

Egyetemi Doktori (Ph.D.) értekezés tézisei

**KÜLÖNBÖZŐ FELBONTÁSÚ LÉGI - ÉS ŪRFELVÉTELEK PONTOS-
SÁGVIZSGