás megszüadítja a vonalláncoakat az éles szögektől, csúcsoktól, az ún. zajoktól, és részletektől. McMaster és Shea három csoportba sorolja a simító algoritmusokat (Slocum 2005), míg Li már négy kategóriát állított fel (Li 2007). A kétféle csoportosítás alapján kidolgoztam egy újabbat, amely egyesíti a kettőt. A magyar nyelvű szakirodalomban eddig még nem

foglalkoztak vonalsimító eljárások csoportosításával, elnevezésével. Vannak olyan csoportok, amely mindkét szerzőnél megegyeznek.

Súlyozott átlagok

A vonallánc csomópontjainak a szomszédos töréspontok átlaga alapján egy új pozíciót számít ki. Ide tartozik pl. a *simítás a McMaster-féle súlyozott átlaggal, és simítás a McMaster-féle csúsztatott átlaggal*. Mindkettőnél két bemeneti paraméter van, az egyik az átlagolásban részt vevő pontok száma (célszerű páratlan számú pontot átlagolni), a másik szám az új pont eredetihez való közelebb „csúsztatásának” mértékét fejezi ki [0–1] között, ahol 0 az eredetivel megegyező, 1 pedig az átlagolásban bevont pontokból számított új helyzetet jelenti. A csúsztatott átlag esetén az új töréspont eltolása lineáris, súlyozott átlag esetén a távolsággal fordítottan arányosan súlyozott. *Boyle „előretelkintő” algoritmus* (forward looking) esetén a megadható paraméter egy szám (x), amelytől függ az új pont helyzete. Az eredeti algoritmust kissé módosítva ültették át a gyakorlatba: a megadott szám a kritikus pont új helyzetének kiszámításához szükséges. A következő x darab pont $1/x$ súllyal vesz részt a kritikus pont új helyzetének számításában (Boyle 1970). A szerző többek között a mélységvonalak simításához ajánlja, ezért az algoritmust szintvonalakon is megvizsgáltam.

Görbeillesztés

Görbeillesztés során a vonalláncoat görbékkel helyettesítjük. Mivel a térinformatikai szoftverek vagy fájlformátumok többségében nem támogatják a görbék tárolását, ezért ezeket polyline-okkal ábrázoljuk úgy, hogy megfelelő sűrűséggel megadjuk a görbe pontjait, így a célméretarányban görbének látszanak. A görbéknek matematikai szempontból két fajtája lehet: interpolációs (a görbe átmegy a vezérlőponton) és approximációs görbék (követi a vezérlőponton, de általában nem megy át rajta). A görbeillesztés során a gyakorlatban általában harmadfokú görbékkel helyettesítjük az eredeti „törött” vonalat. A szoftverekben használt görbék harmadfokú egyenletekkel, vagy

polinomokkal írhatjuk le a legegyszerűbben. A Bernstein-polinommal állítható elő a *Bézier-görbe* (Kovács 2011). Egy harmadfokú Bézier-görbe ívének futásvonala a két végpont és a két vezérlő v. más néven kontrollpont koordinátájának ismeretében írható le. Ha egy „törött” vonalat helyettesítünk görbével, akkor az egyes görbévek érintői a végpontokban párhuzamosak és folytonosak, így biztosítható a görbe vonal „sima” futása. (Két görbe folytonos illeszkedésű, ha az egyik görbe második deriváltjai a végponton megegyeznek a másik görbe második deriváltjaival a kezdőponton. Ezeket a folytonos, összetett görbéket szplájnoknak nevezzük.). Az egyes görbévek futásvonalának számításához a két végpontra, és egy íveltségi együtthatóra van szükség: ezekből interpolálható a két kontrollpont, amivel már megadható görbe (Szirmay-Kalos 2003, AGG 2007).

A Bézier-görbéhez „küllemre” igen hasonló megoldást kapunk, ha Hermite-görbét használunk fel. Ezek bár interpolációs görbék, de ugyanúgy megadhatók polinomokkal is: két pont és két érintő vektor lesz az input adat a görbévek számításakor (Kovács 2011).

A görbék ezen kívül lehetnek approximációs *B-szplájnok* is. Ennek két altípusa van: a *NUBS* (nem uniform B-szplájn: az egymást követő görbeszegmenseknek nem egységnyi intervallum felel meg) és a *NURBS* (nem uniform racionális B-szplájn: az egymást követő görbeszegmenseknek nem egységnyi intervallum felel meg, és a súlyfüggvények két polinom hányadosai is lehetnek). Előnyük, hogy rugalmasan alakíthatók, ezért inkább a mérnöki tervezésben használják őket, a térinformatikai szoftverekben kevésbé (Szirmay-Kalos 2003).

A *Chaikin-algortmussal* a vonallánc szögletességét csökkentjük: veszünk három, egymást követő csomópontot (P_1, P_2, P_3), amely a vonallánc két szakaszát (P_1-P_2 és P_2-P_3) alkotja. Mindkét szakaszra, a P_2 közelében beszúrunk két új pontot, és a P_2 -t töröljük. Ugyanezt végrehajtjuk a teljes vonallánccra. Ha ezt a folyamatot egymás után legalább háromszor ismétljük, általában kellően sima lesz az új vonallánc, megszűnik a vonallánc

„sarkossága” (Chaikin 1974, Riesenfeld 1975). Az így kapott görbék másodfokú B-szplájnek.

Bár a *polinomiális approximáció exponenciális kernellel* (PAEK) eredményeként kapott vonalak a Chaikin-algoritmushoz hasonlítanak leginkább, ezért ebbe a csoportba soroltam be, de a felhasznált matematikai módszer alapján mindhárom kategóriába illene. A görbe egyes szakaszain a csomópontok helye alapján átlagolt pontot számít ki egy, a Gauss-szűrőhöz hasonló, de azzal nem azonos kernellel (konvolúció). Ehhez másodfokú polinomokat is felhasznál (Bodansky et al. 2002).

Zajszűrésalapú simítás

A zajszűrés során a vonalláncot digitális jelnek tekintjük. A kisebb formákat reprezentáló ívek, görbületek a zajok, ezeket kiszűrjük, a nagyobb „trendeket”, görbületeket megtartjuk. A *Fourier-transzformációt* például a digitális jelfeldolgozásban is használják. A szűrés időbeli folyamatokról szól, ez a szintvonalak esetén távolságot jelent, a frekvencia pedig térfrekvenciát. Mivel a szintvonalak általában nem ábrázolhatók függvényként (többértékű függvény nem fejtethető Fourier-sorba), ezért Stegena a következőképpen járt el: egy síktartományt rendel minden szintvonalhoz (egy lépcső jön létre a szintvonal két oldala között, melynél a szintvonal egyik felén lévő magassáérték 1, a másikon 0), ezen szimmetrikus, kétváltozós szűrőt futtat. A 0,5 magasságú pontokat összeköti, ez lesz a szűrt vonallánc. A szűrők közül a felülvágó szűrőt ajánlja (Stegen 1970).

A másik lehetséges módszer a „gyors” *Fourier-transzformáció*. Többféle tudományban is gyakran használják zajszűrésre, ilyenkor a vonalakat szinusz- és koszinuszfüggvények sorára bontják fel. Boutoura (1989) bebizonyította, hogy önmagában az izovonalak X és Y koordinátáinak használata esetén nem működik jól, helyette inkább a vonalak meredekségét használta fel.

A wavelettranszformáció is egy spektrális felbontás, azonban nem szinusz- és koszinuszösszetevőkre bontjuk fel a jelet, ahogy azt a Fourier-transzformáció esetén tettük, hanem

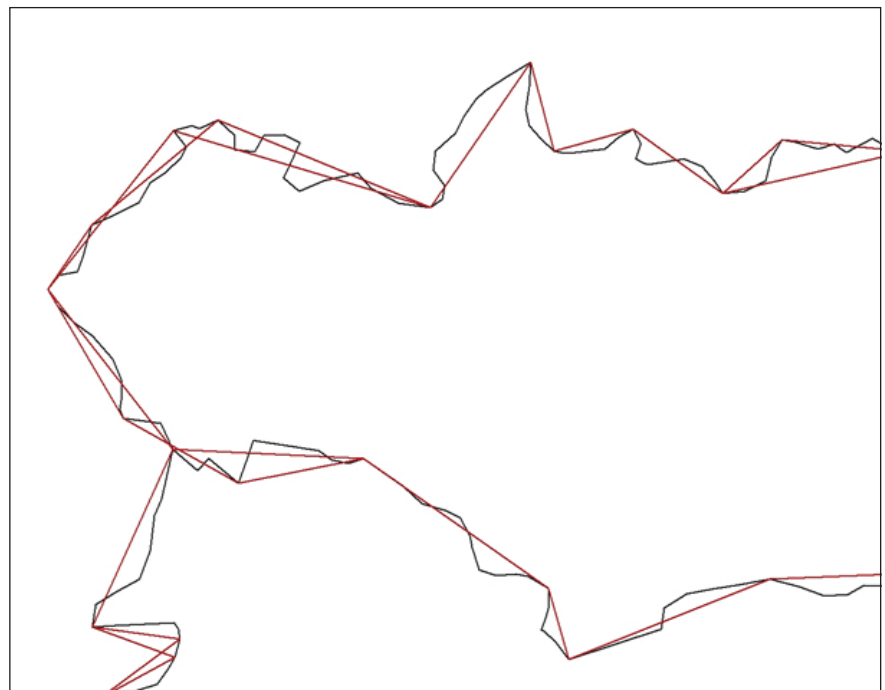
például különböző frekvenciájú négy-szögjelekre (Li 2007). A számítás folyamata a gyakorlatban igen összetett, ezért a wavelet- és a Fourier-transzformációt kevésbé használják térinformatikai szoftverekben: eredményük és hatásuk a vonalláncokon a tanulmányok szerint egymáshoz igen hasonló; a tanulmányokban bemutatott ábrák alapján nem javaslom kartográfiai alkalmazásukat.

A *kígyóknak* (angolul: snakes) nevezett eljárás a számítás módszere miatt igen lassú, de egy kisebb, kevesebb töréspontból álló adathalmazon a gyakorlatban is használható eredményt ad. A módszer az energiáminimalizáción alapul: a vonal belső és külső energiáját kell a lehető legalacsonyabb szintre levinni. A függvénynek két, a felhasznált által választható paramétere van: a belső energia, amely a vonal alakját és karakterisztikáját írja le; és a külső energia, amely a vizsgálandó elem más térképi elemekre való hatását adja meg (Borkowski 1999).

3. Felületek egyszerűsítése és simítása

A felületek körvonalát vonalegyszerűsítő és simító algoritmusokkal a vonalláncokhoz hasonlóan egyszerűsíthetők. Azonban ügyelni kell arra az

egymással szomszédos poligonoknál, hogy a hézag- és átfedésmentességet megőrizzük. Ha egyenként egyszerűsítjük a felületeket, az egyszerűsítés a poligon első csomópontjától indul, amely két szomszédos elemnél nem esik egybe. Így ha más a kiindulópont, kissé más eredményt is kapunk generalizálásnál (1. ábra). A topológiai helyes eredményt technikailag többféleképpen is elérhetjük. A kritikus pontoknak nevezzük azokat a pontokat, amelyekben legalább három vonalszakasz találkozik, ezeknek a pontoknak kell egy helyben maradniuk. A poligonokat felbontjuk – a kritikus pontokkal – szakaszokra. Ezeket a szakaszokat úgy kell egyszerűsíteni, hogy két poligon közötti közös szakaszt együtt, egy irányból kezeljük, a széleken levőket pedig önállóan generalizáljuk. A végén újra egyesítjük a felületeket. Ancsin Attila programtervező informatikushallgató diplomamunkájában ennél egyszerűbb megoldást mutatott be, amely jól működik pl. igazgatási egységek vagy felszínborítottság (megyék, országok) generalizálásánál. Az egyes poligonokat egyenként egyszerűsítette, majd minden hézagnál és átfedésnél megvizsgálta, hogy a keletkezett kis felület melyik eredeti poligonnal fed át nagyobb mértékben, és ahhoz kapcsolta (Ancsin 2016).



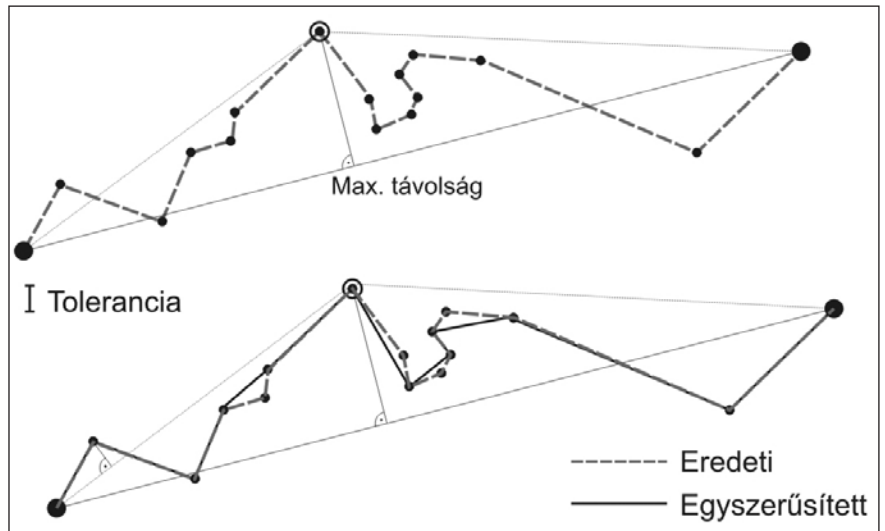
1. ábra. Határvonalak hibás egyszerűsítése (vörössel), ha a poligonokat külön-külön egyszerűsítjük, és nem vesszük figyelembe a kritikus pontokat

4. Vonalak generalizálása a gyakorlatban

Attól függően, hogy milyen térképi elemet akarunk automatizált módon generalizálni, figyelembe kell venni az elem geometriai tulajdonságait. Ebben a részben a legfontosabb térképi elemek generalizálását mutatom be a gyakorlatban.

Általános tapasztalatok a görbék generalizálásával a szint- és mélységvonalak példáján

A szint- és mélységvonalak generalizálása összetett feladat: nemcsak horizontális, hanem vertikális generalizálás¹ is szükséges (Márton 2012). A horizontális generalizálást tulajdonképpen két részre bonthatjuk: a nagy és közepes méretarányban végrehajtott generalizálásra, valamint a kis méretarányú térképek domborzatának generalizálására. Topográfiai térképeken (vagy olyan térképeken, amelyek alapnak a topográfiai térképek domborzatát használják, pl. tájfutó-, turistatérképek) a generalizálás szorosan szabályokhoz kötött, a szerkesztési utasításba foglalt: pl. mit kell ábrázolni, milyen sűrűn és hogyan kell felvenni a felező szintvonalakat, hol szükséges kiegészítő domborzatrész (T.5. 1981). A kis méretarányú földrajzi, autós vagy egyéb tematikájú térképen a generalizálást jobban befolyásolják a térképszerkesztő földrajzi ismeretei. A horizontális generalizálás esetében többnyire az egyszerűsítő és simító eljárások kombinációját használhatjuk. Önmagában a vonal egyszerűsítés általában nem elég a megfelelő eredmény elérése érdekében, ugyanis túl szögletes, „sarkos” vonal keletkezik, ezért szükség lesz simításra is. Többféle módszerrel is kísérleteztem, de kartográfiai szempontból az egyik legjobb eredményt a Douglas–Peucker-algoritmussal történő egyszerűsítés (2. ábra), majd utána a Chaikin-algoritmussal való simítás után kaptam. A módszer előnye, hogy végrehajtható QGIS-ben, de ArcGIS-ben is. Az utóbbi szoftverben nem érhető el a Chaikin-algoritmus,



2. ábra. A Douglas–Peucker-algoritmus működése

de helyettesíthető a polinomiális approximációval. Emellett bizonyos méretarány-tartományokban a Douglas–Peucker-algoritmussal való egyszerűsítés és utána a Bézier-görbékkel történő simítás is jó eredményt hozott (kivitelezhető mindkét vezető térinformatikai szoftverben, de a QGIS-ben csak Hermite-görbékkel tudunk használni).

Egy másik generalizálási módszer, amelyet Agárdi Norbert készített (2014), a lineáris regresszió alapul. Az algoritmus az egyes görbeszakaszokat egy regressziós egyenessel helyettesíti (ahol ez a meghatározott toleranciaértéken belül található, ugyanahhoz a regressziós egyeneshez tartozik); a generalizálás mértéke a tolerancia növelésével emelhető. A regressziós egyenesek harmadfokú Bézier-görbéivé érintői lesznek, két végpontjuk két folytonosan csatlakozó görbéiv kontrollpontja. Ennek segítségével kiszámíthatók a Bézier-görbéivé végpontjai. A Bézier-görbék esetén a nyílt görbék kezdő- és végpontjáig futó görbe nem számítható ki, kicsit rövidülhetnek a vonalak (3. ábra).

Mindkét módszernél keletkezhetnek bezárult, vagy önmagukat metsző görbéivé. Ezek többségének javítását érdemes lehet programozással megoldani. Mielőtt a vonallánra görbét illesztene a program, megvizsgálja, hogy melyik polyline áll csupán két, vagy egymáson elhelyezkedő vertexből – ezek a záródott görbéivé lesznek. Önmetszés esetén többnyire

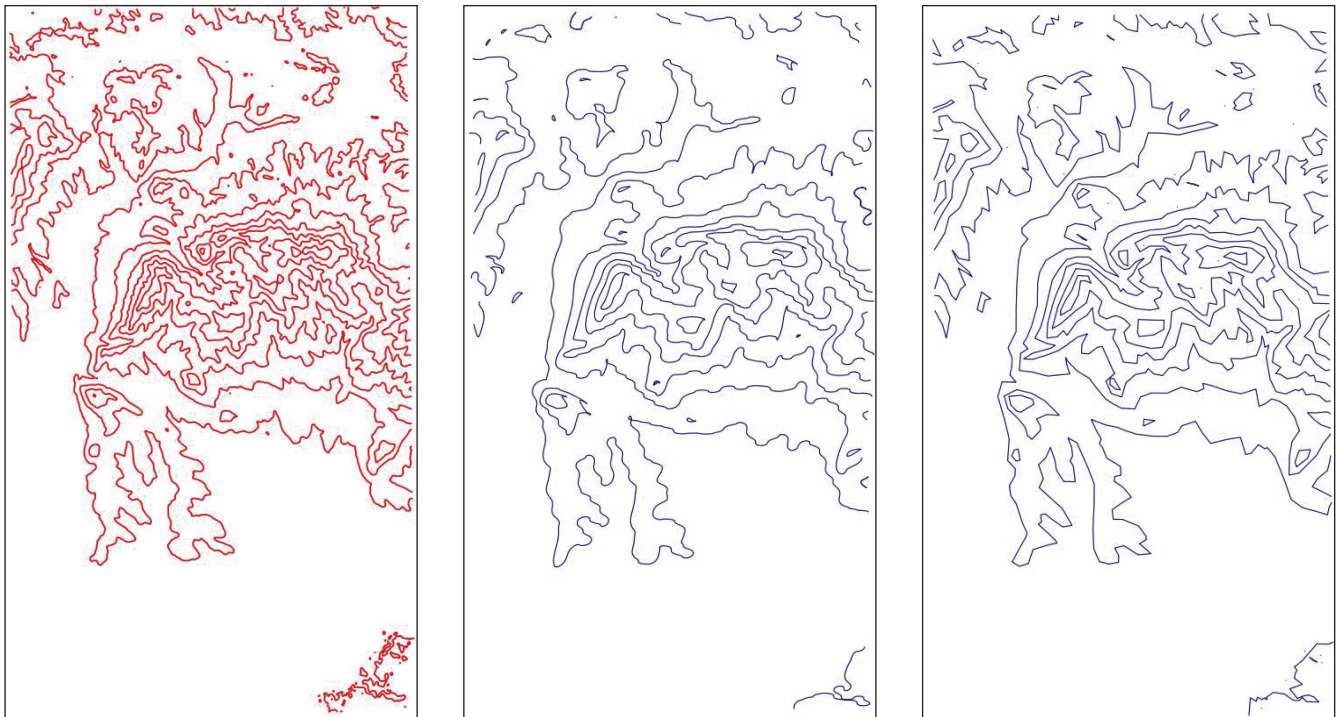
a kezdőponthoz a második kontrollpont lesz közelebb, míg a végponthoz az első.

Görbeillesztés nélkül, a kiindulási és a célméretarány ismeretében használhatjuk a Li–Openshaw-féle raszteres-vektoros generalizáló módszert. A vonal mentén négyzeteket veszek fel úgy, hogy az első a vonal kezdőpontjának közepe lesz, és a többi négyzet az előző oldalát vagy sarokpontját érinti, a vonal irányának megfelelően. Minden négyzetben kiszámítottam a benne elhelyezkedő töréspontok átlagát, amelyek az új vonal csomópontjai lesznek. Ha egy vonal „elfér” egy négyzetben, akkor ez kisebb lesz a minimális méretnél, így ezt a vonalat elhagyja. Az algoritmus nem hoz létre önmetszéseket, azonban kissé szögletessé válhatnak a vonalak a kevés csomópont miatt (3. ábra). Az eredeti cikk alapján hoztam létre, és teszteltem ezt az algoritmust is. Simításként a Chaikin-algoritmust javaslom.

A Wang-algoritmus, vagy másképpen a kanyarulatok egyszerűsítése (ArcGIS Bend simplify) is részben eredményes lehet. Az egyszerűsítés során a kisebb kanyarokat, íveket szünteti meg először, ehhez kisebb toleranciaérték tartozik. Ha a toleranciát növeltem, egyre inkább több utólagos, kézi helyesbítést igényelt a rajz.

A Reumann–Witkam-algoritmus nem használható izovonalak egyszerűsítésére, mert utána hosszú egyensekből álló vonalszakaszok keletkeznek, amelyeket nem lehet eltüntetni simítással.

¹ A vertikális generalizálás a megfelelő magasságok és mélységek kiválasztását jelenti, a horizontális generalizálás a szintvonalak „futásirányú” egyszerűsítését.



3. ábra. Az SRTM 90-ből generált kiindulási szintvonalarajz, a lineáris regresszióval egyszerűsített és a Li-Openshaw-féle egyszerűsítés, az egyszerűsítés után változatlan méretben (szintvonalak 100 méterenként)

A lokális eljárású módszerek a vonal néhány csomópontból álló szakaszát vizsgálják csak az egyszerűsítésnél, ezért önmagukban általában nem adnak jó eredményt, így inkább a feldolgozandó adatmennyiség előszűrésére használhatók.

A simító eljárásokkal is vegyesek a tapasztalataim. A görbeillesztések közül még eredményes lehet a Chaikin-algoritmus, kettő, vagy háromszori ismétléssel, ha nincsenek az állományban hosszú, egyenes vonalak. Ilyenkor előfordulhat, hogy csak a töréspontnál lesz kerek a vonal, de egyébként megőrzi szögletességét. Ehhez hasonló az ArcGIS-ben található PAEK (Polynomial Approximation with Exponential Kernel - Polinomiális approximáció exponenciális kernellel) nevű algoritmus.

A Boyle „előretekintő” simító hatású algoritmusát önállóan, többféle paraméterrel is kipróbáltam. A kapott eredmény igen hasonló a képszűrési módszerrel simított szintvonalakhoz. Boyle szerint a mélységvonalakhoz, tapasztalataim szerint magassági vonalak generalizálásához is alkalmazható. Utólagos kézi javítások itt is szükségessé válnak: annál több a javítás, minél nagyobb a toleranciaérték. Legfontosabb hibák:

az önmagukba visszatérő szintvonalaknál (a térkép kivágaton belül) a generalizálás kiinduló- és végpontja általában csúcsosan kapcsolódik össze; hasonló méretű völgyek ismétlődnek egymás után (hullámos felszín), a generalizált vonal a morfológiai forma ellentétjét veszi fel (pl. völgyből gerincforma lesz); kissé rövidülő völgyek vagy gerincek.

A súlyozott átlagokkal a szintvonalak „sarkossága” csökkenthető, de a töréspontok száma nem változik, ezért általában nem elegendő a szintvonalak generalizálásához.

Többféle algoritmus kombinálása

Korábban a térképszerkesztő által végzett generalizálás során, ha az alapanyag és a céltérkép között túl nagy volt méretarány-különbség, akkor a generalizálást több lépésben hajtották végre, ezen alapulnak például a topográfiai térképsorozatok. Például, ha 1:100 000-es alaptérképből szeretnék készíteni, szükséges volt egy köztes méretarányú térkép, pl. 1:250 000-es elkészítésére. A generalizálás automatizálásával a kiindulási és célméretarány között a különbség megnövekszik. A

különbség nagysága leginkább a választott algoritmustól függ, de a szintvonalak sűrűsége (választott vertikális értékei) és a terület földrajzi jellege is befolyásoló tényező lehet. Ezentúl kipróbáltam, hogy mi történik, ha több, egymást követő lépésben alkalmazok automatizálási algoritmusokat: először ugyanazt az algoritmust hívtam meg a generalizált anyagon, második esetben egy másik algoritmus választottam. Azt vizsgáltam meg, befolyásolja-e az algoritmus választása a két esetet, illetve mennyire növelhető meg a méretarány-különbség a kiindulási és a célméretarány között. A különbségek többsége már az egyszerűsítésnél jelentkezik.

Vannak olyan algoritmusok - pl. Douglas-Peucker (röviden DP) -, hogy ha két lépésben hajtom végre az egyszerűsítést, pontosan ugyanazt az eredményt kapom, mintha egy lépésben került volna sor rá.

A második esetben egymás után hívtam meg két, toleranciaértékként távolságot használó algoritmust. Ha toleranciaértékként ugyanazt a távolságot használtam, alig volt különbség az eredményben (DP, majd Lang) a két lépés folyamán. Ellenkező esetben, amikor a Lang-algoritmus volt az

első, és a DP a második, a különbség jelentősebb volt. Viszont ha a két vég-eredményt összevetem, némi különbség ugyan itt-ott jelentkezik, de nem számottevő. Az első esetben a rövidebb vonalak pontokká alakultak. Az előbbiekből következik, hogy ha ön- magában csak a DP algoritmust használtam volna, hasonló eredményt kaptam volna. Levonható a következtetés, hogy két egyszerűsítő algoritmus használata általában nem növeli meg annyira méretarány-különbséget, hogy érde- mes legyen ezt a módszert használni.

Óceáni területek megjelenítése

Az óceáni területeken a mélységvona- lak generalizálása már kevésbé egyér- telmű, mint a szárazföldön: nemcsak az 1960-as, '70-es, de még a '80-as évek- ben is jelentek meg olyan szakkönyvek (Koch 1960, Klinghammer-Papp-Váry 1983), sőt még manapság is térképek, amelyek szerint az óceáni területek- nek kétszeresen generalizálniuk kell lenniük a szárazföldekhez képest. Ezt az óceánok kevésbé változatos dom- borzatával magyarázták, amely meg- állapítás azonban ma már nem állja meg a helyét. Manapság már rendel- kezésünkre állnak domborzatmodel- lek, amelyekből kis méretarányban a batimetrikus izovonalak (izobátok) kinyerhetők, ezek vonalgeneralizálási módszerekkel (is) egyszerűsíthetők.

Vonalas vízrajzi elemek

Részben hasonlóak a szintvonalak- hoz: görbével ábrázoljuk őket (kivételt képezhetnek a mesterséges csatornák, itt előfordulhatnak szögletes töréspont- tok). Két vízfolyásnál a torkolati pon- tot kell megőrizni. A kigyókalgoritmus jól használható vízrajzi elemek simít- sánál. A vízhálózat kategorizálása és a vízfolyások kiválasztása már nem a vonalgeneralizálás témakörébe tar- tozik. A vízrajz és a felszín genera- lizálása képszűrési módszerekkel is megvalósítható.

Partvonalak

A partvonalakat tekinthetjük a szint- vonalak speciális esetének, a ten- ger szintjének, vagyis 0 méternek. Ezeket is görbeként értelmezzük, viszont ügyelni kell rá, hogy a felszi- getek, fokok ne váljanak szigetekké, még kisebb méretarányokban sem (a vonalgeneralizálási algoritmusok- kal a különválás elkerülhető, hiszen folytonos vonalakat egyszerűsítünk, viszont bezáródások előfordulhat- nak). A partvonalak tagoltságát min- den méretarányban meg kell őrizni: pl. Norvégia fjordjait; ilyenkor előfordul- hat, hogy más generalizálási tolerancia- értéket alkalmazunk az eltérő típusú partvonalak esetében. Tagolt partvo- nal esetén hamarabb bekövetkezhet- nek önmetszések, ugyanis itt a vonal- lánc egyes részei közelebb kerülnek

egymáshoz, ez utólagos kézi korrekci- óra szorulhat.

Utak és vasutak

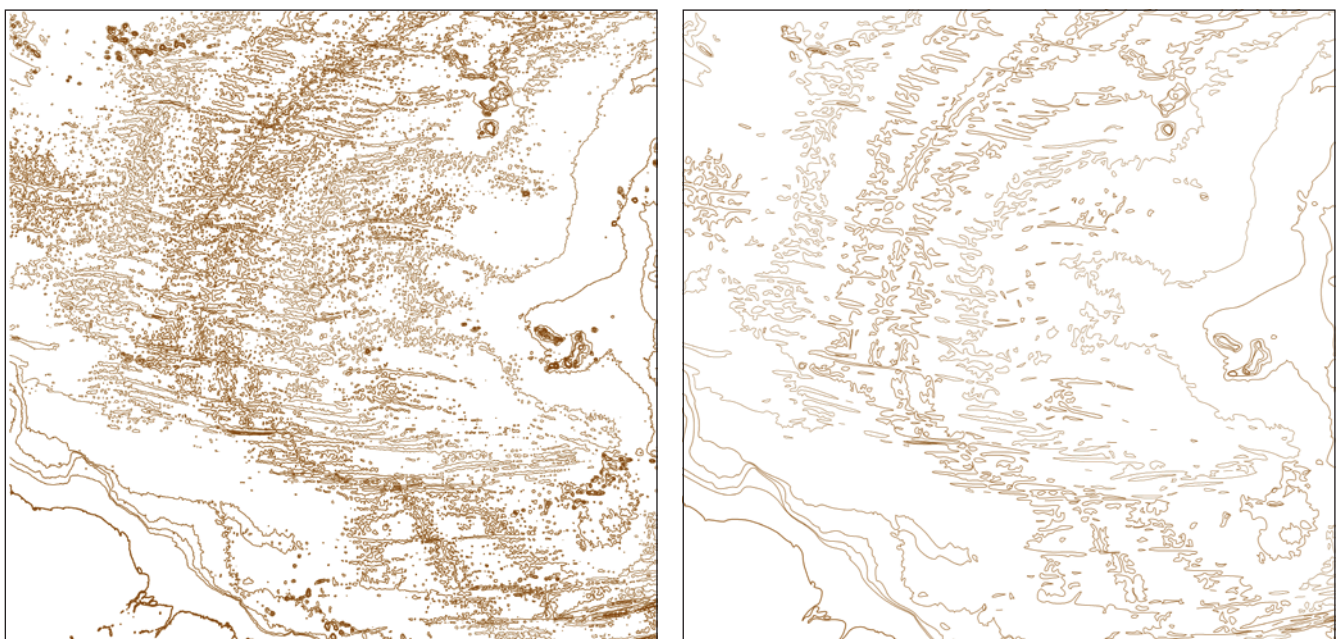
Az utaknál a legfontosabb generalizá- lási szabály a kiválasztás, ugyanakkor szükség van a vonalrajz részletességé- nek csökkentésére is. A vasutaknál nem lehetnek „sarkosan” megtörő vonallán- cok, tehát simítás mindig szükséges.

Igazgatási egységek, határok, felszínborítottság és felületi vízrajzi elemek

Az igazgatási egységek egy nagyobb területet (magasabb szintű egysége- ket, országot) általában teljes mérték- ben lefednek (kivéve pl. természet- védelmi igazgatási egység). A közös határvonalaknál ügyelni kell a hézag- és átfedésmentességre. A határokat rajz- ban általában „szögletes” vonallánccal ábrázoljuk, kivéve, ha például termé- szetes vízfolyáson fut – ekkor gyakran görbével helyettesítjük. A felszínbo- rítottság és a felületi vízrajzi elemek ábrázolása az előzőhöz hasonló, ám itt már nagy szerepet kaphat az összevo- nás vagy az elhagyás is.

Épületek

Általánosságban elmondható, hogy a körvonaluk addig egyszerűsíthető, amíg téglalap vagy négyzet alakú épü- letet nem kapunk, amely csak az épület jelenlétét, vagy kiemelt voltát mutatja



4. ábra. Az óceánközépi hátság eredeti és generalizált (további utómunka nélküli) képe ugyan abban a méretben.

be (pl. közepes méretarányú térképeken). A célra speciális algoritmusok fejlesztése válhat szükségessé. Ritka kivételt képeznek a speciális alakú épületek (háromszög, ötszög). Emellett még az elhagyás, a hangsúlyozás és az eltolás is fontos szerepet játszik a generalizálásukban.

5. A generalizálásvizsgálatok eredményeinek értékelése

Az egyes algoritmusok kimenő adatainak értékelése szempontjából legfontosabbnak a vizuális összehasonlítást tartom, vagyis azt, hogy mennyire hasonlít az eredmény ahhoz, mintha „kézzel” végeztük volna el a generalizálás folyamatát. Lehetséges ugyan matematikai-statisztikai módszerekkel mérni az eredményeket a kiindulási anyag és a végeredmény között, de ez ellentmondásokhoz vezethet (pl. kedvező vizuális „megjelenés”, de rosszabb statisztikai eredmény és fordítva). További nehézség az algoritmusok különbözőségéből fakad. Az sem helyes, ha hasonló toleranciaérték megadásával hasonlítjuk össze az algoritmusokat, mert más-más lehet a toleranciaérték dimenziója pl. hosszúság vagy terület. Eldöntendő kérdés az is, hogy az eljárás értékelésénél az egyes objektumokra gyakorolt hatást vesszük figyelembe, vagy az objektumok közötti viszonyokat is. Az eredmények értékeléséhez feltétlenül szükségesek a szerkesztő morfológiai ismeretei.

Egy algoritmus tervezésénél vagy használatánál felmerül a kérdés, hogy meddig érdemes az algoritmus által produkált hibákat programozással javítani pl. önmetszés, bezáródott ívek, elemek közötti viszonyok vizsgálata, metszések javítása, szintvonalfésülés, formák felismerése.

6. Következtetések

Az itt bemutatott algoritmusok mindegyike felhasználható a kartográfiai generalizálás során, ugyanakkor az egyes algoritmusok alkalmazhatósága erősen függ a térképi elem tulajdonságaitól. A generalizálási folyamat szubjektivitása miatt nagyon nehéz az algoritmust mindenre felkészíteni – csaknem lehetetlen. Sajnos, mint

látszik, teljes egészében nem automatizálható a generalizálás, szükség van utólagos korrekciókra; az egyes speciális morfológiai formák (pl. fjordok, óceánközépi hátságok ábrázolása stb.) igényelhetik a szerkesztők javításait. Addig érdemes az algoritmust fejleszteni, amíg nem válik túl bonyolulttá, és a sok feltétel nem okoz ellentmondásokat, újabb hibákat. Emellett az egyes algoritmusok csak egy meghatározott méretarány-tartományokban használhatók jól: a tartomány felső határát az alapanyag minősége, szintvonalaknál a vertikális generalizálás mértéke, az egyszerűsítő és simító algoritmusok sorrendje, valamint a térképszerkesztő által vállalt kézi javítások mértéke és a kiegészítések (igazítás vízrajzi elemekhez és kiegészítő domborzatrész elhelyezése) is befolyásolja.

Irodalomjegyzék

Agárdi Norbert: Automatizálási lehetőségek a tematikus kartográfiában. Doktori értekezés, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest, 2014. pp. 27–30.

The Anti-Grain Project, nyílt forráskódú C++ függvénykönyvtár. http://www.antigrain.com/research/bezier_interpolation/index.html [Utolsó elérés: 2016. 11. 02.]

Ancsin Attila: Poligonok topológia-megőrző generalizálása. Diplomamunka. Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest, 2016.

Eugene Bodansky–Alexander Gribov–Morakot Pilouk: Smoothing and compression of lines obtained by raster-to-vector conversion. In: *Lecture Notes in Computer Science: Graphics Recognition Algorithms and Applications*. Vol. 2390, 2002. pp. 256–265.

Borkowski, A–Burghardt, D–Meier, S.: A fast snakes algorithm using the tangent angle function. *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing* 32 (Part 3-2W5), 1999. pp. 644–650.

Boutoura, Chrissyoulá: Line generalization using spectral techniques, *Cartographica* 26(3-4), 33–48, 1989.

Boyle, A. R.: The quantised line. *Cartographic Journal* Vol: 7 (2). 1970. pp. 91–94.

Chaikin George: An algorithm for high speed curve generation. *Computer Graphics and Image Processing* Vol. 3 (1974), pp. 346–349.

Deveau, Terry J.: Reducing the number of points in a plane curve representation. In: *Auto-Carto VII*. Washington, USA, 1985. pp. 152–160.

Dougenik, James: Whirpool A geometric processor for polygon coverage data. In: *Auto-Carto IV*. 1980. pp. 304–311.

Douglas, David–Peucker, Thomas: Algorithms for the reduction of the number of points required to represent a digitized line or its caricature. *The Canadian Cartographer* 10(2), 1973. pp. 112–122.

Klinghammer István–Papp-Váry Árpád: Földünk tükre a térkép. Gondolat Kiadó, Budapest, 1983. Generalizálás: pp. 184–210.

Koch Nándor: A tenger. In: Tasnádi Kubacska András (szerk.): *A Föld*. Gondolat Kiadó, Budapest, 1960. pp. 211–239.

Kovács Emőd: *Komputergrafika–Matematikai alapok*. Elektronikus jegyzet. Eszterházy Károly Főiskola, Matematikai és Informatikai Intézet, 2011. 8. fejezet: Görbék megadása, 9. fejezet: B-spline görbe és felület.

Lang, T.: Rules for robot draughtsmen. *Geographic Magazine* 42(1), 1969. pp. 50–51.

Li, Zhilin: *Algorithmic Foundation of Multi-Scale Spatial Representation*. CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton USA, 2007. pp. 1–25, 57–72, 91–180.

Márton Máttyás: *A Világtenger kartográfus szemmel*. Eötvös Loránd Tudományegyetem, Informatikai Kar, Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék, Budapest, 2012. pp. 111–174.

NCGLA Core Curriculum Térinformatikai alapismeretek. M.F Goodchild–K.K. Kemp (eredeti szerk.), Márton Máttyás–Paksi Judit–Márkus Béla (magyarul szerk.): 48. fejezet Vonalgeneralizálás. Erdészeti és Faipari Egyetem, Földmérési és Földrendezési Főiskolai Kar, Térinformatikai Tanszék, Székesfehérvár, 1994. pp. (48-1) – (48-10)

Ramer, Urs: An iterative procedure for the polygonal approximation of plane curves. *Computer Graphics and Image Processing*. 1(3), 1972. pp. 244–256.

Reumann, K.–Witkam, A. P. M.: Optimizing curve segmentation in computer graphics. In: *Proceedings of International Computing Symposium*, North-Holland Publishing Company. 1974. pp. 467–472.

Riesenfeld, R.: On Chaikin's algorithm. *IEEE Computer Graphics and Applications* 4, 3 (1975), pp. 304–310.

Rogers, Hartley Jr.: *Theory of Recursive Functions and Effective Computability*. The MIT Press. Cambridge, USA, 1987. p. 506.

Slocum, T. A.–McMaster, R. B.–Kessler, F. C.–Howard, H. H.: *Thematic Cartography and geographic visualization*. Pearson Prentice Hall, USA, 2005. Chapter 6. Scale and generalization pp. 103–120. és Chapter 15. Symbolizing Topography pp. 292–309.

Stegena Lajos: Térképi generalizálás és a szűrőelmélet. In: *Térképi generalizálás* (szerk: Stegena Lajos). Kézirat, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Budapest, 1970. pp. 22–44. és 74–84.

Stegena Lajos–Klinghammer István–Füsi Lajos: *Az automatizálás a kartográfiában II*. Tankönyvkiadó Vállalat, Budapest, 1977. pp. 16–23. és 42–55.

Szirmay-Kalos László–Antal György–Csonka Ferenc: *Háromdimenziós grafika, animáció és játékfejlesztés*. Computerbooks, Budapest, 2003. 3. fejezet, pp. 54–69.

T.5. 1981. T.5. Útmutató az egységes országos térképrendszer 1:25 000–1:100 000 méretarányú levezetett topográfiai térképeinek tervezéséhez. MÉM OFTH Földmérési Főosztály, Budapest, 1981. pp. 68–75.

Tutić, Dražen–Lapaine, Miljenko: *Area Preserving Cartographic Line Generalization*. *Cartography and Geoinformation*, Vol. 8, No. 11, 2009. pp. 84–100.

Ungvári Zsuzsanna: Domborzatmodellek alkalmazása a térképkészítésben. In: Geodézia és Kartográfia 2015/11-12. pp. 23-28. (2015)

Ungvári Zsuzsanna: Az automatizált térképi generalizálás bevezetésének lehetőségei a szakmai, felsőfokú oktatásban: eddigi tapasztalatok, jövőbeli célok. In: Balázs Boglárka (szerk.): Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VII. = Theory meets practice in GIS. Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 2016. pp. 479-486.

Visvalingam, Maheswari - Whyatt, James D.: Line generalisation by repeated elimination of points. Cartographic Journal 30 (1). 1993. pp. 46-51.

Wang Zenshen - Müller, Jean Claude: Line generalization based on analysis of shape characteristics. Cartography and Geographic Information Systems 25 (1). 1998. pp. 3-15.

Summary

Automations in Line Generalization - Line

Simplification and Smoothing

The cartographic generalization was always a time-consuming and labour-intensive process at analogue map making as well as at computer aided map editing. The cartographers apply the basic operators of generalization to keep the readability and the important information of maps. In geoinformatics software, it is possible to automatize this step, while using

line simplification and smoothing algorithms to generalize the line and area features. In this article, these methods were collected, reclassified and expounded by the author.



Ungvári
Zsuzsanna
tanársegéd

ELTE Térképtudományi és
Geoinformatikai Tanszék
e-mail: ungvazis@map.elte.hu

A Balaton klorofill-a eloszlásának monitorozása MODIS-adatok alapján

Koma Zsófia-Zlinszky András-Kern Anikó-Stephanie Palmer

Bevezetés

A vízminőség-távérzékelés (IOCCG 2000) lehetővé teszi a folyók, tavak és óceánok folyamatos, egész víztestre történő monitorozását a pontszerű mintavételeket kiegészítve térbeli mintázati információkkal a visszavert fény mennyiség és a víz biofizikai tulajdonságai között megállapított összefüggések alapján. Kezdetben a vízminőség-távérzékelés legfőbb feladata a fitoplankton-mennyiség kimutatása volt főként óceáni (ún. 1. típusú) vizek legfelső rétegeiben, mely elsődleges termelődésével a vízi tápláléklánc alapja, így döntően befolyásolja a vízminőségét. Napjainkra a tudományág kiszélesedett, és az optikailag komplex (ún. 2. típusú) vízfelületeknek számító tengerek part közeli részére és tavakra is elkezdődött a különböző vízminőség-monitorozó eljárások fejlesztése, a már szélesebb hullámhossztartományban nagyobb felbontásban mérő műszerek alapján (Matthews 2011).

A Balatoni Limnológiai Intézet már a 2000-es években elkezdte az akkor rendelkezésre álló Landsat-adatok feldolgozását, ahol a lebegőanyag-tartalommal

találtak összefüggéseket (Sváb et al. 2005), viszont a klorofill-a tartalom monitorozása csak speciális, szűkített időtartamokra működött (Sváb 2008). A projekt később folytatódott az ENVISAT- (ENVironmental SATellite) műholdon lévő MERIS- (Medium Resolution Imaging Spectrometer) szenzor 2002-2012 közötti, 300 méter felbontású adatainak rendszeres feldolgozásával is. A MERIS-műszer adatait az in situ mérések segítségével sikeresen kalibrálták a Balaton klorofill-a tartalmának monitorozására (Palmer et al. 2015a), azonban a műholddal való nem várt kapcsolatvesztés miatt a MERIS-adatokra épülő hosszabb távú kutatásoknak nem volt további esélye. Ezzel szemben a Terra- és Aqua-műholdak fedélzetén elhelyezett multispektrális MODIS- (MODerate resolution Imaging Spectroradiometer) szenzorok mérései 2000 óta folytonosak, és adataikra számítani lehet a következő években is.

Bár a MODIS-adatok alkalmazása a 2. típusú vizek esetében nem elterjedt, mivel a csatornakiosztás és felbontás több más műszer esetén is ideálisabb, ugyanakkor jó néhány szakirodalmi

példa bizonyítja, hogy a MODIS-szenzor adatai sikeresen alkalmazhatóak a tavak vízminőségének monitorozásában. Az afrikai Malawi-tó esetén 0,6 szórásnégyzet mellett meghatározták a tó klorofill-a tartalmát (Chavula et al. 2009), Kína területén pedig a Chaohu-tó esetén érték el szintén 0,6 szórásnégyzet pontosságú eredményt (Wu et al., 2009). Gower és munkatársai (2004) megállapították, hogy a MODIS alkalmazható vízminőség-monitorozó célokra komplex vizek esetén is. Ezenkívül a MODIS 1-es és 3-as csatornái alkalmazhatók a Sechi mélység (Wu et al., 2008) és a lebegőanyag (TSS, Total Suspended Solids, Miller és Mckee 2004) mennyiségének becslésére is.

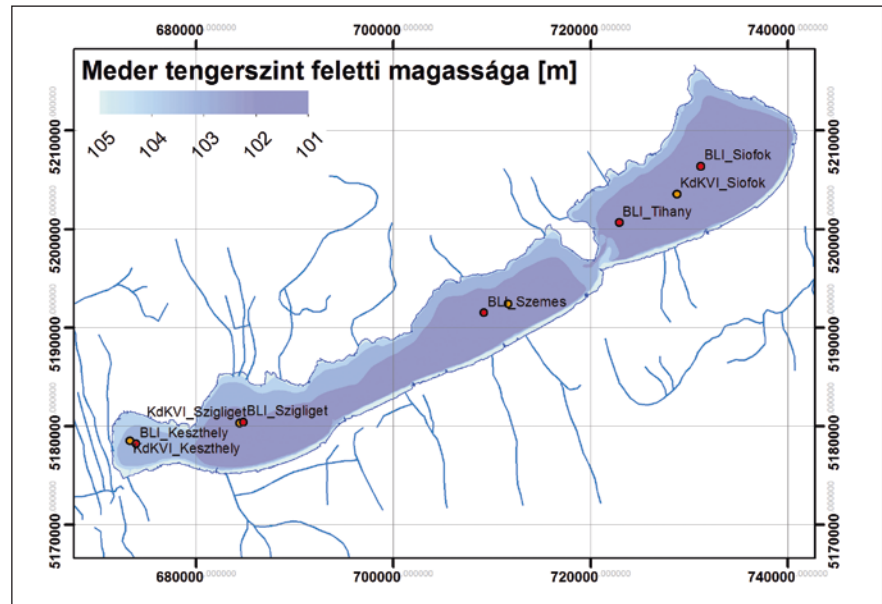
A kutatás célja a Balaton klorofill-a (chl-a) mennyiségének becslésére alkalmas módszer fejlesztése, és működésének vizsgálata MODIS-adatok felhasználásával. A téma jelentősége, hogy a MODIS-adatok folytonos adatforrást jelentenek 2000-től egészen napjainkig, így lehetővé teszik a tó hosszabb távú ökológiai célú vizsgálatát, és a klorofill-a, illetve lebegőanyag-tartalom térképezését, mely egyéb biológiai célú kutatások kiindulópontja lehet.

Kutatási terület és felhasznált adatok

A Balaton 597 km² területével Közép-Európa legnagyobb tava (Herodek et al., 1988), hosszúsága 78 km, szélessége átlagosan 7,6 km, átlagos mélysége 3,3 m (Zlinszky és Molnár 2008), így sekély tónak tekinthető (Palmer et al., 2015b). Négy főbb részmedencére lehet bontani: Keszthelyi-, Szigligeti-, Szemesi- és Siófoki-medence. A legnagyobb befolyás a Zala folyó által behordott tápanyag/üledék, az egyetlen kifolyás pedig (1863 óta) a Siócsatorna, mely a később a Dunába torkollik. Ennek megfelelően alakul a tó trofikus jellege, délnyugaton eutróf, míg északkeleten oligotróf, mezotróf jellegű (O'Donnel et al., 2012). A turbiditása a tónak magas, átlagosan 20 cm és 1 m között változik a Secchi-mélység, így a fenékről való visszaverődés lehetősége kicsi (Palmer et al. 2015b). Évente kétszer történik alga-virágzás a Balatonban, áprilisban és augusztus-szeptemberben (Mózes et al., 2006).

A vízminőség változása többször fenyegette a Balaton vizének tisztaságát, strandolásra való alkalmasságát, így a turizmus alakulását. Az 1970-es és 1980-as években a Zalából érkező szennyvíz miatt megindult a víz gyors ütemű eutrofizációja. Ezt a szennyvíz foszfortalanításával, a vízgyűjtőről való kivezetésével és a Kis-Balaton védelmének helyreállításával fékeztek meg (Herodek et al. 1988). A vízminőség hagyományos paramétereinek meghatározása a Balatoni Limnológiai Intézet (BLI) és a Közép-Dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség (KDKVI) által februártól–novemberig, kéthetente a négy részmedencének a közepén, pontszerű mintavételezés alapján történik (1. ábra).

A pontszerű mérések során a klorofill-a, a szervesanyag-tartalom, a víz-hőmérséklet, a Secchi-mélység és az eutrofizáció ezekből meghatározott mértéke kerül rögzítésre (Palmer et al. 2015b). A kalibráció során a cél ezen in situ mért adatok és a műholdas csatornákból képzett index közötti összefüggés keresése és felállítása. Vizsgálatainkban a klorofill-a értékeket



1. ábra. A Balaton in-situ mintavételi helyei. A Balatoni Limnológiai Intézet mintavételi helyei pirossal, míg a Közép-Dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség narancssárgával kerültek jelölésre.

alkalmaztuk a MODIS-adatok kalibrációjához. A KDKVI esetén a víz felszínéről (felső fél méterből) történt a mintavételezés, míg a BLI-minták esetén teljes vízoszlopból vették a mintát, és számították ki az értékeket, majd laborban, szűrés, metanolos extrakció és fotometriás mérés segítségével határozták meg a klorofill-a értéket (Iwamura et al. 1970). Ezenkívül vizsgálták azt is, hogy a teljes vízoszlop, illetve csakis a felső rétegből vett minták klorofill-a értéke hogyan viszonyul egymáshoz. Eredményeik szerint (7-7 azonos napon vett minta alapján) nincs jelentős különbség a mért klorofill-a értékek között (Palmer et al. 2015b).

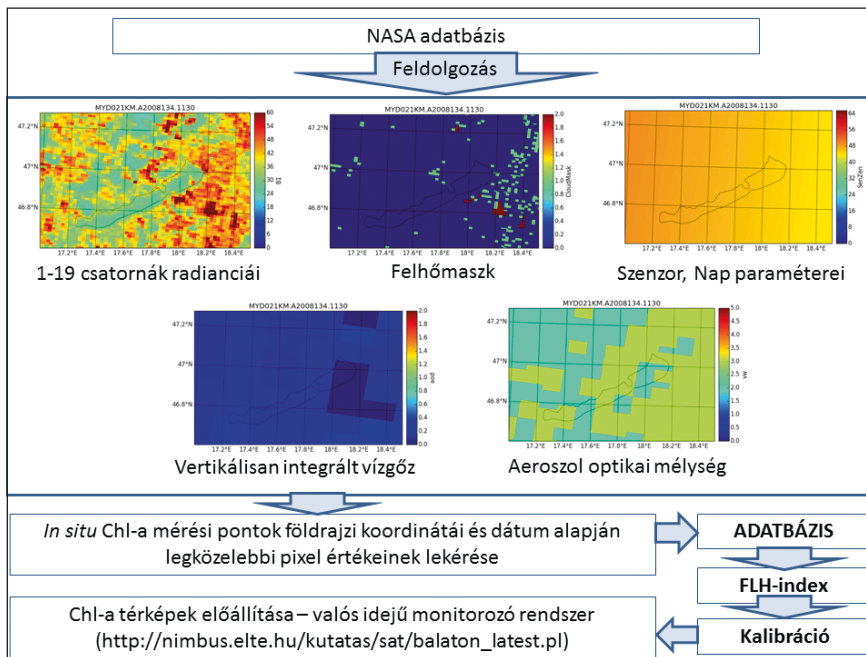
A kutatás műholdas adatforrását alkotó MODIS-adatok az interneten ingyenesen elérhető raszteres állományok (NASA 2015). Ezenkívül az ELTE műholdvevő állomása lehetővé teszi a saját feldolgozás útján előállított termék alkalmazását (Kern et al. 2015), amely elérhetővé teszi a Balatonra vonatkozó valós idejű monitorozását.

Módszertan

Az adatfeldolgozás során az öt különböző MODIS-termék került felhasználásra: a radianciaértékeket tartalmazó produktum (MOD02/MYD02), az ehhez tartozó geolokációs, illetve a szenzor-, napzenit- és azimutuszög paramétereit tartalmazó raszteres

állományok (MOD03/MYD03), a felhőmaszk (MOD35/MYD35), az aeroszolrészecskék optikai mélysége (MOD04/MYD04) és a teljes kihullható vízgőztartalom (MOD05/MYD05). A feldolgozás során (2. ábra) az 1B szintű kalibrált radianciaadatokat használtuk bemeneti adatként. A 13-as és 14-es csatornák radianciaértékeit szétválasztottuk alacsony és magas radianciafelbontású tartományokba. Az alacsony radianciatartományban mérő csatorna a szárazföld radianciaértékeihez igazítja a mintavételezést, míg a magas radiancia a felbontás, az óceánokra jellemző radianciatartomány részletesebb mintavételezésére optimalizált (Meister et al., 2011). Légköri korrekciót az adatokra nem végeztünk, mivel a vízminőség monitorozáshoz számított index a légköri korrekció nélkül jobb eredményt szolgáltathat komplex, 2. típusú vizek esetén (Gower et al., 2004).

Az adatbázisban először a felhős pixeleket (a felhőmaszk alapján) kiszűrtük, majd a vízminőség térképezéséhez alkalmas hullámhossztartományba eső csatornák kalibrált radianciaértékeit vizsgáltuk a szenzor és Nap zenit- és azimutuszögei, a vertikális integrált vízgőz és az aeroszol optikai mélység függvényében. Szisztematikus összefüggést nem találtunk, így ezeket az adatokat szűrésre nem használtuk.



2. ábra. A munkafolyamat lépései.

A szakirodalom alapján az empirikus klorofill-a becslésre kétféle széles körben használt algoritmus létezik. Az egyik az ún. FLH- (Fluorescence Line Height) index (1. egyenlet), a másik pedig a zöld és vörös csatorna hányadosaiból képzett index (Matthews 2011). Mindkét dimenzió nélküli index biofizikai alapja a fluoreszcencia, mely lineárisan változik a klorofill-a mennyiségével. Jelen kutatásban a Balaton klorofill-a becslése a FLH-index képzésével történt. A MERIS-adatok esetén ez az index sikeres alkalmazása valósult meg a Balatoni vízminőség meghatározására (Palmer et al. 2015a). Az FLH-index kiszámítása Gower és munkatársai (2004) definíciója alapján történt:

$$FLH = L(\lambda_2) - kL(\lambda_1) - (1-k)L(\lambda_3) = \quad (1)$$

$$= L(676,8) - kL(665,5) - (1-k)L(746,4)$$

ahol az $L(\lambda_1)$ és $L(\lambda_3)$ a MODIS 13-as és 15-ös csatornáinak radianciaértékei, az $L(\lambda_2)$ a 14-es ún. fluoreszcencia csatorna radianciaértéke, míg a k csatornakiosztásra jellemző konstanst az 5. egyenlet definiálja:

$$k = \frac{\lambda_3 - \lambda_2}{\lambda_3 - \lambda_1} = 0,860 \quad (2)$$

Előzetes vizsgálatok alapján az FLH-index kiszámításához az alacsony információfelbontású, szélesebb radianciartományban mérő csatornákat alkalmaztuk a 13-as és 14-es csatorna esetén. A 2007–2011 közötti

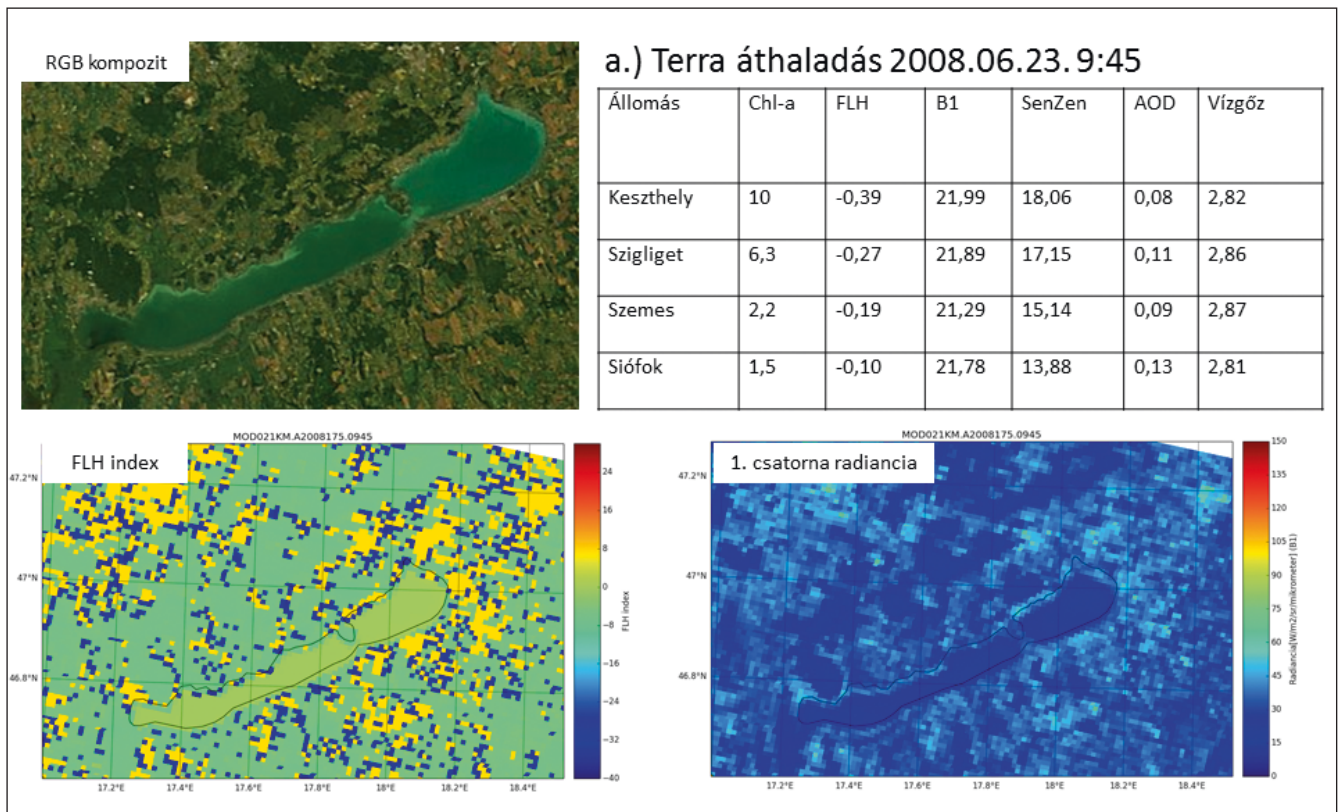
felhőtlen pixelekből a 13-as, 14-es és 15-ös csatornákra előállított hisztogramok alapján megállapítható, hogy a speciálisan óceánokra kifejlesztett, kisebb radianciartományban, nagyobb részletességgel mérő csatornák esetén a Balaton nem ad a felszíntől eltérő értéket, telítődik a csatorna.

Eredmények és diszkusszió

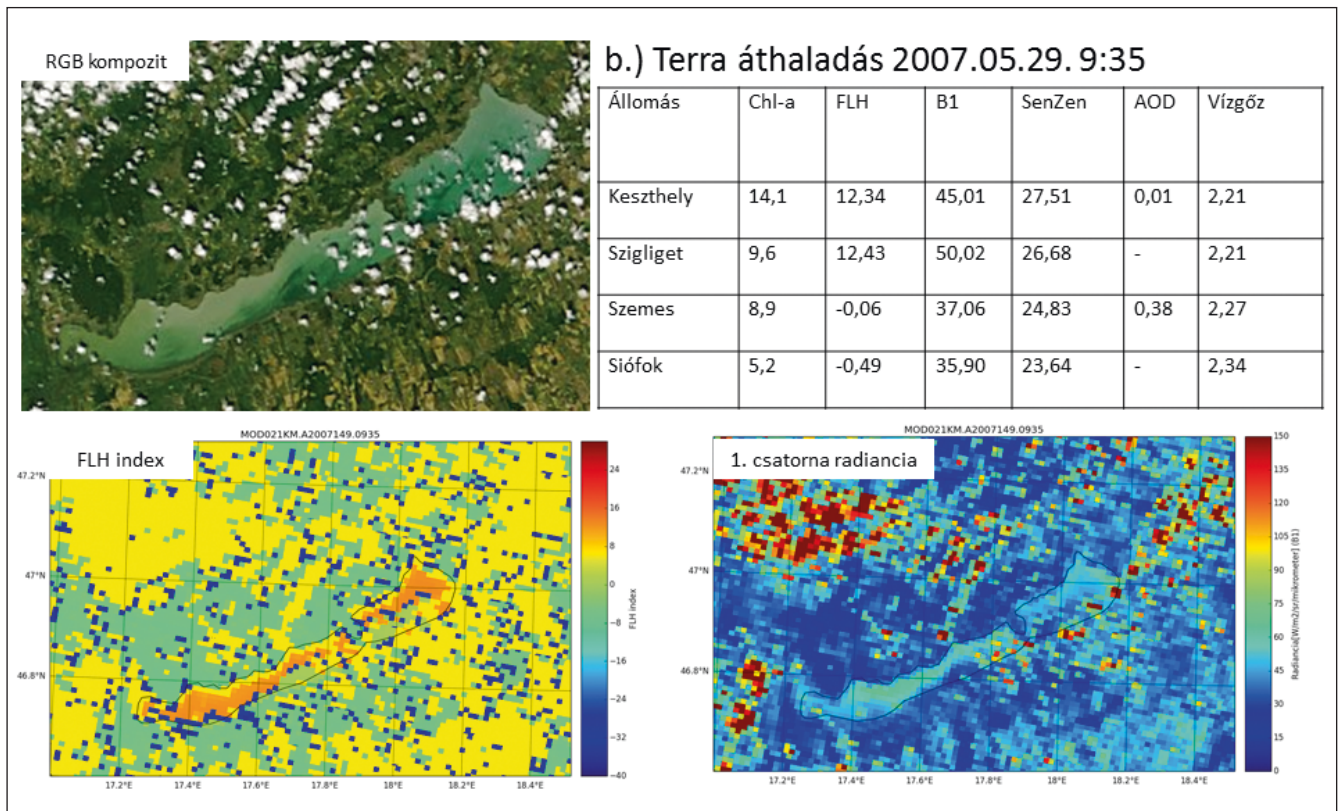
A szélesebb radianciartományban mérő alacsony felbontású 13-as, 14-es és 15-ös csatorna felhasználásával képzett FLH-index értékeit az egyes in situ felhőtlen mérési napokra, 2007–2011 között előállítottuk. A kapott eredmények négy külön csoportba tömörültek: -40 és -30, -10 körüli, -2 és 2 közötti és a 4–20 FLH-indexű értékeket tartalmazó csoportba. A 4 csoport kialakulásának okaként szakirodalmi előismeretek alapján a következőket feltételeztük: a szenzor zenitshöghatása [alacsony zenitshög, rosszabb jel-zaj arány, a légköri korrekció hiánya (magas páratartalom)], vagy a lebegőanyag mennyiségének változása a tóban (pl. erős szél hatására a Balaton vize felkavarodik). Korrelációs vizsgálatok alapján megállapítható, hogy az FLH-index alakulása összefüggést mutat az 1-es csatorna értékeivel. Az 1-es csatorna a lebegőanyaggal mutat összefüggést (Miller és Mckee 2004). A

lebegőanyag értelemszerűen a szélsebességgel mutat erős korrelációt, és a tó elszíneződését okozza, összefüggésben állva a FLH-indexet képező csatornák telítődésével. Ennek megfelelően, amikor a magas lebegőanyag-tartalom miatt a tó vize átlátszatlanná válik, nem lehetséges a klorofill-koncentráció mérése az FLH-index alapján. Az összefüggés bizonyítására több esettanulmányt is végeztünk, ahol az *in situ* mérési adatokat összevetettük valós színezésű képpel, az 1-es csatorna radianciamezeijével és az FLH-indexmezőkkel.

A példák közül az első, itt bemutatott felvétel 2008. június 23-ai Terra áthaladáshoz tartozik, mely egy korai nyári időpont, a második algavirágzás előtt és a tavaszi után. A felvételhez tartozó pontszerű adatbázis alapján látható, hogy az FLH-értékek -0,39 és 0,1 között változnak, negatív korrelációt mutatva a terepen mért laboratóriumi klorofill-a értékekkel (3. ábra). Az 1-es csatorna radianciaértéke, a szenzor zenitshöge, az aeroszol optikai mélység és a vízgőztartalom alacsony értékeket vesznek fel, ahol a valós színezésű kép alapján megfigyelhető egyfajta szisztematikus elszíneződés. A Keszthelyi-medence sötétzöld színű (bár ezt a Zalából bemosódó oldott színes szerves anyag is okozhatja), míg a Siófoki-medencéig átmenetesen vált át kék színbe, ahol a klorofill-a értékek is ennek megfelelően változnak (1-es táblázat). A lebegőanyag-tartalommal korreláló 1-es csatorna értékei a Balaton területén jelentősen nem változnak, a Balaton szélén megjelenő magasabb értékeket tartalmazó pixelek jó egyezést mutatnak a 250 méteres felbontású kompozitfelvételeken is megjelenő lebegőanyaggal, illetve a meder és a szárazföld közelsége miatt a vegyes pixelek megjelenésére is visszavezethetőek a parti sáv mentén. Az FLH-index követi a valódi színes felvételen is megfigyelhető trendet: a Siófoki-medencében nagyobb értékeket vesz fel (tehát kevesebb a klorofill-a tartalom), mint a Keszthelyi-medencében. A 13-as és 14-es csatorna radianciaértékei 0–20 W/m²/str/mikrométer között változnak, és nem kerülnek telítődésbe a csatornák.



3. ábra. 2008. 06. 23. 9.45 Terra/MODIS áthaladásához tartozó, valós színezésű (RGB) kompozitkép (bal felső), in-situ méréseket összefoglaló táblázat (jobb felső), FLH-index (bal alsó) és a MODIS 1-es csatornájának kalibrált, légkörileg korrigálatlan radianciaértékeit bemutató térképek.



4. ábra. 2007. 05. 29 9.35 Terra/MODIS áthaladásához tartozó valós színezésű (RGB) kompozit (bal felső), in-situ méréseket összefoglaló táblázat (jobb felső), FLH-index (bal alsó) és MODIS 1 csatornájának kalibrált, légkörileg korrigálatlan radianciaértékeit tartalmazó térképek.

A második kiválasztott felvétel a 2007. május 29-ei Terra-áthaladáshoz tartozik (4. ábra). Az időpont közel esik a tavaszi algavirágzás időpontjához. Az in situ mérésekhez tartozó táblázatot megfigyelve az FLH-index értékek a Keszthelyi- és Szigligeti-medence esetén a laboratóriumi klorofill-a tartalommal nem korrelálva, magas pozitív értékeket vesznek fel, ahol ezzel együtt a 1-es csatorna értékei is nagyon magasak, ami nagy mennyiségű lebegőanyag-tartalomra utal. A Szemesi- és Siófoki- részmedence esetén az FLH-index értékei jó egyezést mutatnak a referenciaadatokkal. A valódi színes képet vizsgálva jól látható a lebegőanyag-tartalom okozta elszíneződés, amely a Szigligeti-medencénél jól megfigyelhetően elnyomja a sötétzöld elszíneződést. Ez feltehetően az algavirágzáshoz tartozhat, de összefügghet megint csak az oldott színes szerves anyagok bemosódásával is, a déli parti berkekből. A Szemesi részmedence esetén az apró gomolyfelhők okozhatnak az FLH-értékekben hibát. A 1-es csatorna és az FLH-index térbeli elterjedése azonos mintázatot követ, így a felvétel alapján is megfigyelhető, hogy az 1-es csatorna befolyásolja az FLH-értékeket. Továbbá az előzővel ellentétben, itt a -30 helyett pozitív irányban térnek el a 0 körüli értékektől az FLH-index értékei. Ha jól megfigyeljük, ahol az 1-es csatorna értékei alacsonyabb értékeket vesznek fel, ott egy sávban rendeződnek a -30 körüli értékeket tartalmazó FLH-index értéke. Az is látható, hogy a sötétzöld elszíneződés már teljes mértékben 0 érték körüli FLH-index értéket jelent.

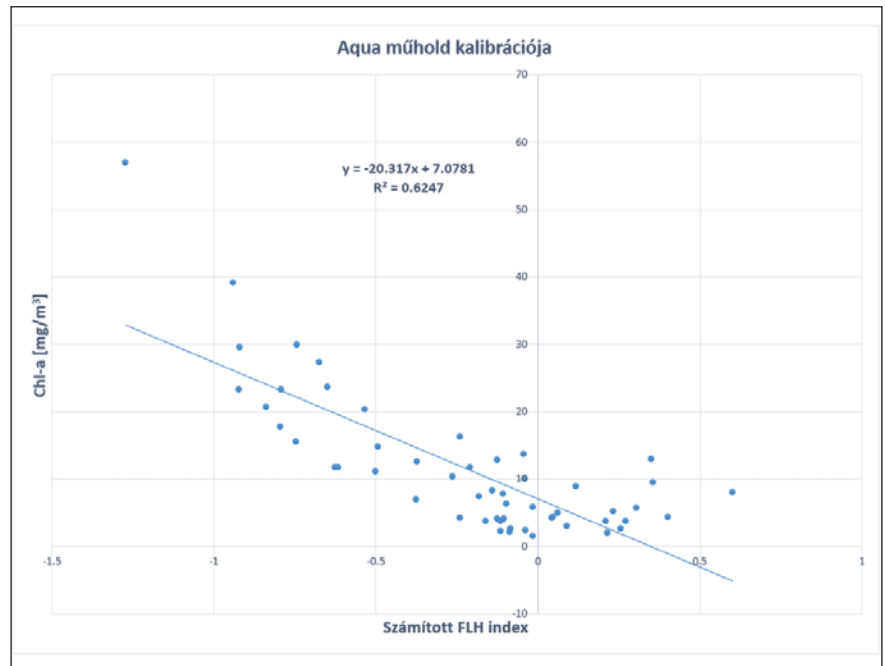
Kalibráció az FLH index alapján

A kalibrációt a fentiek alapján a 13-as, 14-es és 15-ös csatornák alapján végeztük el, mely csatornák mérései nem telítődtek a felkavarodott lebegőanyag hatásainak köszönhetően. Ezen adatok főként alacsony klorofill-a tartalom mellett (0–20 mg/m³) voltak elérhetőek. Így a kalibráció a jellemzően alacsony klorofill-a tartalmú oligotrofikus Siófoki-medence területén a legmegbízhatóbb. A kalibráció során egyenest illesztettünk az

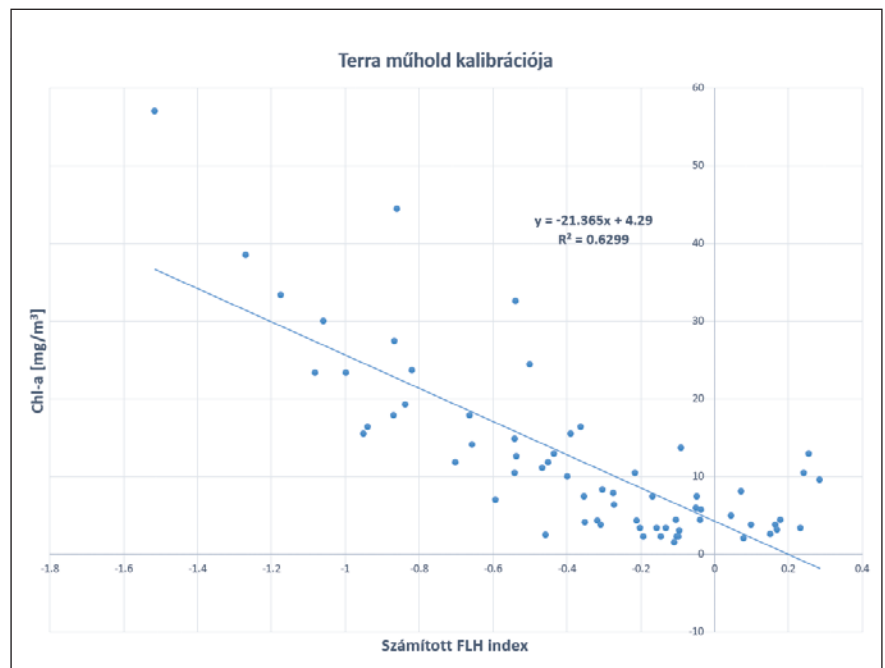
FLH-index és a mért klorofill-a tartalmakra, feltételezve a biofizikai alapon kimutatott lineáris kapcsolatot. Megállapítható, hogy a klorofill-a tartalommal korreláló értékek 0 és -4 közötti FLH-indexű értékeket vesznek fel, melyet alátámaszt a Palmer és munkatársainak munkája (2015a), akik a MERIS esetén szintén ezen értékeket kapták.

A kalibrációt az Aqua- és a Terra-műhold MODIS adataira külön

végeztük, mivel a két műhold adatai szisztematikusan eltérnek egymástól (Franz et al. 2008). Az illesztéshez véletlenszerűen szétválasztottuk az adatpontokat, és 80%-ukat használtuk a kalibráció felállítására, és az adatpontok 20%-át használtuk validálásra. A lineáris illesztés eredményeként a Pearson-féle korrelációs együttható négyzete az Aqua esetén 0,624 R²-nek (5. ábra), míg a Terra esetén 0,629 R²-nek (6. ábra) adódott.



5. ábra. Lineáris illesztés Aqua/MODIS adatokkal (R²=0,624)



6. ábra. Lineáris illesztés Terra/MODIS adatokkal (R²=0,629)

Klorofill-a monitorozás

A felállított kalibrációs egyenlet alkalmas a MODIS-felvételek klorofill-a mennyiségének kimutatására azoknál a felvételeknél, ahol az 1-es csatorna értéke 22–40 W/m²/str/mikrométer radianciaértékek közé esik és a légköri körülmények is megfelelők. Az illesztéssel kapott eredmények használatát elsőként a 2009. 08. 17-ei Terra/MODIS felvételen teszteltük. Az előállított klorofill-a térképen jól kirajzódnak a Balaton medencéinek eltérő

trofikus tulajdonságai. Keszthelynél magas a klorofill-a tartalom értéke, és ez fokozatosan csökken a Siófoki-medencéig, amely lényegesen kisebb külső tápanyagterhelést kap, és ezért átlagosan alacsonyabb klorofill-a tartalommal bír (7. ábra). Másodikként a 2008. 05. 13-ai Aqua áthaladásához tartozó MODIS-felvételt jelenítettük meg, ahol a Szigligeti- és a Keszthelyi-medence esetén az 1-es csatorna radianciaértékei nem estek a 20–40 W/m²/str/mikrométer közötti tartományba, itt csak a Siófoki-medence

esetén kapunk klorofill-a tartalom monitorozására alkalmas adatokat (8. ábra). Jelen dolgozatban publikált kalibrációs egyenlet a két példán túlmenően levezethető az összes rendelkezésre álló MODIS-műholdképre.

Konklúzió

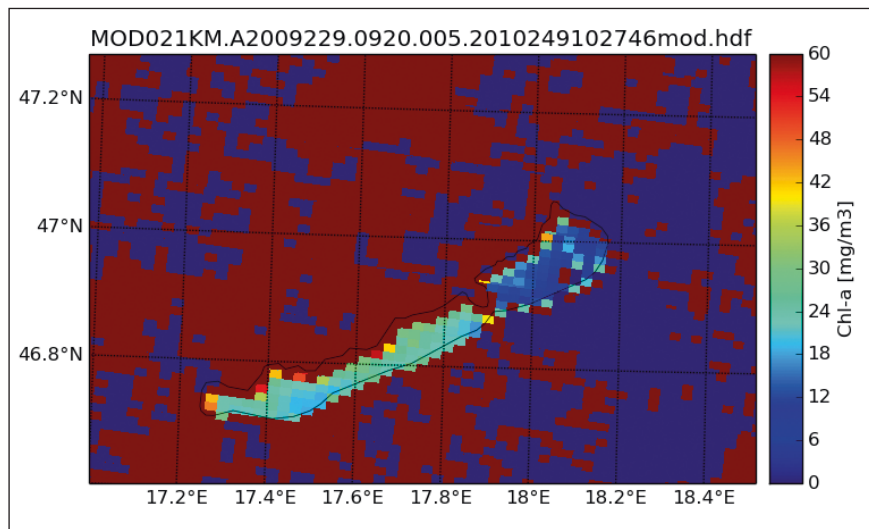
Jelen kutatás bemutatta, hogy bizonyos körülmények között az úrbázisú MODIS-szenzor mérései alkalmazhatók a Balaton klorofill-a tartalmának becslésére. A kapott eredmények kiegészíthetők a műholdas MERIS-adatbázis (2007–2012), illetve a kéthetenként történő rendszeres in situ mérésekkel. A dolgozatban publikált kalibrációs egyenlet és az Eötvös Loránd Tudományegyetem műholdvevő állomása által vett MODIS-adatok felhasználásával, a valós idejű, az interneten napi rendszerességgel publikált klorofill-a-térképek (http://nimbus.elte.hu/kutatas/sat/balaton_latest.pl) teszik lehetővé a Balaton klorofill-a tartalmának térbeli mintázatának monitorozását. A távérzékelésen alapuló, napi gyakoriságú monitorozás a tó trofikus jellegének évszakos és ökoszisztémájának dinamikus változásáról nyújt további információkat. Ezenkívül az előállított térképek segíthetik a különböző terepi hidrobiológiai mérések tervezését.

Köszönetnyilvánítás

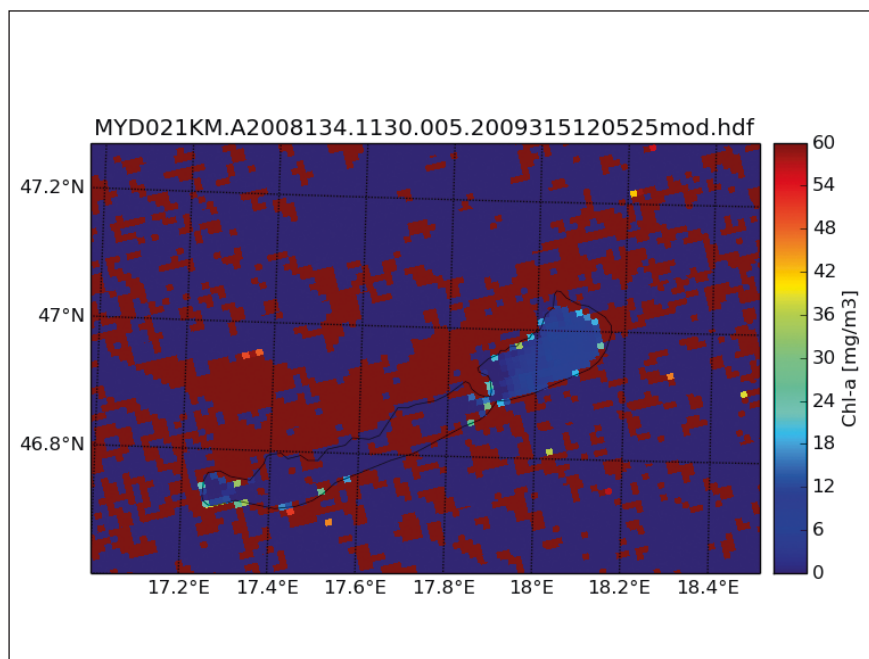
A kutatást az OTKA PD-111920 és PD-115833 számú pályázata támogatta. Köszönettel tartozunk az ELTE Geofizikai és Űrtudományi Tanszék Űrkutató Csoport kollégáinak az ELTE vevőállomás létrehozásáért és folyamatos fenntartásáért.

Irodalomjegyzék

1. CHAVULA, G., BREZONIK, P., THENKABAIL, P., JOHNSON, T. and BAUER, M. (2009). Estimating chlorophyll concentration in Lake Malawi from MODIS satellite imagery. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C* 34, 755–760.
2. FRANZ, B. A., KWIATOWSKA, E. J., MEISTER, G. and MCCLAIN, C. R. (2008). Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer on Terra: limitations for ocean color applications. *Journal of Applied Remote Sensing*.



7. ábra. A 2009. 08. 17. Terra/MODIS áthaladásához tartozó, a kalibrált, illesztett egyenes egyenlete alapján számított klorofill-a térkép. Jól látható, hogy a Keszthelyi-medence magasabb klorofill-a értékei fokozatosan csökkennek le a Siófoki-medencéig.



8. ábra. A 2008. 05. 23. Aqua/MODIS áthaladásához tartozó, a kalibrált, illesztett egyenes egyenlete alapján számított klorofill-a térkép. A Keszthelyi- és Szigligeti-medencére nem kapunk értelmezhető klorofill-a értékeket a magasabb lebegőanyag tartalom miatt.

3. GOWER, J. F. R., BROWN, L. and BORSTAD, G. A. (2004). Observation of chlorophyll fluorescence in west coast waters of Canada using the MODIS satellite sensor. *Canadian Journal of Remote Sensing* 30, 17–25.
4. HERODEK, S., LACKÓ, L., and VIRÁG, Á. (1988). Lake Balaton research and management.
5. IOCCG (2000). Remote sensing of ocean colour in coastal, and other optically-complex waters. In S. Sathyendranath (ed) Reports of the International Ocean-Colour Coordinating Group. Dartmouth, Canada: IOCCG, pp. 140.
6. IWAMURA, T., NAGAI, H. and ICHIMURA, S. E. (1970). Improved Methods for Determining Contents of Chlorophyll, Protein, Ribonucleic Acid, and Deoxyribonucleic Acid in Planktonic Populations. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie* 55, 131–147.
7. Kern, A., Bognár, P., Pásztor, Sz., Timár, G., Lichtenberger, J., Ferencz, Cs., Steinbach, P., and Ferencz, O. (2014). Közvetlen vételű MODIS adatok alkalmazásai Magyarországi térségére. RS & GIS - Távérzékelési, fotogrammetriai, térképészeti és térinformatikai szakfolyóirat, IV/1, 5–13 ISSN 2062–8617.
8. MATTHEWS, M. W. (2011). A current review of empirical procedures of remote sensing in inland and near-coastal transitional waters. *International Journal of Remote Sensing* 32, 6855–6899.
9. MEISTER, G. and FRANZ, B. A. (Year). Adjustments to the MODIS Terra radiometric calibration and polarization sensitivity in the 2010 reprocessing. *Proceedings of*, 815308–815312.
10. MILLER, R. L. and MCKEE, B. A. (2004). Using MODIS Terra 250 m imagery to map concentrations of total suspended matter in coastal waters. *Remote Sensing of Environment* 93, 259–266.
11. MÓZES, A., PRÉŠING, M. and VÖRÖS, L. (2006). Seasonal Dynamics of Pico cyanobacteria and Picoeukaryotes in a Large Shallow Lake (Lake Balaton, Hungary). *International Review of Hydrobiology* 91, 38–50.
12. NASA (2015). NASA's Earth Observing System Data and Information System (Internetes elérhetőség: <http://reverb.echo.nasa.gov>).
13. PALMER, S. C. J., HUNTER, P. D., LANKESTER, T., HUBBARD, S., SPYRAKOS, E., N. TYLER, A., PRÉŠING, M., HORVÁTH, H., LAMB, A., BALZTER, H. and TÓTH, V. R. (2015a). Validation of Envisat MERIS algorithms for chlorophyll retrieval in a large, turbid and optically-complex shallow lake. *Remote Sensing of Environment* 157, 158–169.
14. PALMER, S. C. J., ODERMATT, D., HUNTER, P. D., BROCKMANN, C., PRÉŠING, M., BALZTER, H. and TÓTH, V. R. (2015b). Satellite remote sensing of phytoplankton phenology in Lake Balaton using 10 years of MERIS observations. *Remote Sensing of Environment* 158, 441–452.
15. SVÁB, E. (2008). Sekélyvizű tavak vízművelés-vizsgálata, állapotfelmérése műholdas távérzékelés segítségével Természettudományi Kar Budapest: Eötvös Loránd Tudományegyetem pp. 106.
16. SVÁB, E., TYLER, A. N., PRESTON, T., PRÉŠING, M. and BALOGH, K. V. (2005). Characterizing the spectral reflectance of

- algae in lake waters with high suspended sediment concentrations. *International Journal of Remote Sensing* 26, 919–928.
17. WU, G., DE LEEUW, J., SKIDMORE, A. K., PRINS, H. H. T. and LIU, Y. (2008). Comparison of MODIS and Landsat TM5 images for mapping tempo-spatial dynamics of Secchi disk depths in Poyang Lake National Nature Reserve, China. *International Journal of Remote Sensing* 29, 2183–2198.
 18. WU, M., ZHANG, W., WANG, X. and LUO, D. (2009). Application of MODIS satellite data in monitoring water quality parameters of Chaohu Lake in China. *Environmental Monitoring and Assessment* 148, 255–264.
 19. ZLINSZKY, A. and MOLNÁR, G. (2009). Georeferencing the first bathymetric maps of Lake Balaton, Hungary. *Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica* 44, 79–94.

Summary

Monitoring the Distribution of Chl-a in Lake Balaton

Using MODIS Data

Monitoring the water quality of Lake Balaton is an important research field in order to protect and analyze the ecosystem of the water. Currently water quality monitoring is based on a regular bi-weekly in-situ chlorophyll-a measurements in the center of the main basins of Lake Balaton. This monitoring can be expanded by remote sensing methods to provide water quality maps on a daily basis. Our research aim was to calibrate the data of the MODerate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) onboard satellite Terra and Aqua in order to estimate chlorophyll-a content and its distribution in Lake Balaton. The workflow was the following: first a database was built from MODIS products (radiance, geolocation, aerosol optical depth, water vapor and cloud mask) for the in-situ measurement dates between 2007 and 2012. In the second step Fluorescence Line Height (FLH) index was calculated using radiance values without atmospheric correction. The calibration was made based on linear correlation between FLH index and *in-situ* chlorophyll-a measurements. The analysis of the derived FLH index showed four independent groups, caused by the saturation of the MODIS bands 13, 14, 15, showing correlation with the suspended material (derived from band 1). The square of the linear correlation coefficient (R²) relationship

between the in-situ and remote sensing measurements was 0,629 and 0,624 for satellite Terra and Aqua, respectively. The calibration equation is applicable for Lake Balaton principally under clear atmospheric conditions with a limitation that suspended material content of the water should be low. Daily, real-time chlorophyll-a maps are available online based on the direct broadcast MODIS data received by the Eötvös Loránd University (available at http://nimbus.elte.hu/kutatas/sat/balaton_latest.pl). These real-time maps provide detailed information about the spatial distribution of chlorophyll-a. The maps can be used for the planning of ecological field measurements and answering research questions related to the ecosystem of Lake Balaton.



Koma Zsófia
doktorandusz

Eötvös Loránd Tudományegyetem
Geofizikai és Űrtudományi Tanszék
e-mail: zsafia.koma@ttk.elte.hu



Dr. Zlinszky András
tudományos munkatárs

MTA Ökológiai Kutatóközpont
Balatoni Limnológiai Intézet
e-mail: zlinszky.andras@okologia.mta.hu



Dr. Kern Anikó
tudományos munkatárs

Eötvös Loránd Tudományegyetem
Geofizikai és Űrtudományi Tanszék,
Űrkutató csoport
e-mail: anikoc@nimbus.elte.hu

Stephanie Palmer
posztdoktor

MTA Ökológiai Kutatóközpont
Balatoni Limnológiai Intézet
e-mail: stephanie.palmer@okologia.mta.hu

Térképen található karakterek és szimbólumok felismerése és vektorizálása

Nemes Krisztián

Bevezetés

A mai fogalmak szerint a digitalizált térképek nem csak egyszerű – esetleg georeferált (koordinátákkal ellátott) – képek, hanem általában vektoros digitális állományok; az objektumaikhoz (pont, vonal, felület, szöveg) adatbázis kapcsolódik, mely tartalmazza az egyes objektumok leíró adatait (attribútumait). Egy vektoros állomány manuális előállítása azonban igen hosszadalmas folyamat. Ennek a folyamatnak a felgyorsítására készítettünk egy eljárást, ami raszteres digitális térképeken a pontszerű térképi jelek felismerését és vektorizálását automatikusan végzi el a manuális beállítások után. Ebben a cikkben bemutatjuk az eljárást, az alkalmazott algoritmust és a működés megbízhatóságára, sebességére vonatkozó vizsgálatok eredményeit is.

Lehetőségek

Az automatikus jelfelismerés területén végzett kutatások igen szerteágazók. Dinamikus rendszám-tábla-felismerő szoftvereket alkalmaznak a szabálysértők gyors és automatikus kiszűrésére [1]. Különböző programok állnak rendelkezésre a szkennelt könyvek karaktereinek vektorizálására [2]. Egyes eljárások a kézzel írt karakterek felismerésére neurális hálózatokat alkalmaznak. Ezek a hálózatok az emberi agyhoz hasonlóan működnek, és az apró eltérések mellett is képesek felismerni a betűket [3]. Térképészeti vonatkozásban is használják ezt a módszert, hiszen a nyomtatott térképek szkennelésekor fellépő torzulások miatt az egyes jelek deformálódnak, ami megnehezíti a felismerésüket [4].

Valamennyi eljárás működésében kulcsszerepet játszik egy olyan háttér-adatbázis, amely a felismerendő objektumok mintáit tartalmazza. A felismerés ezen adatbázis tartalmi elemeivel való összehasonlításon alapul.

E problémakör még ma is intenzíven kutatott területe a térinformatikai adatfeldolgozásnak. Idehaza [5], [6] és külföldön is egyaránt születtek figyelemre méltó megoldások [7].

Az általunk kidolgozott eljárás igen hasonló a neurális hálózati alapon működőkhöz. A szkennelt térképen található jelek felismeréséhez egy speciális referencia-adatbázist használunk, ahol megtalálható az adott térképen fellelhető összes pontszerű térképi jel (piktogramok, szimbólumok, karakterek). Ennek alapjául a térképi jelmagyarázat szolgálhat, ahol általában minden jel és megnevezése fellelhető. Az adatbázist minden digitalizált térképre egyedileg kell előállítani (kivéve, ha térképsorozatokról van szó, aminek a jelmagyarázata ugyanaz). Ezek az adatbázisba bevitt jelek lesznek a referenciajelek, egyedi azonosítóval (név vagy ID) ellátva. Az eljárás-hoz írt felismerőprogram e referencia jelek alapján hozza létre a megfelelő helyen (képi X, Y koordináta) a vektorpontot, ami a felismert jel tulajdonságaival bír.

A felismerési adatbázis létrehozása

A felismerés hatékonysága arányosan növekszik a digitális térkép felbontásának növelésével. A tanulás folyamatánál, illetve a felismerési eljárásnál a program 144×144 pixelméretű jelekkel dolgozik. Hatékony felismeréshez digitalizáláskor célszerű ennek a jelméretnek a megközelítése. 300 dpi-s képnél ez 12 mm-es jelméretet jelent.

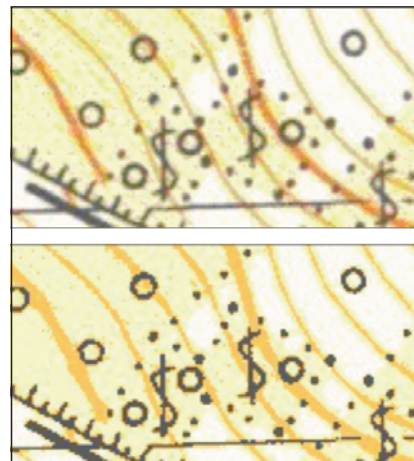
Első lépésként a referenciajeleket le kell választani az egyéb térképi tartalomtól. A folyamat során a pixelek tulajdonságait használjuk fel. A térképen azonos színnel nyomtatott elemek pixelei a szkennelt képen nem pontosan azonos színűek, hanem egy bizonyos színtartományba esnek. Az egyes nyomdai színekhez (és a fehér papírhoz) tartozó színtartományt egy-egy

konkrét értékkel helyettesítjük, mint egy átszínezzük a térképet, így például a 16 millió színből álló képet korlátozott számú színből álló képpé alakítjuk át (1. ábra). Ezt nevezzük színredukciónak. Az így kapott színcsoportok színét és méretét használjuk fel a kiemelésre [8].

Következő lépésként binarizáljuk a képet, azaz fekete-fehérré alakítjuk (2. ábra). Binarizálás során az általunk kiválasztott színből fekete, a többiből fehér szín lesz, majd a megmaradt fekete színű elemek térbeli kiterjedését megvizsgáljuk két szempont szerint:

- a jel kiterjedése, azaz a jelet bennfoglaló téglalap szélessége és hosszúsága alapján, illetve
- a jelet alkotó pixelek száma szerint.

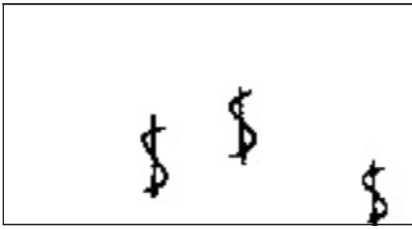
Így megfelelő mérethatárok beállításával kiszűrhetjük a felesleges elemeket, például kis pontokat, hosszú vonalakat (3. ábra).



1. ábra. A 16 millió színből felépülő képből generált 3 színű kép



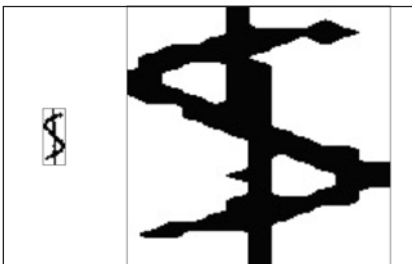
2. ábra. A binarizált kép



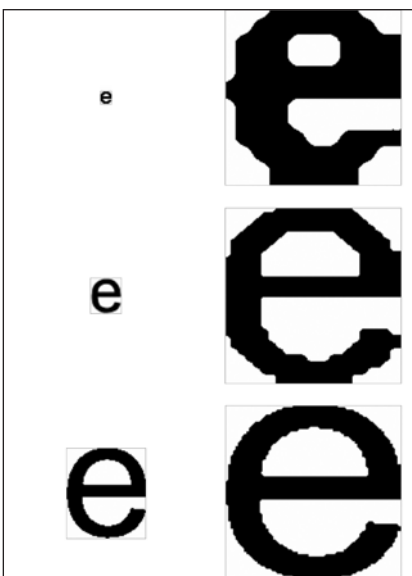
3. ábra. A szűrések után megmaradt jelek

Ezek után a szűréssel kiválasztott valamennyi térképi jelet kiemeljük a képről az összetartozó, egymással szorosan kapcsolódó pixelek mentén. A kiemelt jelet bennfoglaló téglalap bal felső sarokpontjának koordinátáit pedig elmentjük. Ezekre a koordinátákra az exportálásnál lesz szükségünk.

Az adatbázisba mentett jeleknek egységes méretűnek kell lenniük, hiszen minden térképi jelen ugyanaz a felismerő eljárás fut végig, ez pedig megköveteli az egységes méretet. Erre a 144×144 pixel a legalkalmasabb, mert elég nagy ahhoz, hogy az egyes jelek közötti különbségek érzékelhetőek legyenek, ugyanakkor nem olyan nagy,



4. ábra. Az eredeti, 12×31 pixeles kép és a transzformálás után kapott 144×144 pixeles kép



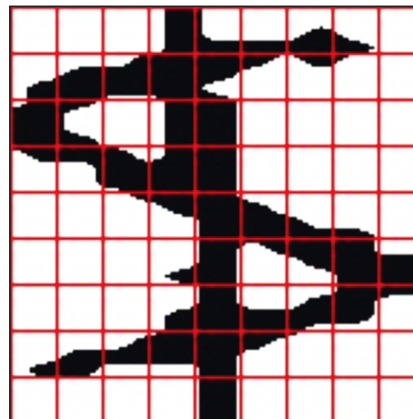
5. ábra. Különböző méretű jelek transzformálásakor fellépő torzulások

hogy feleslegesen megnövelné az adatbázis méretét. Ahhoz, hogy megkapjuk ezt a méretet, az egyes jelek képét át kell transzformálni, csökkenteni vagy növelni kell a szélességét, illetve a magasságát (4. ábra).

A transzformáció hatására azonban a kép torzul, a torzulás mértéke pedig annál nagyobb, minél jobban eltér a térképi jel mérete a 144×144 pixeltől. A torzulás mértékét az 5. ábra szemlélteti. Minél nagyobb ez a torzulás, annál jobban eltűnnek a jelek közötti különbségek.

A tanulás folyamata

A térképi jel megtanulásához, az adatbázisba történő beépítéséhez a program felosztja a képet 9×9 mezőre, ahogy azt az 6. ábrán a piros vonalak szemléltetik. 9 mező esetén páratlan számú mezőből álló rácsunk lesz, ami még jobban kiemeli az egyes jelek közötti különbségeket. Egy 144×144 pixeles kép esetén így egy-egy mezőben $16 \times 16 = 256$ pixel található.



6. ábra. A felosztott kép

0	0	0	0,629	0,406	0,250	0,410	0,246	0
0,215	0,621	0,719	0,980	0,746	0,254	0,219	0,086	0
0,938	0,492	0	0,625	0,934	0	0	0	0
0,262	0,449	0,813	0,879	0,938	0	0	0	0
0	0	0,070	0,422	0,945	0,672	0,301	0,148	0
0	0	0	0,145	0,879	0,227	0,586	0,953	0,629
0	0	0	0,258	0,922	0,449	0,555	0,789	0,270
0,137	0,488	0,422	0,715	0,949	0,352	0,039	0	0
0	0	0	0	0,813	0	0	0	0

1. táblázat

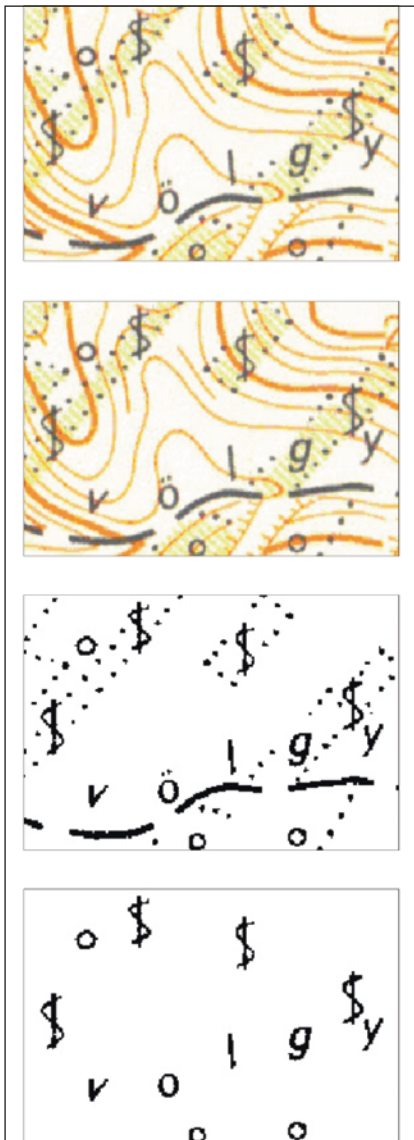
Az egyes mezőkön belül a program megszámlolja a fekete pixeleket, és kiszámolja azok arányát a mezőben található összes pixel számához (256 db) képest. Így kapunk egy 0 és 1 közötti törtszámat, ahol 0 a teljesen fehér, 1 pedig a teljesen fekete mezőt jelenti. Az egyes mezőkön belüli feketepixel-arányokat az 1. sz. táblázatban láthatjuk.

A fekete pixelek arányainak értékeit egy adatbázisba mentjük. A szőlő jelét az 1. sz. táblázat reprezentálja. Elmentjük továbbá az arányszámok összegét is, amit nevezhetünk területnek is. Ha a jel teljesen kitölti a 144×144 pixel méretű négyzetet, azaz minden feketepixel-arányszám 1, akkor ezek összege 81 egység lesz. Ez a maximálisan elérhető területméret.

A felismerés folyamata

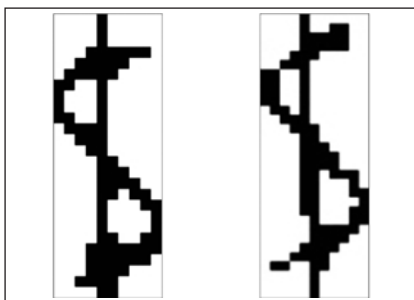
A jelfelismeréshez a digitalizált térképet elő kell készíteni. Ez az előkészítés a színek számának lecsökkentését jelenti, majd a referencia-adatbázisban tárolt jelek színeinek és méreteinek ismeretében a program megvizsgálja és kategorizálja a térképen található alakzatokat szín és méret szerint, és kiszűri azokat, melyek mérete nagyobb vagy kisebb, illetve a színük más, mint az adatbázisban tárolt jeleké (7. ábra).

Következő lépésként a szűréssel kiválasztott jelek képét egyenként át kell transzformálni 144×144 pixel méretű képpé. Az így kapott képeket külön-külön vizsgáljuk. Felbontjuk a képet 9×9 mezőre, és kiszámoljuk a fekete pixelek arányát az egyes mezőkön belül. Ezeket az értékeket összegezve megkapjuk az adott, felismerni kívánt jel területét is, ami az eljárás gyorsítására szolgál. Felismeréskor első lépésben ennek a területnek az összevetése történik a referencia-adatbázisban tárolt jelek területeivel, sorban egymás után. Ehhez meghatároztunk egy küszöbértéket, ami a felismerni kívánt jel és az adatbázisban tárolt jelek területeinek különbségén alapul. A küszöbérték megválasztásánál azonban figyelembe kellett vennünk, hogy a térképi karakterek és szimbólumok – bár ugyan az a betűtípus vagy piktogram szimbolizálja



7. ábra. Az eredeti térképrészlet, a 4 színre csökkentett, majd binarizált változat, végül a szűrés után megmaradt jelek

őket – a nyomtatás, majd szkennelés folyamán eltorzulhatnak. A 8. ábrán két, ugyanazon térképelemet (szőlő) ábrázoló jel látható, amelyek valamilyenre mégis eltérnek egymástól. Ebből következően a területük is eltérő,



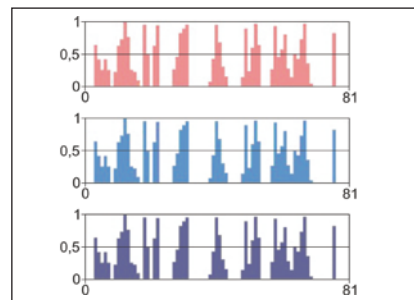
8. ábra. A térképi jelek a torzulások következtében nem egyformák (nagyítva)

felismeréskor azonban mindkettőt szőlő jelként kell felismernie a programnak. Tapasztalati úton ez a különbség maximum 10%-os lehet.

Ezt figyelembe véve, összevetéskor két eset lehetséges:

- Ha a két jel területének különbsége meghaladja ezt a küszöbértéket, akkor valószínűsíthető, hogy a két jel eltér egymástól. Ezzel szűkíthetjük azon jelek számát az adatbázisban, melyekkel összehasonlítjuk a felismerni kívánt jelet, csökkentve a felismerési eljárás futási idejét.
- Abban az esetben viszont, ha a felismerni kívánt jel és az adatbázisban soron következő jel területének különbsége nem haladja meg a küszöbértéket, akkor a program összehasonlítja ezt a két jelet. Kiszámolja mindkét jel feketepixel-arányszámát, majd ezek különbségét a 9×9 mező mindegyikében. Ezt követően ezeket a különbségeket összegezzük, így minden egyes összehasonlításnál kapunk egy eltérési értéket az adatbázisban található aktuális jeltől. Minél kisebb ez az érték, annál biztosabb, hogy a felismerni kívánt jel azonos az aktuálisan összehasonlított adatbázisjellel.

Ezt szemlélteti a 9. ábra. Az ábrán látható piros oszlopdiagram az adatbázisban tárolt, összevetés szempontjából éppen soron következő jel $9 \times 9 = 81$ darab feketepixel-arányszámát mutatja. Egy oszlop egy mező értékét mutatja, a 0 és 1 közötti értéktartományban. A teljesen fehér oszlop 0, míg a teljesen piros oszlop 1 értékű. A kék színű oszlopdiagram pedig a térképen felismerni kívánt, egyelőre ismeretlen jel 81 darab feketepixel-arányszámát mutatja. Az utolsó pedig az előző kettő egymásra vetítéséből áll elő.



9. ábra. A referencia adatbázisban tárolt jel és a felismerni kívánt jel képének összevetése egyező jelek esetén

A kettő tökéletesen megegyezik, fedi egymást, így biztosak lehetünk abban, hogy a felismerni kívánt jelünk 100%-ban megegyezik az adatbázisban tárolt aktuális jellel, ami a szőlőjel volt.

A példa kedvéért nézzünk egy másik szőlőjelet, hiszen nem minden jel egyforma a torzulások miatt (8. ábra). Ennek a jelnek a területe 17,615 egység. A 81 egységnyi területű négyzetből ekkora részt fed ki ez a jel. Ha ez a terület és a referencia-adatbázisban található szőlőjel területének különbsége nem éri el a küszöbértéket (10%-os eltérés), akkor a program ezt a jelet összeveti az adatbázisban levő szőlőjellel. A 10. ábra mutatja az oszlopdiagramok alakulását, hasonlóan az előző példához. A 9×9 mező különbségeinek összege 8,132 egység, ami 92%-os egyezést jelent az adatbázisban szereplő szőlőjellel.

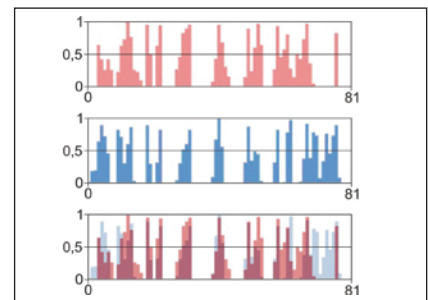
Mivel az adatbázisban található többi jel esetén ez az érték (az eltérés) csak nagyobb volt, így a program ismét sikeresen felismerte a szőlőjelet.

A 2. sz. táblázatban azt láthatjuk, hogy a további, adatbázisban tárolt jeltől mennyire tért el a felismert jelünk. Az táblázatban jól látszik, hogy a „Szőlőjel”-hez legközelebbi lehetőség az „S” betű volt, de a különbség itt is minimum 10 egységgel több volt, mint a „Szőlőjel” esetében.

A listában szereplő számértékek a felismerni kívánt jel és az adatbázisban tárolt jelek különbségét mutatják, a számok mellett a jel megnevezése látható.

Az eljárás hatékonysága

Az eljárás hatékonyságának mérésekor általában a futási sebességet és a sikeres felismerés arányát mérik. Az



10. ábra. A referencia adatbázisban tárolt jel és a felismerni kívánt jel képének összevetése kissé eltérő jelek esetén

Különbség:	
27,253	E
25,588	e
25,712	F
19,801	f
23,989	G
27,397	g
28,972	K
28,354	L
26,697	m
26,061	M
24,777	N
29,068	n
24,828	O
28,357	p
24,717	Q
26,666	R
18,923	S
8,132	Szőlő jel
19,46	T
22,101	Templom

2. táblázat

általunk készített eljárás hatékonyságát a 3. sz. táblázattal lehet a leginkább szemléltetni [9].






Az eredményekből látszik, hogy az eljárás 80 százalékot meghaladó hatékonysággal ismerte fel az egyes térképi jeleket. Az egyszerűbb alakzatokat könnyebben azonosította, ami a jelek torzulására vezethető vissza (5. ábra). A kisebb térképi jelek transzformálásakor nagyobb arányú torzulás, deformálódás lép fel, aminek

következtében az adatbázisban tárolt jel és a felismerni kívánt jel közötti különbség megnő, ez pedig tévesítésre ad lehetőséget. A teszt egy alsó középkategóriás számítógépen lett lefuttatva, Intel Pentium Dual Core B980 2.4 GHz-es processzor és 4 GB RAM található a gépben, az eljárás sebessége ennek ismeretében gyorsnak mondható.

A tévesen felismert jelek száma elhanyagolható a sikeres találatok számához képest, de megadja a további fejlesztés lehetőségét.

További fejlesztési lehetőségek

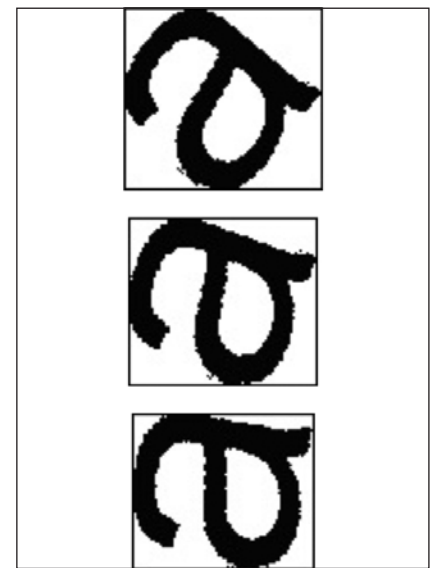
A térképen található pontszerű jelek egy része általában más elemekhez (vonalas vagy felületi elem) kapcsolódik, és hogy idomuljon hozzá, valamilyen szögben el van forgatva (11. ábrán látható megírások karakterei). Az ilyen jelek felismerésében nehézséget okoz, hogy az elforgatás szöge nincs megkövetve, bármilyen értéket felvehet, sőt, betűnként változhat (például a 7. ábrán található völgy szó) [10] [11].

Kivágat mérete (pixel)	879x526	867x532	872x534	864x532
Színcsoportok száma	4	5	4	5
létrehozása (s)	4,12	5,27	4,17	5,10
Binarizálás (s)	3,53	3,53	3,59	3,54
Felismerés (s)	15,67	9,23	15,10	17,87
Jelek száma (db)	145	75	141	170
Felismert (db)	137	63	134	159
Arány (%)	94	84	95	93
	9/14	-	8/9	9/15
	3/5	12/13	1/1	2/5
	124/125	50/60	125/131	148/150
	1/1	-	-	-
	-	1/2	-	-
Tévesen felismert (db)	6	2	3	4
Nem felismert (db)	8	12	7	11

3. táblázat



11. ábra. Elforgatott térképi megírások



12. ábra. Adott irányba forgatva a jelet, a bennfoglaló téglalap mérete csökken

lesz, mint vízszintes vagy függőleges állásnál. Ezt kihasználva addig forgatjuk a jelet valamelyik irányba, amíg az öt bennfoglaló téglalap mérete a legkisebb nem lesz (12. ábra).

A forgatás mértékétől függően a 4 fő irány valamelyikét közelítjük meg. Bár eljutunk a legkisebb bennfoglaló téglalaphoz, még mindig nem tudjuk, hogy a felismerni kívánt jelünk ezek közül pontosan melyik irányban áll. Ezért a jelet most elforgatjuk 90°-kal, majd alávetjük a felismerési eljárásnak. Ezt a folyamatot négyszer megismételve biztos, hogy egy állóképes felismerés is lefutott, ami megadja a felismert jelet. A felismeréskor eltároljuk az elforgatás szögét. A hasonló elforgatási szöggel rendelkező karaktereket ezután csoportosítjuk, majd az egyes csoportokat külön vizsgáljuk. Ha az egyes karakterek egy bizonyos távolságon belül vannak egymáshoz képest, akkor feltételezhető, hogy azok a karakterek összetartoznak, egy szót alkotnak. Például a 13. ábrán található „Vörös-p.” és a „Bükk” megírás.



13. ábra. Az azonos szögben elforgatott, egymáshoz közel álló karaktereknél kapcsolatot feltételezhetünk

Az eredmények felhasználása

Az eljárásunk célja a digitalizált és felismert jelek (karakterek, szimbólumok) felhasználása más, vektorgrafikus rajzprogramokban, akár térinformatikai programokban is. Az

eljáráshoz készített program MS Visual Studioban készült, működéséhez Microsoft Windows operációs rendszer szükséges. Azonban ahhoz, hogy ezek a felismert térképi jelek, karakterek más környezetben is felhasználhatóak legyenek, mindenképpen olyan exportálási formátum megválasztása szükséges, amely platformfüggetlen és amelyben a vektoros objektumokhoz attribútumok (tulajdonságok) is köthetőek. Erre a célra kiválóan alkalmas az ESRI shape-fájl, illetve a Scalable Vector Graphics (SVG) formátum.

A felismert jel képi pozíciójának és a jelet szorosan bennfoglaló téglalap méretének ismeretében a jel közepére teszünk egy vektorpontot. Ez a vektorpont már attribútumokkal ruházható fel. Ezen attribútumok lehetnek színre vonatkozóak, tárolhatják az elforgatottság szögét, tartalmazhatnak méretet, vagy éppen azt, hogy az adott karakter (szöveg) milyen típusú objektumhoz tartozik. Például egy kézzel megírt szöveg vízrajzi név lesz. Ezeket a pontokat külön-külön csoportokba téve (szimbólumoknál például átereszelemek, alappontok, épületek külön-külön csoportban) az exportált jeleket más programban gyorsan és könnyen lehet egységes grafikai megjelenítéssel felruházni.

Irodalomjegyzék

- [1] K. Koo, J. P. Yun, S. Choi, J. Choi, D. C. Choi, S. W. Kim: Character segmentation and recognition algorithm of text region in steel images, 2009 (<http://www.wseas.us/e-library/conferences/2009/cambridge/ISPR/ISPR45.pdf>)
- [2] A. Antonacopoulos, B. Gatos, D. Karatzas: ICDAR 2003 Page segmentation competition, 2003 (http://www.primaresearch.org/www/assets/papers/ICDAR2003_Antonacopoulos_Compensation.pdf)
- [3] S. Araokar - Visual character recognition using artificial neural networks, 2005 (<https://arxiv.org/ftp/cs/papers/0505/0505016.pdf>)
- [4] Y. Chiang, P. Chioh, S. Moghaddam: A Training-by-Example Approach for Symbol Spotting from Raster Maps, 2014 (<http://www.yoyoi.info/papers/chiang14giscience.pdf>)
- [5] Elek I., Dezső B., Máriás Zs.: IRIS, Automatikus raszter-vektor konverziós rendszer fejlesztése, IKKK 5. kutatási főirány, Beszámoló jelentés, ELTE Informatikai Kar, 2007 (<http://lazarus.elte.hu/~elek/iris.pdf>)
- [6] Katona E.: Automatikus térképinterpretáció, Szegedi Tudományegyetem,

2000. (<http://www.inf.u-szeged.hu/~katona/dissert.pdf>)

- [7] Boatto L., Consorti V., Buono M., Zeno S., Eramo V., Esposito A., Melcarne F., Meucci M., Morelli A., Mosciatti M., Scarci S., Tucci M. (1992): An Interpretation System for Land Register Maps. Computer, Vol. 25, No. 7, pp. 25-33.
- [8] Y. Chiang, C. A. Knoblock: Recognizing text in raster maps, 2014 (<http://usc-isi-i2.github.io/papers/chiang14-geoinformatica.pdf>)
- [9] R. Szendrei, I. Elek, I. Fekete: Automatic Recognition of Topographic Map Symbols Based on Their Textures, 2011 (http://people.inf.elte.hu/fekete/tamop_2010/Cikkek/Szendrei_ICSI_2011.pdf)
- [10] Y. Chiang, C. A. Knoblock: An Approach for Recognizing Text Labels in Raster Maps, 2010 (<http://www.isi.edu/integration/papers/chiang10-icpr.pdf>)
- [11] U. Pal, S. Sinha, B. B. Chaudhuri: Multi-oriented text lines detection and their skew estimation, 2002 (<https://www.ee.iitb.ac.in/~icvgip/PAPERS/242.pdf>)

Summary

Recognition and Vectorization of Symbols and Characters on Maps

Automatic map recognition and vectorization is a dynamically developing area of contemporary cartography. A vectorized map could store significantly more information than a scanned one, if a database connection is also included. As an example, we can store not only the geometry of a given road, but also its width, number or pavement type and metadata in the database, all attributes separately, so they can be searchable and filterable. In this work, we present a new process for recognizing and vectorizing map symbols and characters on a scanned map, even when they are rotated. Then the program – we made based on this process – can export the result into various file formats for further work in other softwares.



Nemes Krisztián
doktorandusz

ELTE TTK Földtudományi Doktori Iskola
e-mail: nekpaat@gmail.com

Földtani adatok kartografált, interaktív megjelenítése a weben open-source eszközök segítségével

Simó Benedek

Bevezetés

A hazai földtani adatok weben való publikálása a 2000-es évek második felétől indult meg a Magyar Állami Földtani Intézetben. Az első kísérletek még Geomedia környezetre támaszkodtak, majd egy szoftverváltást követően az adatok szolgáltatása már ESRI környezetben történt. A 2012-ben Magyar Földtani és Geofizikai Intézet (MFGI) néven létrejött kutatóközpont napjainkig ezt a technológiát használja elsődlegesen földtani térképeknek webes publikációjára.

A hardverek folyamatos fejlődésével és a nyílt forráskódú (open-source) szoftverfejlesztési modell elterjedésével a 2000-es évek közepétől új térinformatikai eszközök jelentek meg a piacon, az asztali szoftverektől a szerveroldali komponensekig (Neteler és Mitášová 2008). Ezek az eszközök mára igen jelentős szerepet töltenek be a modern térinformatikában, ezért érdemes megvizsgálni, hogy alkalmasak-e arra, hogy kiváltsák, vagy részben átvegyék a jelenleg működő rendszer feladatait.

Az alkalmazhatóság kutatása mellett több indokot is szükséges megemlíteni. Ezek közül az egyik egyértelműen gazdasági vonatkozású; a nyílt forráskódú rendszerek kialakításakor ugyanis nem szükséges beruházási költséggel és később szoftverkövetési díjjal számolni (bár természetesen nem szabad megfeledkezni az esetlegesen felmerülő kapcsolódó fejlesztési költségekről). A másik érv, amely az open-source rendszerek alkalmazása mellett szólhat, hogy szabadon testreszabhatóak, mely egyértelmű előnyt jelent a fizetős szoftverekkel szemben (Siki 2009). Az előző két általános érvvel szemben a harmadik sokkal inkább az MFGI-re vonatkozik: könnyebbé válhatna a teljesítendő feladatok végrehajtása számos olyan nemzetközi (az Európai Unió finanszírozásában létrejövő) projektben, amelyekben nyílt forráskódú eszközöket

alkalmaznak (a jelenlegi környezet használatával az ezekhez kapcsolódó munkafolyamatok sokszor nehézkesek vagy nem megoldhatóak). Egy nyílt forráskódú (open-source) WebGIS rendszer kidolgozása tehát gazdasági, rugalmassági és kompatibilitási előnyökkel is járhatna.

Jelen cikk egy általános WebGIS rendszer bemutatása után az MFGI-ben jelenleg működő rendszer jellegzetességeit vázolja, majd a rendszer nyílt forráskódú eszközökkel kialakítható alternatíváját és a megvalósításhoz szükséges migrációs lépéseket mutatja be, végül pedig a kutatás tanulságait foglalja össze.

WebGIS architektúra felépítés

Egy általános WebGIS rendszer a felépítését tekintve alapvetően hármas tagozódású. Az adattárolás egy térbeli adatok kezelésére alkalmas relációs adatbázisban történik. Erre az adattartalomra épülve egy szerveroldali komponens biztosítja ezek elérését (szabványos) webszervizek formájában. A rendszer harmadik összetevője a böngészőben történő interaktív megjelenésért és funkcionalitásért felelős; ez biztosítja a kartografált papírtérképekhez leginkább hasonló kimenetet a böngészőben.

Napjainkra szinte minden adatbázis-kezelő biztosít egy olyan adattípusú mezőt, melyben az egyes rekordokhoz kapcsolódóan geometriai információ eltárolására van lehetőség, szöveges vagy bináris formában. A fizetős szereplők világában az Oracle és a Microsoft SQL Server jár élen, míg az nyílt forráskódú eszközök között a PostgreSQL adatbázis-kezelő PostGIS kiterjesztésével biztosítja a leginkább sokrétű működést. (Mitchell 2005)

A szerveroldali modulok, vagyis térképszerverek világában is többféle nyelven íródott programokat találunk; ezek rendkívül széles skálán

mozognak a Microsoft .NET technológiájától kezdve (ArcGIS Server) az open-source eszközök világában előforduló Java (Geoserver) és C-ben (UMN Mapserver), valamint a C++ nyelven íródott (QGIS Server) implementációk mellett.

A kliensoldalon sokáig hódítottak a beépülő modulok segítségével operáló megoldások (ezek Adobe Flash Playert vagy Microsoft Silverlight technológiát használtak az interaktív megjelenítésre), de arányuk mára jelentősen lecsökkent, és a Javascript nyelv egyre hatékonyabb működése és ezzel párhuzamosan napjaink modern böngészőinek megjelenése egyre inkább a tiszta Javascript kódra épülő könyvtárak népszerűsödését eredményezte. Mind a fizetős, mind az open-source világban a jelenleg legnépszerűbb függvénykönyvtárak (ArcGIS Javascript API és Openlayers3 API) ezzel a technológiával készültek. (Dhokal 2016)

A jelenleg működő rendszer

A webes publikálásra szánt földtani adatok jellegüket tekintve alapvetően vektoros adattárolási struktúrával rendelkeznek; típusukat tekintve lehetnek pontszerű térképek (fúrásokat, mérési adatokat tartalmazó ponttérképek), vagy felületi kiterjedéssel rendelkező állományok (felszíni földtani, vagy aljzattérképek), de vonal menti tematikák is előfordulhatnak (pl. izovonalas ábrázolású térképek).

Az adattárolás, térképszerver, kliensoldali megjelenítés hármas egysége ennek megfelelően alakul az MFGI-ben, mely jelenleg az ESRI termékcsalád egyes komponenseire épül. A térbeli adatok kezelése Microsoft SQL Server segítségével történik, melyet az ESRI ArcSDE eszköz tesz teljes értékű térinformatikai adatbázis-kezelővé. Ezekre az adatbázisokra épülve történik a földtani térképek szerkesztése, mely eredményeképpen

egy megjelenítést tartalmazó bináris leíró fájl jön létre (mxd kiterjesztéssel). Ezt felhasználva az ArcGIS Server képes egy webes szolgáltatást indítani, mely tartalmazza a kartografálás során alkalmazott megjelenésre vonatkozó információkat. A webes megjelenítés során a kliensoldalon (vagyis a böngészőben) futó ArcGIS Javascript API-ra épülő kód ezeket a szervereket hívja meg az egyes alkalmazásokban.

Ennek a jelenlegi rendszernek nagy előnye, hogy az adatok kartografálását követően az elkészült állományok – programozás vagy szöveges fájlok manuális módosítása nélkül – publikálhatók az interneten, méghozzá pontosan azzal a jelkulccsal, amivel azt az asztali környezetben kialakították. Az open-source eszközök egyik legnagyobb kihívása talán pont ez lehet: a különféle projektek által létrehozott WebGIS komponensek sokszor nehezen kapcsolhatóak össze az asztali szerkesztéstől a webes megjelenítésig, és a stílusok átörökítése sokszor egyáltalán nem lehetséges, vagy sok manuális munkát igényel.

Az open-source eszközökkel kialakítható rendszer

Mivel a nyílt forráskódú eszközökkel egy WebGIS rendszer teljes vertikumában sokféleképpen felépíthető, így elsőként meg kell vizsgálni, hogy milyen alapvető elvárásoknak kell megfelelnie a kialakítandó rendszernek; figyelembe kell venni a térinformatikai adattárolás módját és a kialakult munkafolyamatokat. Ahogyan az előző részben az már kiderült, az MFGI-ben a feldolgozott, kész térinformatikai adatok tárolása adatbázisokban történik, majd erre épül a térképek szerkesztése, és a webes publikálás kartográfiai szempontból magas színvonalon történik. Így elsősorban azt szükséges megvizsgálni, hogy a nyílt forráskódú szoftverek sokaságából össze lehet-e állítani egy ilyen igényeket kielégítő rendszert, amely hordozza az ESRI termékekre épülő vertikumhoz hasonló minőségi és kényelmi jellegzetességeket.

A nyílt forráskódú GIS világában talán az adatbázis-kezelők közötti választás a leginkább kézenfekvő.

Habár több adatbázis-kezelő is rendelkezik valamilyen szintű funkcionalitással térinformatikai adatok kezelésére (MySQL, MongoDB, SQLite), mégis kiemelkedik közülük a PostgreSQL, a PostGIS kiterjesztéssel. (Chen 2008) Ez a projekt nemcsak széles funkcionalitással rendelkezik (a benne elérhető térbeli adatokra alkalmazható függvények száma jelenleg ezer felett jár), hanem aktív felhasználói és fejlesztői közösséggel rendelkezik, így mára szinte szabványnak tekinthető az open-source világban. Nem kérdés tehát, hogy az MFGI esetében ezzel a választással jó alapot lehet teremteni a kialakítandó WebGIS rendszernek.

A rendszer szerveroldali komponense, vagyis a térképszerver választásakor számos kérdés merül fel. A legnépszerűbb projektek, mint a Geoserver és a UMN Mapserver esetében kijelenthető, hogy habár széles funkcionalitással rendelkeznek, és teljesítmény szempontból is erős választásnak bizonyulnak, legnagyobb hiányosságuk az asztali környezetben kartografált térképek stílusainak az átörökítésekor merül fel. Képesek ugyan bonyolultabb stílusok megjelenítésére, de ehhez sokszor komoly manuális munka szükséges, és a végeredmény kartográfiai szempontból még így is sokszor limitált, elsősorban a névrajzi, valamint a felületi kitöltések tekintetében.

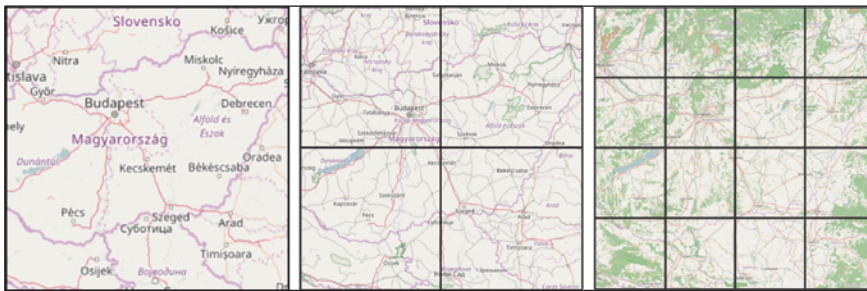
Ezen a ponton szükséges megemlíteni, hogy habár egy WebGIS rendszer esetében nem tekinthető egy asztali szerkesztéshez használt program a rendszer szerves részének, a kartográfiai szempontokat szem előtt tartva ez az elem mégis kiemelt fontossággal bír a rendszer szempontjából. Az MFGI esetében elkészült komplex, kartografált földtani tematikájú térképek, melyek jelkulcsa sokszor igen nagy összetettséget mutat, megkívánja egy ilyen elem integrálását a rendszerbe. A QGIS Desktop, mint asztali GIS-szoftver, képes összetett kartográfiai megjelenítés kialakítására, így megfelelő lehet erre a feladatra, hiszen a nyílt forráskódú GIS-világban a vezető szerepe a PostgreSQL adatbázis-kezelőhöz hasonlítható, és versenytársai minden szempontból elmaradnak mögötte. Ha ez az elem is integrálásra

kerül a rendszerbe, akkor ezek után a legnagyobb kérdés tehát a következő: hogyan lehetséges az ezzel a szoftverrel elkészült térképeket ugyanezzel a jelkulccsal a webre közvetíteni?

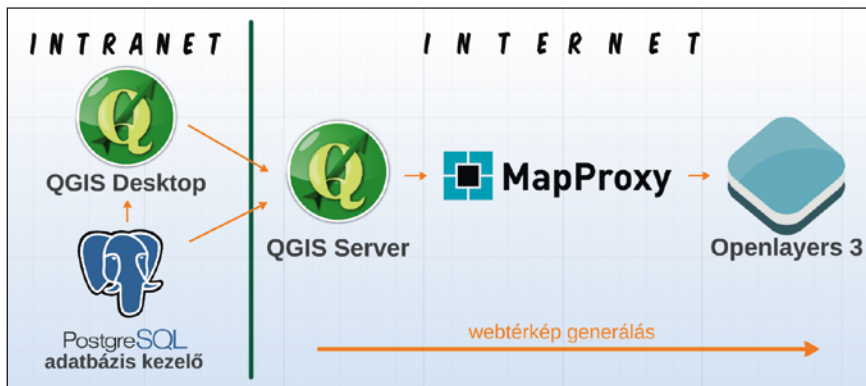
Ahogy az korábban már említésre került, a Geoserver és a UMN Mapserver kötöttek saját, szöveges alapú megjelenítésükhöz, így ezek nem alkalmasak a feladatra. A problémára a megoldást a QGIS Server nyújthatja, melynek legnagyobb előnye, hogy a webes térképek generálásához ugyanazt a renderelési mechanizmust használja, mint a QGIS Desktop, és így képes az asztali környezetben kialakított stílus tökéletes reprodukciójára. A munkafolyamat így az ESRI-alapú rendszerhez hasonlóvá válhat; a QGIS Desktopban szerkesztett térképi állomány elkészültekor keletkező leíró XML-fájl alapján a QGIS Server képes az asztali térképek webes publikálására, szabványos Web Map Service, vagyis WMS formában.

Ha a terheléelosztási vagy skálázhatósági szempontokat is figyelembe vesszük, akkor a QGIS Server talán nem mérhető össze a Geoserver vagy a UMN Mapserver teljesítményi paramétereivel, de ez a probléma egy ún. tile-osítási mechanizmussal kiküszöbölhető. Ennek lényege, hogy egy kiindulási méretarányérték felezésével létrejövő méretarányskála elemeihez készül egy-egy vetületi négyzethálórács, és a kartografált térkép ezekre eső elemeit tárolódnak le fájl szinten, raszteres formában. Ezzel mind a szerver terhelése, mind pedig a hálózati adatforgalom csökken, és ezzel párhuzamosan javul a kliensoldalon a felhasználói élmény. (Loechel et al. 2012)

A többféle tile-osításra alkalmazható eszköz közül a Mapproxy az, amely a legszélesebb funkcionalitással rendelkezik (egyedi vetületek kezelése, csak adattartalommal rendelkező területek figyelembe vétele, vagyis az üres tile-okat nem generálja le többször), szabványos adatszolgáltatásokat támogat (WMTS - Web Map Tiled Service, és TMS - Tiled Map Service), és emellett folyamatos aktív fejlesztés alatt áll, ezért jó választás lehet. A QGIS Serverrel közösen a rendszer így képes a földtani térképek szolgáltatására a webre, szabványos formában, így már



1. ábra. A tile-osztás („csempekészítés”) sematikus ábrája



2. ábra. Az MFGI esetében alkalmazható nyílt forráskódú WebGIS rendszer

csak a kliensoldali megjelenítés eszközt kell a rendszerhez integrálni.

A kliensoldali megjelenítésre hivatott (Javascript nyelven íródott) eszközökben mutatkozik talán a legnagyobb sokféleség a WebGIS világában. Rengeteg kisebb, egyszerűbb feladatra alkalmas eszköz érhető el szabadon, azonban két nagyobb szereplő kiemelkedik közülük. Egyszerűbb feladatok megoldására alkalmas lehet a letisztult struktúrával rendelkező Leaflet eszköz, de több hiányossága (szűkösebb adattípus-támogatás, térkép elforgathatóságának hiánya) mellett például nem alkalmas EOV-velületben megjeleníteni a térinformatikai adatokat, amely az MFGI WebGIS rendszerének kialakításakor alapvető igénynek bizonyul. A másik eszköz a 2014-es év második felére alapjaiban újraírt Openlayers 3-as verziója, mely teljesen új alapokra helyezte a kliensoldali megjelenítést. A világ szinte valamennyi vetületét képes kezelni, számtalan adatformátumot támogat, és emellett tudja hasznosítani a modern böngészők által implementált WebGL renderelési mechanizmust, mely által a megjelenés minden korábbinál gyorsabban lehetséges. (Santiago 2015) Az Openlayers 3-as verziójával lehetséges a Mapproxy eszköz által szolgáltatott TMS vagy WMTS formában szolgáltatott adatok megjelenítése,

míg az adatokhoz való hozzáférés a QGIS Server vagy a PostgreSQL elérésével lehetséges aszinkron kérések (AJAX) segítségével. Utóbbi lényege, hogy az adott oldal frissítése nélkül lehetséges az adatok cseréje és frissítése a szerverrel, így az alkalmazás képes a szerveroldalról dinamikus adatfrissítésre.

Végeredményben kijelenthető, hogy az MFGI webes térképszolgáltatási céljainak egy olyan rendszer felelhet meg leginkább, melyben az adatok tárolása PostgreSQL környezetben történik, erre épülve zajlik a térképek szerkesztése QGIS Desktop környezetben, majd az eredmény QGIS Server, illetve Mapproxy segítségével válik elérhetővé webes szerverek formájában, és ezeket az Openlayers komponens teszi interaktívan kezelhetővé a böngészőben.

Migrálás a nyílt forráskódú rendszerre

Egy WebGIS rendszer kialakítása bonyolult feladat lehet abban az esetben, hogyha már létező adatbázisokra és kész térképekre szükséges felépíteni azt. Az MFGI esetében is a meglévő rendszer migrációs lehetőségeinek a vizsgálata volt az első és legfontosabb feladat; ennek egyik eleme az

adatbázisok migrációja, másik pedig a kialakult jelkulcsok átültetése volt.

Az adatbázisok migrációjakor figyelembe kellett venni, hogy a geometria ezekben a táblákban ún. sdebinary formátumban tárolódik, nem pedig az MS SQL Server geometry típusú mezőjében, mivel ezzel a formátummal nem tud hatékonyan együttműködni az ESRI desktop szoftvere, az ArcMap. A migrációhoz ezért elsőként az adatokat egy olyan adatbázisba szükséges másolni, amely az MS SQL Server geometry típusú téradatait tárolásához alkalmazza, erre az ESRI saját eszközei (tooljai) is alkalmasak (akár a Migrate Storage, akár a Copy Features tool). Ezután következhet az adatok migrálása egy open-source adatbázisba, PostgreSQL környezetbe. Ehhez az open-source világ egyik legalapvetőbb eszköze, az ogr2ogr használható fel, mely számos nyílt térinformatikai formátum között biztosít konverziós lehetőséget. Mivel az ArcGIS környezet biztosítja saját toolok fejlesztésének lehetőségét (Python nyelv segítségével), így az ogr2ogr eszköz bevonásával lehetséges egy olyan konverziós eszköz fejlesztése, mely az ArcSDE forrásból átviszi az adatokat PostGIS-szel támogatott PostgreSQL környezetbe.

A jelkulcsi elemek sikeres migrációjához két tényező nyújt segítséget. Egyrészt az MFGI-ben korábban kialakult egy gyakorlat, mely adatbázisra tárolja el az egyes adatbázisok kartografálásához szükséges információkat (Maigut 2004, 2005). Mivel a földtani térképekre elsősorban a felületi jelek jellemzők (Galambos 2004), így ezeknek a szinkódjai megtalálhatóak egy központi jelkulcsadatbázisban (Galambos és Simonyi 2006), melyet a migrációhoz fel lehet használni. A másik tényező, hogy az előző részben tárgyalt nyílt forráskódú WebGIS rendszerhez kapcsolt QGIS Desktop, mint asztali térinformatikai eszköz, képes egy szöveges stílusinformációkat tartalmazó leíró XML-állomány alapján megjeleníteni térinformatikai adatokat. Ezért lehetséges egy olyan eszközt fejleszteni, amely egy megadott XML-struktúrába menti le a központi jelkulcsadatbázisban található értékeket egyes tematikákhoz, mely ezután kartografált módon megjelenik a QGIS-eszközben.

Az adattartalom és a jelkulcsok migrációja tehát egy megoldható és automatizálható feladat, mellyel nagyban megkönnyíthető a korábban vázolt nyílt forráskódú rendszerbe való esetleges átállítás, mely így egy reális opció lehet az MFGI számára.

Összefoglalás

Jelen cikk bevezetőjében az olvasó betekintést nyerhet egy általános WebGIS rendszer felépítésébe, mely után bemutatásra kerül az MFGI-ben jelenleg használt, ESRI termékeken alapuló térképpublikálási technológia. Az írás második fele arra a kérdésre igyekszik választ adni, hogy ugyanerre a térképpublikálási célra lehetséges-e egy open-source eszközökből álló rendszert felépíteni, mely teljes értékű alternatívája lehet a most működő architektúrának. Az új rendszer lehetséges kialakításának a részletezése, valamint a szükséges migrációs lépések taglalása alapján kijelenthető, hogy a vázolt megoldás megvalósítható és beilleszthető az MFGI térinformatikai struktúrájába, mely növeli az Intézet rugalmasságát a WebGIS feladatainak megoldásában.

A vázolt kutatómunka eredményein alapulva a 2016-os évben elkezdődött az architektúra gyakorlati megvalósítása az MFGI-ben, amely a belső teszteléseket követően várhatóan 2016 végére publikusan is elérhető lesz majd. A nyilvános megjelenésig elsősorban a webes alkalmazás funkciókészletének a bővítése lesz a legnagyobb feladat, és ezzel párhuzamosan történik majd a migrációs eszközök első stabil verziójának a kialakítása is. Egy teljes tematika publikálásának tapasztalatai majd jó alapot nyújthatnak egy későbbi döntéshozásra

a nyílt forráskódú rendszer alkalmazását illetően, mely természetesen stratégiai döntés kell hogy legyen, és további alapos elemzést igényel az elérni kívánt célok tükrében. Mivel a kétféle architektúra mindenképpen növeli az Intézet stabilitását, így a rövidtávú cél a két rendszer egymás melletti működtetése, de hosszabb távon (az esetleges pozitív tapasztalatok tükrében) a kizárólagos alkalmazás lehetősége is megfontolandó lehet majd a jövőben.

Irodalomjegyzék

- Chen R., Xie J. (2008): Open Source Databases and Their Spatial Extensions. In: Advances in Geographic Information Science, Springer, pp. 105–129.
- Dhaka, S. (2016): Why should GIS professionals make a switch to javascript based Web Appbuilder (WAB) from Flex/Silverlight based Map Viewer? <https://www.linkedin.com/pulse/why-should-gis-professionals-make-switch-javascript-based-dhaka>
- Galambos Cs. (2004): Földtani térképek felületi jelei. Geodézia és Kartográfia 56(7): pp. 16–21.
- Galambos Cs., Simonyi D. (2006): Földtani térképeken alkalmazható színatadtbázis és felületjel-készlet. In: Balla Z. (ed.): A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2005, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, pp. 193–198.
- Loechel, A. J., Schmid, S. (2012): Caching techniques for high-performance Web Map Services. Proceedings of the AGILE'2012 International Conference on Geographic Information Science, pp. 52–57.
- Maigut V. (2004): Új, digitális földtani alpmű a MÁFI-ban. Geodézia és Kartográfia 56(7): pp. 22–26.
- Maigut V. (2005): Földtani térképek kartografálásának segítése térinformatikai módszerekkel. In: Balla Z. (ed.): A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2004, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest pp. 139–144.
- Mitchell T. (2005): Web Mapping Illustrated, O'Reilly, pp. 241–275.
- Neteler, M., Mitášová, H. (2008): Open Source GIS: a GRASS GIS approach. Springer, New York, 424 p. URL: <http://www.grassbook.org>

- Santiago, A. (2015): The book of Openlayers. Leanpub
- Siki Z. (2009): Produktív környezetben használt, nyílt forráskódú komplex térinformatikai megoldások Prezentáció, CASCADOSS műhelymunka-tanácskozás és GRASS tanfolyam, Szeged 2009. január 27–30. URL: http://www.agt.bme.hu/gis/eloadasok/siki_szeged2009sz.pdf (Elérve: 2016. november 2.)
- Thakur, J. K., Singh, S. K., Ramanathan, A., Prasad, M. B. K., Gossel, W. (2012): Geospatial Techniques for Managing Environmental Resources, Springer, pp. 105–111.
- Turczai G. (2005): Földtani térmodell építése – adatbázisok az intra- és interneten. In: Balla Z.: A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2004, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest pp. 125–130.

Summary

Visualizing Geologic Data on the Web with Open Source Software Solutions

The Geological and Geophysical Institute of Hungary currently using the ArcGIS software stack for serving geospatial data and interactive maps towards the web. Since the open-source software products could be a feasible alternative, it is important to test its capabilities and the possible migration steps needed. The article demonstrates that with focus on high cartographic standards, it is possible to construct a system for this goal; with PostgreSQL as a RDBMS, QGIS Server as a server side component, Mapproxy as a caching tool and with OpenLayers as the client side for interactivity.



Simó Benedek
tudományos
segédmunkatárs

Magyar Földtani és Geofizikai Intézet

Tájékoztatjuk kedves olvasóinkat, hogy a Magyar Földmérési, Térképészeti és Távérzékelési Társaság programjairól, híreiről rendszeresen tájékozódhatnak honlapunkon is.

www.mfttt.hu

MFTTT vezetősége



Kitüntetések március 15-én

Áder János Magyarország köztársasági elnöke nemzeti ünnepünk, március 15. alkalmából **Széchenyi-díjat adományozott**



Ádám József geodéta, a Magyar Tudományos Akadémia rendes tagja, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Kara Általános és Felsőgeodézia Tanszékének egyetemi tanára, a Magyar Földmérési, Térképészeti és Távérzékelési Társaság elnöke, a Bajor Tudományos Akadémia Német Geodéziai Bizottságának levelező tagja részére a geodézia területén végzett több mint négy évtizedes, kiemelkedően eredményes kutatómunkája, valamint sokoldalú, nemzetközileg is elismert tudománysszervezői és jelentős egyetemi oktatói tevékenysége elismeréseként.

Dr. Fazekas Sándor földművelésügyi miniszter **Fasching Antal-díjat** adományozott



Botond Gábor Lászlónak, a KOMUNÁLINFÓ Zrt. vezérigazgatójá-

nak, a földmérés, térinformatika és a térképészet terén, továbbá a térinformatikai rendszerek kialakításában végzett hazai és nemzetközi tevékenysége elismeréseként,



Tóth Lászlónak, Magyar Honvédség Geoinformációs Szolgálat szolgálatfőnökének, több évtizeden át a katonai geodéziai technológiákban, a térképészetben és térképészetben, valamint a geoinformációs támogatás kidolgozásában végzett kiváló munkája elismeréseként,



Verőné Dr. Wojtaszek Malgorzatának, az Óbudai Egyetem Alba Regia Műszaki Kar egyetemi docensének, hosszú időn át magas színvonalon végzett oktatási tevékenységének, a távérzékelés mezőgazdasági célú hasznosításában elért kutatási eredményeinek elismeréseként.

A földművelésügyi miniszter **az Életfa Emlékplakett Arany fokozata** kitüntetést adományozta



Dr. Horváth Kálmánnak, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem professor emeritusának, a műszaki felsőoktatásban végzett hét évtizedes kimagasló oktatói, kutatói, tanszékvezetői tevékenysége elismeréseként,

*

az Életfa Emlékplakett Ezüst fokozata kitüntetést adományozta



Dr. Németh Gyulának, az Óbudai Egyetem Alba Regia Műszaki Kar nyugalmazott főiskolai tanárának, a Geoinformatikai Intézetben végzett négy évtizedes oktatói és vezetői munkája, a selmeci diák hagyományok továbbélésének támogatásában kifejtett tevékenysége elismeréseként,

*

Miniszteri Elismerő Oklevelet adományozott

Huszárné Hajdu Máriának, a Jász-Nagykun-Szolnok Megyei Kormányhivatal Karcagi Járási Hivatal Földhivatali Osztály osztályvezetőjének, két évtizedes kimagaslóan végzett földhivatali,

vezetői, ügyfél- és partnerkapcsolati tevékenységének elismeréseként,

Molnár Juditnak, a Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Kormányhivatal Miskolci Járási Hivatal ingatlan-nyilvántartási ügyintézőjének, több évtizeden át az ingatlan-nyilvántartásban, a társasházakkal kapcsolatos ügyintézésben végzett kiemelkedő szakmai munkája elismeréseként,

Némethné Meier Évának, a Budapest Főváros Kormányhivatala, Földmérési, Távérzékelési és Földhivatali Főosztály adatszolgáltatási felelősének, a földmérési és távérzékelési teradatok, állami alapadatok szolgáltatásával kapcsolatos kiváló színvonalon végzett ügyfélközpontú irányítói és vezetői tevékenysége elismeréseként.

A kitüntetésben részesült kollégáknak szívből gratulálunk, és további sikereket kívánunk.

(Forrás: <http://marcius15.kormany.hu/foldmuvelesugyi-miniszterium>, Fotó: Kovács Zoltán)

Rendezvények

Hazatérték az „Ultra-Supra Veteranissimus”-ok

Február 16-án családias hangulatú ünnepség keretében helyezték el a Soproni Egyetemen, az 1959-ben végzett földmérő és geofizikus mérnökök tablóját. Egy évtized (1949–59-ig) alatt, a Nehézipari Műszaki Egyetem Földmérőmérnöki Karának két szakan Sopronban, 258 földmérő és geofizikus mérnöki oklevelet adtak ki. Az utolsó soproni évfolyam tablóján 21 földmérő és 10 geofizikus mérnökjelölt látható. A 31 mérnök közül sajnos 17-en már az „égi sörmezők”-re költöztek.

Az ünnepi alkalom megszervezését a Földmérési és Távérzékelési Tanszék vállalta magára. Prof. dr. Faragó Sándor az intézmény rektora fogadta be az egykori évfolyam még élő tagjai által megőrzésre felajánlott emléktárgyat. Hozzájárult, hogy oda kerüljön, ahol az ifjú mérnökjelöltek első szakismereteiket tisztelt professzoruktól, néhai Sébor Jánostól szereztek.

Professzor úr az 50-es évek második felére az Erdészeti földméréstan Tanszéken kiváló oktatói csapatot szervezett. Farkas Tibor a műszerek világába, Teszárs Géza és Veress Sándor az elemi mérési és számítási műveletekbe, Sárkány Jenő a mérnökhöz méltó vázlat- és térképkészítés gyakorlatába vezette be az évfolyamot. Tőlük tanultuk meg a szoros együttműködést igénylő helyszíni munka fogásait, 1956-ban, a májusi terepgyakorlaton. Itt éreztük meg először a mérnöki alkotás örömét is, amikor hallgatóként aláírhattuk a Mihályi Táncsics Tsz részére készített üzemi térképet. Mi, az 1959-ben valétalók, a Tűztoronnyal és tövében a ciklámennel, a városhoz és az Alma Materhez való hűségünket kívántuk kifejezni. Ezt az eleinte évenként, majd ötvenként, Sopronban tartott – általában háromnapos – találkozókkal bizonyítottuk is. A két évfolyamtárs házaspáron kívül, 14-en soproni leányok közül választottak feleséget. Nyugdíjazásunk óta negyedévenként Budapesten találkozunk.

Szakmánk jelképe a Föld, melynek méhében rejlő nyersanyagok kutatásában tizen, feltárásában és hasznosításában nyolcan vettünk részt. Föld alatti mérnöki létesítmények (bányák, alagutak, vezetékhalozatok) létrehozásának és működtetésének irányítására 11-en vállalkoztunk. Országos és helyi (ipartelep vagy városi) célú alapponthálózatokat 18-an hoztunk létre. Topográfiai és kataszteri célra használatos térképrendszereket tizen készítettünk. Mérnöki pályánk derekán zajlott a műszerek elektronizációjának és a központi, majd a személyi számítógépek alkalmazásba vételének forradalma. Hárman a szénhidrogén kutatások új műszereinek és módszereinek, digitális adatbázisainak létrehozásával és felhasználásával foglalkoztak. Négyen a földi, légi és űrfelvételek pontfelhőinek digitális adatgyűjtésére dolgoztak ki eljárásokat, illetve a GPS-technika bevezetésén és elterjesztésén munkálkodtak. Az egyetemről nemcsak szűk szakmai ismereteket, hanem innovációs készséget is kaptunk, amelyekkel a földmérés és a geofizika mellett – életünk során – más szakterületek fejlesztéséhez is hozzájárultunk. Ketten kandidátusi, ketten egyetemi doktori fokozatig jutottak, kilencen második oklevelet is szereztek. Hárman, hosszabb-rövidebb ideig az Alma Mater oktatói voltak, illetve a soproni Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézet munkáját is támogatták. Néhányan a nagycenki és a penci kutatóállomások születésénél is bábáskodtak. Egy társunk Állami Díjat kapott.



Az ünnepség résztvevői



A tabló és őrzői: Németh Gyula, Vida Zsolt, Mester Sándor, Németh Kálmán, Nagy Zoltán

Öten munkahelyünkön éltük át a szénbányászat virágkorát, majd elsovasztását. Egyikünk Közép-Európa egyik legkorszerűbbnek elismert bányájának, Lyukóbányának az igazgatója volt, másikunk Pécssett a liász-program kidolgozásában vállalt fontos szerepet. Néhányan szakmai intézményeink állami irányításában (HM, MÉM) dolgoztak, mások polgármesterként, országgyűlési képviselőként szolgálták a társadalmat. Tapasztalt mérnökökként tízen jelentős szervezési és vezetési munkát vállaltunk a felsorolt szakmai egyesületek és társaságok országos és vidéki csoportjainak életében: Geodéziai és Kartográfiai Egyesület, Magyar Földmérési, Térképészeti és Távérzékelési Társaság, Magyar Geofizikusok Egyesülete, Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, Magyar Hidrológiai Társaság, Mérnöki Kamara. Néhányan a Geodézia és Kartográfia, valamint a Magyar Geofizika című szaklapok szerkesztését is segítették.

Hallgató korunkban átéltek a selmeci diákhagyományok tiltásának, majd újraéledésének éveit. Későbbi Valétaelnökünk, néhány hagyományőrző fiatal „oktató-firma” segítségével megszervezte „balekká keresztelésünket”. Az esemény 1957 őszén történt, a Lővérek csendes zugában álló Alpesi vendéglő felső különtermében. A rendezvény zavartalan lebonyolítására az alsó teremben ülő néhány civilruhás rendőrnyomozó ügyelt. A selmeci diákhagyományokat napjainkban (2014-től) már a magyarság szellemi kincseinek nemzeti értéktára őrzi.

Néhányan életünk során mi is hozzájárultunk megőrzéséhez, ápolásához, továbbadásához a Sopronban, Miskolcon és Székesfehérváron valétáló ifjabb nemzedékek számára. Életútjainkat, a Székesfehérváron 2000-ben megjelent: „A hal(l)hatatlan évfolyam” című magánkiadványban írtuk le. A könyvecskének

egy példányát az egyetem levéltárában helyeztük el.

A tablót egyik évfolyamtársunk családja budapesti lakásán őrizte. Halála után fia, ifjabb Jávor János adta át az évfolyamnak. A Sopronba juttatásban többen is segítettek. Az elhelyezés előtti restaurálást Benke Attila végezte. A tabló a főépület I. emeletének folyosójára került, átadásánál Németh Kálmán az évfolyam, prof. dr. Faragó Sándor az átvevő egyetem, Király Géza pedig az érintett tanszék nevében mondott rövid beszédet. Az évfolyam öt megjelent képviselője valétaszalagot viselt. Az ünneplés végén a házigazdával együtt énekeltek el az Erdész Himnuszot.

Dr. Németh Gyula aranyoklevelés földmérőmérnök



Közönség az Európai Földmérők és Geoinformatikusok Napján.

Európai Földmérők és Geoinformatikusok Napja 2017

Az MFTTT már hatodik alkalommal rendezte meg a Földművelésügyi Minisztérium közreműködésével 2016. március 22-én az FM Darányi Ignác-termében az Európai Földmérők és Geoinformatikusok Napja alkalmából a CLGE (Comité de Liaison des Géomètres Européen – Európai Földmérők Tanácsa) kezdeményezésére indított, évente ismétlődő konferenciát. Ez alkalommal – a CLGE javaslatára – *Guillaume Henri Dufour tábormok (1787–1875)* a svájci állami térképészeti hivatal (Bundesamt für Landestopografie, Swisstopo) alapítója és első igazgatója munkásságára is emlékeztünk.

A dr. Fazekas Sándor földművelésügyi miniszter védnöksége alatt zajló rendezvény – ez évben is nagyon gazdag – programját a szervezők ezúttal is úgy próbálták meg összeállítani, hogy átfogó képet adjon arról, hogy hol áll és merre tart ma földmérés, távérzékelés, térképészet a világban és beszámoljon a hazai eredményekről, képességekről és feladatokról.

A 180 fő regisztrált résztvevő csaknem teljesen megtöltötte a termet, azonban a néhány üres széken elfért volna pár egyetemi hallgató, a szakmát még most kezdő fiatal kolléga.

Dr. Ádám József az MFTTT elnöke köszöntötte a hallgatóságot és megnyitja után röviden ismertette Guillaume Henri Dufour tábormok munkásságát. A konstanzi születésű tudós térképész

sikeres katonai pályát is befutott. Maradandót a svájci állami topográfiai térképészet elindításával és a szervezeti kereteinek megteremtésével alkotott. Emlékét őrzi a svájci Alpok legmagasabb csúcsa (Dufourspitze, 4634 m) is.

A tudományos ülésnap programja a következő volt:

Megnyitó és nyitóelőadás *Dr. Ádám József akadémikus, az MFTTT elnöke*

Mindenható GPS – mindenható geodézia *Dr. Rózsa Szabolcs egyetemi docens, a BME Általános- és Felsőgeodézia Tanszék vezetője*

Mit mér manapság egy fotogramméter? *Dr. Barsi Árpád egyetemi tanár, a BME Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék vezetője*

Katonai felmérések – akkor és most *Tóth László ezredes, Magyar Honvédség Geoinformációs Szolgálat*

Új ipari forradalom a térinformatikában – A fölmérő, térinformatikus szakma útkeresése napjainkban *Dr. Szabó György egyetemi docens, a HUNAGI főtitkára*

Az új technológiák kihívásai az oktatásban: UAV-k, lézerszkenner, űrfelvételek *Balázsik Valéria adjunktus, Óbudai Egyetem Alba Regia Műszaki Kar, Geoinformatikai Intézet*

Geoinformatikai szoftverfejlesztés Android platformon *Dr. Czímber Kornél egyetemi docens, tanszékvezető, NYME Földmérési és Távérzékelési Tanszék*

Nyíltság a köbön (szabványok, adatok, szoftverek) *Dr. Siki Zoltán egyetemi adjunktus, BME Általános és Felsőgeodézia Tanszék*

A kartográfiai vizualizáció evolúciója *Zentai László egyetemi tanár, az ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék tanszékvezetője*

A giCASES Tudásszövetség az erdészeti térinformatika oktatásáért *Dr. Márkus Béla – Dr. Czímber Kornél*

A földmérés és geoinformatika feladatai az ENSZ Fenntartható Fejlődési Célok programban *Dr. Mihály Szabolcs – Dr. Remetey-Fülöpp Gábor – Palya Tamás*

A fotogrammetria varázslatos világa *Balla Csilla, Budapest Főváros Kormányhivatal, Földmérési Távérzékelési és Földhivatali Főosztály*

Földmegfigyelési Információs Rendszer (FIR) – földmegfigyelési adatinfrastruktúra és szolgáltatások kialakítása *Zboray Zoltán, Nemzeti Fejlesztési Minisztérium, Magyar Űrkutatási Iroda*

A digitális légifelvétel archívum online szolgáltatása *Braunmüller Péter, Budapest Főváros Kormányhivatal, Földmérési Távérzékelési és Földhivatali Főosztály*

LOD-ok és az épületmodellezés – UAV-s felmérések a Lechner Tudásközpontban *Deák Márton, Lechner Tudásközpont*

ZÁRSZÓ

Iván Gyula zárszavában – felidézve az elhangzott előadások tartalmát – összegezte a gazdag programot. Megköszönte az előadóknak a felkészülést és a közreműködést, a hallgatóságnak a megjelenést és tájékoztatta a hallgatóságot, hogy az elhangzott előadások anyagai az MFTTT honlapján rövidesen elérhetőek lesznek.

*A beszámolót összeállította:
Buga László*

Fővárosi és Pest Megyei Földmérőnap

A Magyar Földmérési, Térképészeti és Távérzékelési Társaság (MFTTT) Pest Megyei és Fővárosi Területi Csoportja 2017. március 23-án tartotta a tavaszi Földmérő Szakmai Napját az MH Geoinformációs Szolgálat (MH GEOSZ) kultúrtermében, a Szilágyi Erzsébet fasor 7-9 sz. alatt.

A rendezvényt országosan hirdettük meg a megyei kormányhivatalok földhivatali dolgozói és a vállalkozók részére, így a 300 fő jelenlétével meg is töltöttük a termet.

Rendezvényünk védnöke volt dr. György István kormány megbízott (Budapest Főváros Kormányhivatala), aki nyitóelőadás tartásával tisztelt meg bennünket.

Másik védnökünk, Szalay László mérnök alezredes, megbízott szolgálatfőnök (MH GEOSZ) nyitotta meg konferenciánkat.

Rendezvényünk programja nem tért el a meghirdetettől. A délelőtti előadások sorában dr. Ádám József akadémikus, az MFTTT elnöke az előző napi Európai Földmérők és Geoinformatikusok Napjáról adott tájékoztatást, majd Horváth Gábor István megbízott főosztályvezető (FM Földügyi Főosztály) „Földügyi aktualitások” címmel tartott előadásában kitért a földmérésen kívül a többi osztály feladataira is, ezzel teljes képet adva a hivatalának tevékenységéről.

Iván Gyula előadásában nemzetközi kitekintést nyújtott a földmérés helyzetéről. Érdekes volt hallani, hogy merre tart a világ a földügy és a földmérés területén.

Jánossy Andrástól a budapesti térképekről hallottunk érdekes előadást, Busics Imre pedig az alternatív GNSS adatszolgáltatás lehetőségeit mutatta be.

Varga Norbert a magyar-szlovák országhatáron folyó munkákat ismertette.

Délelőtt került sor Borbély Katalin előadására is, aki a bejegyezhető jogokat és tényeket egy csokorba szedve meglepett mindenkit.

Délután Szökröm Péter a kulturális örökségvédelem terén alkalmazott geodéziai munkákról és módszerekről beszélt, majd Lovass Orsolya a fővárosi kiemelt beruházások helyzetét ismertette.

Kozári Ágnes a Központi Címregiszter jelenlegi állapotát mutatta be, ezzel kapcsolatban a hallgatóság képviselőinek körében is merültek fel kérdések.



Ezután Dózsa Szilvia majd Sándor József tartottak előadást a társasházi alaprajzok vizsgálatáról, valamint az alaprajzok adatszolgáltatásával és vizsgálatával kapcsolatos problémákról. Ez a két előadás élénk vitát indított el a hallgatóság körében, de a főhatóságunktól sajnos már senki nem volt jelen, hogy érdemben tudjon válaszolni a feltett kérdésekre.

Programunk végén nem lankadó érdeklődés kísérte Körblné Németh Éva előadását az adatbázisaink jogszerű használatáról. Figyelemre méltó, hogy este 6 órakor, a konferencia zárásánál még a jelentkezők fele velünk volt.

Köszönettel tartozunk az MH Geoinformációs Szolgálat vezetőjének a helyszín biztosításáért, és a Szolgálat munkatársainak a zökkenőmentes lebonyolításban nyújtott segítségért.

Hetényi Ferenccé

Szép Magyar Térkép

A Lázár Deák Térképészeti Alapítvány és az Országos Széchényi Könyvtár Térképtára által meghirdetett „**Szép Magyar Térkép**” és „**Digitális Magyar Térkép**” című pályázatra összesen 36 pályamű érkezett. A benevezett művek jelentős része papíralapú volt, hét turistatérkép kivételével, melyek papír és digitális formában is neveztek. A pályaművek tematika és ábrázolt terület tekintetében sokszínűek voltak. Felhasználás szempontjából találkozhattunk terepi használatra (turistatérképek, turistaatlások), és szobai használatra (falitérképek, országtérképek) szánt művekkel egyaránt. Összességében elmondható, hogy a beküldött munkák többsége igényes térképészeti alkotás volt, ugyanakkor, a zsűri megállapította, hogy sajnos a korábbi éveknél kevesebb pályamű érkezett.

A Bíráló Bizottság a pályaművek díjazására nem állított fel kategóriákat. A bírálati szempontokban az esztétika mellett a térképek újszerűsége is jelentős szerepet játszott. Öt pályamű szerzett helyezést (megosztott első és

második helyen), egy különdíjban, kettő pedig dicséretben részesült.

A Bíráló Bizottság döntését követően a következő eredmények születtek:

Első díjat nyert: *Új turistautak Monor környékén* [pályázó: Szarvas András / A&Z 1.1 Térképműhely], valamint *Zsámbéki-medence, Etyeki dombság* [pályázó: Szarvas András / A&Z 1.1 Térképműhely]

Az első helyen végzett két, 1:50 000-es méretarányú turistatérkép az esztétikai megjelenésével, valamint újszerűségével nyerte el a bizottság elismerését. Ezen színvonalas térképek erénye, hogy a turistatérképek fősodrától eltérő, a turisták által kevésbé látogatott területeket ábrázolnak. Továbbá kiemelendő, hogy mindkét térkép elérhető digitális formátumban is, amely manapság a kartográfiában is elengedhetetlen szemponttá kezd válni.

Második díjat nyert: *Tapolcai-medence* [pályázó: Schwarcz Térkép], valamint *Káli-medence és környéke* [pályázó: Schwarcz Térkép]

A második helyen szintén két turistatérkép végzett. A pályaművek minőségek, megfelelnek a turistatérképek szakmai követelményeinek. Az első helyezettekhez hasonlóan, ezek a térképek is az újszerű területválasztásukkal érdemelték ki a dobogós helyezést. Mivel ezekről a helyszínekről ritkán készül turistatérkép, a művek hiánypótlónak nevezhetők.

Harmadik díjat nyert: *Fertő tó aktív térkép* [pályázó: Cartographia] Az 1:80 000 méretarányban készült szabadidőtérkép újszerűségével, valamint praktikus kialakításával nyerte el a harmadik helyet. A mű híven tükrözi a kiadó szakmai színvonalát. Említésre méltó, hogy a termék egy „okostérkép”, mivel mobilkészítést használva, a kiadó online termékének, a FunIQ-nak a segítségével bővebb információ érhető el a területről. A praktikusságát tovább növeli a papírválasztás is, amelynek köszönhetően a térképre filctollal saját jegyzeteket, útvonalakat készíthetünk, majd egyszerűen letörölhetjük.



Meg kell említeni a kiadó egy másik pályaművét, a Bécs útleírásait, amely gazdag útleírásaival és tematizált tartalmával nyerte el a Bizottság tetszését.

Küldöndíjat nyert: *Syria, Lebanon* [pályázó: GiziMap]

Az 1:750 000 méretarányú, Szíriát és Libanont ábrázoló térkép politikai aktualitásával nyerte el a Bizottság tetszését. A térkép rendkívül gazdag névrajzával, igényes kidolgozottságának köszönhetően egyértelmű elismerést érdemelt. A mű a kiadó korábbi éveiben is díjnyertes térképeinek színvonalát képviseli.

A zsűri dicséretében részesült munkák

Magyarország borvidékei [pályázó: Corvina Kiadó Kft.] Az 1:600 000 méretarányú tematikus falitérkép hazánk borvidékeit ábrázolja. A tematikában helyet kapnak a főbb pincesorok, műemlékek is. A térkép ízléses színválasztását és esztétikus megjelenését a Bizottság dicséretben részesítette.

Gyula térkép 2016 [pályázó: Térkép Kft.]

A Gyulát ábrázoló várostérkép igényes, minőségi kartográfiai alkotás. Friss, időszerű, letisztult mű, amely a várostérképek elvárásainak eleget tesz. A térkép esztétikus megjelenését és ábrázolását a Bizottság dicséretben részesítette.

Bár a zsűri díjban nem részesítette a Béres József TIT Kisvárdai Egyesülete (Pápai Ferenc) által benyújtott *Vasúti Útikalauz Erdélyről* pályaművet, mindenképp kiemelte a témaválasztás jelentőségét. A Bizottság egyöntetűen remek ötletnek találta a vasúti témát, mely a maga nemében akár műfajteremtő is lehet.

Szigeti Csaba doktorandusz, ELTE



Miskolc régi térképeken 1759–1963.

Miskolc Megyei Jogú Város Önkormányzata, Miskolc, 2015. p. 111. 28×41 cm.

Anonymus 1210 körül írt krónikájában már megemlíti Diósgyőr és Miskolc nevét. A honfoglaláskor a terület Bors vezér nemzetségéhez került, akinek Mikóc nevű fia után kapta a nemzetség szálláshelye a Miskolc nevet. 400 évvel később a nemzetség akkori feje csatlakozott a Károly Róbert elleni felkeléshez. A felkelés elbukott, a családfőt fej- és jószágvesztésre ítélték. A terület királyi birtok lett. A települést Nagy Lajos király 1365-ben mezővárosi rangra emelte. A királyi privilégium elnyerésének 650. évfordulójának megünneplése, a kerek évforduló alkalmából jelent meg ez a könyv, amelyik a térképek segítségével mutatja be a város területének gyarapodását, utcarajzának változásait. A könyvet 500 példányban sokszorosították, és ajándéknak szánták a városba látogató ismert személyek részére. A könyvben szereplő térképeket a Hermann Ottó Múzeum, a Magyar Nemzeti Levéltár Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Levéltára és a II. Rákóczi Ferenc Megyei és Városi Könyvtár anyagai közül válogatták össze a szerkesztők. Mellékletként

négy részre hajtogatott színes város-térképet illesztettek a könyvbe. A térképet Ader Károly városi mérnök szerkesztette és a miskolci Ny. Ferenczi B. könyvmda és műintézet sokszorosította 1885-ben, azaz a térkép egyértelműen helyi alkotás.

A térképek előtt a polgármester Krizsa Ákos üdvözlő szavai és a város történetének leírása olvasható. Ezt 36 térkép másolata követi. A nagy méretű album két-, egy- és féldoldalas térképeken szemlélteti a város térrajzának alakulását. A nagy méret lehetővé teszi, hogy kisebb nagyítással is tanulmányozhatók a térképek legapróbb részletei is. A térképek sora Görög 1810. évi Magyarország térképével, majd a mai megyét alkotó egykori vármegyék (Borsod, Abaúj, Zemplén, Gömör és Kishont, Torna) térképeivel és az első katonai felmérés városkörnyéket ábrázoló szelvényével indul. Az ország és a környezet bemutatása után következnek a várostérképek szigorú időrendben. A várost és a város egyes részeit szemléltető térképek között, a kronologikus sort követve elhelyezték a település tágabb környékét bemutató katonai felmérések szelvényeit, a kataszteri felmérések lapjait vagy a város határterületeit bemutató rajzokat is. A címben szereplő két évszám a könyvben lévő első és utolsó várostérkép megjelenésének dátuma. 1759-ben Grassalkovics Antal megbízásából M. Hugó Hazael szervita szerzetes, püspöki geometra készített színes kéziratos térképet a városról. 1963-ban a Kartográfiai Vállalat jelentette meg Miskolc mai városterülettel majdnem azonos nagyságú területet szemléltető várostérképét. Ötletszerűen még két várostérképet emelünk ki a szép térképek sorából. Mindkét térkép már a helyi turizmus, a városlátogatók segítésére készült. Az egyiket Lippay Béla szerkesztette 1910-ben, címe a „város belterületének kalauzoló térképe”. A másik címében nincs külön megjegyzés, de a Turistaság és Alpinizmus egyesület kiadásában jelent meg 1928-ban és egyik tervezője dr. Vigyázó János a Magyar Turista Szövetség társelnöke. A kiadvány méretaránya 1:10 000.

A térképek után külön fejezet ismerteti a bemutatott térképekre vonatkozó adatokat: a térkép címe, őrzőhelye, bibliográfiai adatai és a tartalom rövid leírása. Külön rész tárgyalja a térképek életrajzát. Ebben a részben 15 térképész munkásságát ismertetik. Sajnos a válogatás szempontjairól nem tájékoztat a kiadvány. A könyvben bemutatott térképek között több olyan is van, ahol a térkép feltünteteti készítőjét (pl. Strzélány János 1881, Deutsch Ármin 1900), de nevük nincs a felsoroltak között. A felsorolt 15 nevet megkerestük Raum Frigyes: A magyarországi földmérők és térképészek fontosabb életrajzi adatai (Budapest, 1987) és Karsay Ferenc: Magyar jeles térképészek és földmérők lexikonja (Budapest, 2009) című munkákban. A rövid életrajzi leírások alapján, Miskolc térképezésében kimagasló szakemberek sajnos kimaradtak ezekből az összeállításokból. Ezek közül feltűnő Adler Károly (1849–1905) és Dombó István neve. Adler Miskolcon született, 1872-ben a pesti műszaki egyetemen diplomázott, majd 20 éven át, 1880–1900 között a város főmérnöke volt. Mellékelt nagy térképe mellett még egy várostérképe és a város határtérképe (1883, 1885), valamint szabályozási terve (1884) szerepel a könyvben. Szabályozta a Szinvát, és több középületet tervezett. Dombó szintén miskolci születésű földmérő, a Szepesi Kamara mérnökeként készítette el a város térképét 1817-ben.

A mai Miskolc is, sok nagyváros-hoz hasonlóan, az idők során fokozatosan magába olvasztotta a környék településeit. Néhányat megemlítve: Diósgyőr, Görömböly, Lillafüred, Tapolca, Hejőcsaba, Bükkszentlászló stb. Az album végén külön fejezet foglalkozik az egyes városrészeket alkotó hajdani falvak bemutatásával. A könyvet angol nyelvű összefoglaló zárja.

Összefoglalva megállapíthatjuk, nagyon szép kiadvánnyal, térképes történelmi ismertetéssel emlékezett meg Miskolc, várossá válásának kerek évfordulójáról.

*Papp-Váry Árpád
professzor emeritus*

Időpont	Nemzetközi eseménynaptár
2017. május 6-8, Kairó, Egyiptom	<p align="center">X. Mobil Térképezési Technológia konferencia. A Tudomány, Technológia és Tengeri Szállítás Arab Akadémiája, Calgary Egyetem. Honlap: http://mmt2017.aast.edu/</p>
2017. május 8-12, Tshwane, Dél-Afriakai Köztársaság	<p align="center">XXXVII. Nemzetközi Szimpózium a Környezet Távérzékeléséről. Szervezők: Dél-Arikai Nemzeti Űrügynökség, A Környezet Távérzékelésének Nemzetközi Központja (ICRSE), Nemzetközi Fotogrammetriai és Távérzékelési Társaság (ISPRS). Honlap: http://isrse37.org/</p>
2017. május 17-19, Wroclaw, Lengyelország	<p align="center">EUREF 2017 Szimpózium. Szervező: Wroclawi Környezeti és Élettudományi Egyetem, Geodéziai és Térinformatikai Intézete. Honlap: http://www.igig.up.wroc.pl/euref2017/</p>
2017. május 29 – június 2, Helsinki, Finnország	<p align="center">A Nemzetközi Földmérő Szövetség (FIG) munkahete és közgyűlése. Szervezők: FIG, Finn Felsőgeodéziai és Kataszteri Földmérők Szövetsége, Finn Földmérők Szövetsége. Honlap: http://www.fig.net/fig2017/</p>
2017. július 2-7, Washington DC, USA	<p align="center">XXVIII. Nemzetközi Kartográfiai Konferencia. Szervező: Nemzetközi Térképész Szövetség (ICA). Honlap: http://icaci.org/icc2017</p>
2017. július 29-30, Kobe, Japán	<p align="center">Műszaki Szeminárium a Vonatkoztatási Keretrendszerekről. Szervezők: Nemzetközi Földmérő Szövetség (FIG) 5. (Helymeghatározási és Mérési) Bizottsága, FIG Ázsia és a Pacifikus Térség Kapacitás Fejlesztési Hálózata (FIG AP CDN), együttműködve a Japán Földmérők Szövetségével, A Nemzetközi Felsőgeodéziai Szövetséggel (IAG), az ENSZ Globális Térbeli Információs Menedzsment Szakértői Bizottságával (UN-GGIM) és a Nemzetközi GNSS Bizottsággal (ICG) Honlap: http://www.fig.net/organisation/comm/5/index.asp</p>
2017. szeptember 14-16, Bukarest, Románia	<p align="center">GeoPreVi 2017 A Bukaresti Építőmérnöki Egyetem Geodéziai Karának tudományos konferenciája. Szervezők: Bukaresti Építőmérnöki Egyetem Geodéziai Kara, együttműködésben a Román Földmérők Uniójával, a Román Magánföldmérők Szövetségével, a Nemzetközi Földmérő Szövetség (FIG) 7. (Kataszter és Földügyi Menedzsment), 8. (Területrendezés és Fejlesztés) és 9. (Ingatlanok Értékelése és Menedzsmentje) Bizottságával, valamint a Román Kataszteri és Ingatlan-nyilvántartási Ügynökséggel. Honlap: http://www.geoprevi.ro</p>
2017. szeptember 18-22, Wuhan, Kína	<p align="center">ISPRS Térinformatikai Hét Szervező: Nemzetközi Fotogrammetriai és Távérzékelési Társaság (ISPRS), együttműködésben a Wuhani Egyetemmel és a Kínai Tudományos Akadémiával. Honlap: http://gsw2017.3snews.net/</p>
2017. szeptember 26-28, Berlin, Németország	<p align="center">Intergeo Szervező: Német Földmérési, Térinformatikai és Földügyi Menedzsment Társaság (DVW) Honlap: http://www.intergeo.de/</p>
2017. október 18-20, Lisszabon, Portugália	<p align="center">Ingeo 2017, VII. Nemzetközi Mérnökgeodéziai Konferencia. Szervezők: A Pozsonyi Műszaki Egyetem Földmérési Tanszéke, valamint a Portugál Nemzeti Építőmérnöki Laboratórium. Honlap: http://ingeo2017.lnec.pt/</p>
2017. október 18-21, Canakkale, Törökország	<p align="center">Nemzetközi Szimpózium a Térinformatikai Alkalmazásokról a Földrajzban és a Földtudományokban Szervező: Çanakkale Onsekiz Mart Egyetem Honlap: http://isggg2017.comu.edu.tr/</p>



Dunszky Sándor

1928–2017

Életének 89. évében, 2017. január 9-én elhunyt Dunszky Sándor ezredes, a magyar katonai térképészet egykori vezetője.

A katonai tiszteletadással rendezett temetésén a Magyar Honvédség Geoinformációs Szolgálat személyi állománya, a Honvédelmi Minisztérium Zrínyi Térképészeti és Kommunikációs Szolgáltató Közhasznú Nonprofit Kft. munkatársai, az MN Térképész Szolgálat Főnökség egykori munkatársai, a nyugállományú katonatársai, polgári kollégái január 30-án a Farkasréti temetőben kísérték utolsó útjára a Magyar Honvédség halottját.

Dunszky Sándor ezredes 1928. július 8-án született Szakmáron. Középiszkolai tanulmányait Kalocsán végezte, és ott is érettségizett.

Sorkatonai szolgálatát 1950. május 2-tól 1951. március 16-ig töltötte Szekszárdon, majd Mátyásföldön.

Ezt követően jelentkezett az MN Térképészeti Intézet térképész tiszti iskolájába, amelynek elvégzése után – 1952. március 15-én – előléptették alhadnaggyá, és beosztották az MN Térképészeti Intézetbe. Társaival együtt azonnal bekapcsolódott az országos 1:25 000 méretarányú gyors helyesbítés fesztett munkálataiba, ahol sokszor a terep bejárása után a rajzi munkákat éjszaka, petróleum- vagy gázlámpa fényénél végezték.

Még abban az évben – 1952. szeptember 1-jétől – megkezdte tanulmányait a Budapesti Műszaki Egyetem Hadmérnöki Karán, ahol többek között dr. Rédey István ezredes, a magyar katonai térképészet kiváló képviselője – akkor már, mint egyetemi tanár – is oktatta. Az egyetemet 1957. május 17-én eredményesen fejezte be. A BME Hadmérnöki Karán végzett 27 hadmérnökből csak hatan szolgáltak a Térképészeti Intézetben.

A friss diplomásokat az új felmérés befejezése érdekében azonnal a terepes munkára irányították. Így előbb topográfusként, majd az újjáalakult Geodéziai osztályon, geodéziai alosztályvezetőként dolgozott.

Ezt követően kartográfusként vett részt az 1:50 000 méretarányú térképek helyesbítésében.

1966-tól az intézetparancsnok helyettese lett, majd 1973–1976-ig az intézetparancsnoki beosztást töltötte be. Ez idő alatt kezdődött a katonai térképészet, azon belül az intézeti tudományos élet megújulása, az együttműködés kiszélesedése a polgári térképészettel.

1976. december 1-jén szolgálatfőnökké nevezték ki az MN Térképész Szolgálatfőnökségre, amely beosztást 1983. december 1-jéig, nyugállományba helyezéseiig töltötte be. Főnöksége alatt jelent meg a számítástechnika a geodéziában, ekkor zajlott többek között a sokszorosítási technológia látványos fejlesztése, létrehozták a magyar katonai térképészet szakmatörténeti múzeumát és az MN Asztrogeodéziai Állomást.

Szolgálati során 1954-ben hadnagyi, 1957-ben főhadnagyi, 1961-ben századosi, 1965-ben őrnagyi, 1971-ben alezredesi majd 1978-ban ezredesi rendfokozatba lépett elő.

Dunszky Sándor ezredes úr egész életútját végigkísérte a közösségért végzett munka. Az MN Térképészszolgálat közösségének mindennapi életében is tevékeny szerepet vállalt. Jelentős része volt a jó munkahelyi légkör, a bajtársias szellem kialakításában, fenntartásában. Csendesen, nem hivalkodóan végezte a dolgát, szolgálta a magyar katonai térképészet ügyét.

Elöljárói nagyra értékelték lelkiismeretes és eredményes munkáját. Pályafutása alatt tizenhárom kitüntetésben részesült. Több ízben megkapta a Haza Szolgálatáért Érdem Érem arany és ezüst fokozatát. Emellett számos magasabb parancsnoki és parancsnoki dicsérettel ismerték el munkáját. A szolgálatfőnöki beosztásában végzett szakmai és vezetői tevékenységét a szovjet és a bolgár hadsereg térképészszolgálati is kitüntetésekkel méltányolták. A katonai és a polgári térképészet jó együttműködése érdekében végzett munkáját a Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Miniszter a Térképészet Kiváló Dolgozója, majd a Kiváló Munkáért kitüntetésekkel ismerte el.

Dunszky ezredes úr a nyugdíjazása után, már 1986-ban bekapcsolódott az MN Budapesti Nyugállományúak Klubja Térképész tagozatának munkájába. 1995–1996 között a tagozat elnöki tisztségét töltötte be, ezt követően a tagság – munkája elismeréseként – a Tagozat Örökös Tiszteletbeli Elnökévé választotta. 2006-ban a Klub Örökös Tiszteletbeli Tagja is lett. Mivel a nyugállományúak érdekében mindig aktívan tevékenykedett, ezt a honvédelmi miniszter előbb a Honvédelemért Kitüntetettő Cím II. fokozatával, majd az Aranykor Kitüntetettő Cím Arany fokozatával, az Idősek Világnapja alkalmából pénzjutalommal, végzetül tárgyjutalommal ismerte el. 2011-ben megkapta a katonatérképészek legmagasabb elismerését, a Rédey-emlékplakettet.

Dunszky Sándor ezredes életpályája összekapcsolódott a magyar katonai térképészszolgálat életével. Ebben a szervezetben irányította az egész hadsereget érintő térképészeti támogatás feladatait, és jelentős szerephez jutott a polgári intézményekkel folytatott együttműködés szervezésében is. Végigtekintve szakmai életútján elmondhatjuk, hogy munkásságával öregbítette a szolgálat tekintélyét. Példásan tartalmas és sikeres életpályája méltó az utódok tiszteletére.

A ma katonatérképészei kegyelettel őrzik emlékét.

Nyugodjon békében!

MFTTT 31. VÁNDORGYŰLÉS

Időpont: 2017. július 6–8.

Helyszín: PTE Kultúratudományi, Pedagógusképző és Vidékfejlesztési Kar aulája (Szekszárd, Rákóczi u. 1.)

A konferencia mottója:

„Az új technológiák és a szervezeti változások hatása
a magyar földmérésre és térképészetre”

TERVEZETT PROGRAM

Július 06. csütörtök		Július 07. péntek		Július 08. szombat	
9.00-tól	Regisztráció	9.00-tól	Regisztráció	9.00–17.00	Szakmai kirándulás
10.00–12.30	Nyitó plenáris ülés	9.00–10.30	Szekció		
12.30–14.00	EBÉD	10.30–10.45	KÁVÉSZÜNET		<i>Két program választható, mindkettő programebéddele:</i>
14.00–15.45	Plenáris ülés	10.45–12.30	Szekció		<i>1. Szekszárdi városnéző séta idegenvezetővel, Bati-kilátó borkóstolóval;</i>
15.45–16.00	KÁVÉSZÜNET	12.30–14.00	EBÉD		<i>2. Paks és a Lussonium ebéddele a Dunakömlödi Halászsárdában</i>
16.00–17.30	Szekció	14.00–15.00	Szekció		
		15.00–15.15	KÁVÉSZÜNET		
19 h-tól	BARÁTI VACSORA BORKÓSTOLÓVAL	15.15–17.15	Záró plenáris ülés		
		17.15	ZÁRÓ FOGADÁS		
10.00–17.00			Műszerbemutató és kiállítás / poszter bemutató		

SZAKMAI KERETPROGRAM:

- Szekció: **A korszerű térinformatikai megoldások a mezőgazdaságban (GNSS, UAV, távérzékelés stb.)**
 - Szekció: **Védelmi célú térinformatikai feladatok és megoldások**
 - Szekció: **Osztatlan közös tulajdon megszüntetésével kapcsolatos feladatok**
 - Szekció: **Mérnökgeodéziai kihívások (Paks, építésirányítás)**
 - Szekció: **Földügyi és ingatlanügyi kérdések és megoldások**
 - Szekció: **Térinformatikai fejlesztések, megoldások, innováció (BIM, adatbázisok, szolgáltatások)**
 - Szekció: **A megváltozott szervezeti struktúra hatása a földmérési és földügyi tevékenységre**
 - Szekció: **Korszerű adatgyűjtési technológiák**
- Ifjúsági Szekció:** Az eddigi gyakorlattól eltérően az ifjúsági szekció előadásai (a beérkezett előadások függvényében) a témához illő szekcióba illeszkedve épülnek a programba.

ELŐADÓK jelentkezését 2017. május 15-ig várjuk a jelzett témakörökben!

RÉSZVÉTELRE JELENTKEZNI 2017. ÁRILIS 10-TŐL,

a program véglegesítését követően lehet majd honlapunkon, melyről értesítést küldünk tagjainknak

Részvételi díjak:

MFTTT tagsággal nem rendelkező résztvevőknek:	36 000 Ft +27% ÁFA/fő
MFTTT tagoknak	26 000 Ft +27% ÁFA/fő
Tanulóknak és szenior tagjainknak	20 000 Ft +27% ÁFA/fő

*A részvételi díj magában foglalja az előadásokon való személyi és technikai feltételek biztosítását, büfét, két ebédet és a záró fogadást.
Nem foglalja magában a szállás, a baráti vacsora és szakmai kirándulás költségeit.*

Baráti vacsora ára: (borkóstolóval – 5 borsor): 8 000 Ft + 27% ÁFA/fő

Szakmai kirándulás ára: 7 000 Ft + 27% ÁFA/fő

Cégbemutató – előadás, poszter, műszerkiállítás, szoftverbemutató. workshop díja:

MFTTT tagsággal nem rendelkező cégeknek	80 000 Ft+27% ÁFA/nap
MFTTT jogi tagoknak	60 000 Ft+27% ÁFA/nap

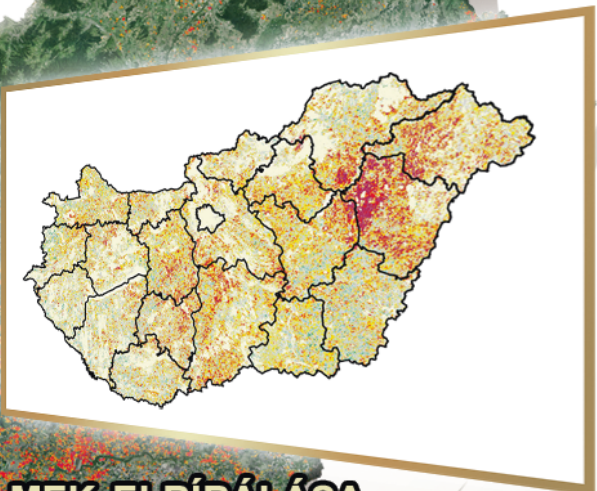
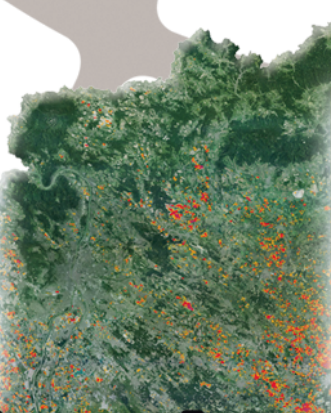
*A kiállítói díj tartalmazza a kiállítóteret, a technikai feltételeket (asztalok, konnektor), az előadás lehetőségét és az étkezést 1 fő részére.
További személyzet esetén napi 6000 Ft+27% ÁFA részvételi díj fizetendő személyenként.*

ELÉRHETŐSÉGEINK ÉS TOVÁBBI INFORMÁCIÓ

<https://www.mfttt.hu>; Tel: +36 1 222 5117; e-mail: mfttt.titkarsag@gmail.com; Budapest, XIV. Bosnyák tér 5.; Levelezési cím: 1590 Budapest, Pf. 94.

MEZŐGAZDASÁGI KOCKÁZATKEZELÉSI RENDSZER

**TÁVÉRZÉKELÉSES KÁRTÉRKÉPEK AZ ORSZÁG TELJES TERÜLETÉRE:
ŰRFELVÉTELEK NAPRAKÉSZ KIÉRTÉKELÉSÉBŐL
AUTOMATIZÁLT ADATFELDOLGOZÁS
BELVÍZ, ÁRVÍZ VAGY ASZÁLY TÉRKÉPEK KÉSZÍTÉSE
RELATÍV GYAKORISÁG TÉRKÉP AZ ELMŰLT 10-15 ÉV ALAPJÁN**



OPERATÍV ALKALMAZÁSÁNAK ELŐNYEI:

MEZŐGAZDASÁGI KÁRENYHÍTÉSI KÉRELMEK ELBÍRÁLÁSA

ÜGYFÉLKÖZPONTÚ ELJÁRÁS

GYORSABB HATÓSÁGI ÜGYINTÉZÉS

VIS-MAJOR ESETEK HATÉKONY KEZELÉSE

KÖLTSÉGTAKARÉKOS HELYSZÍNI ELLÉNŐRZÉS



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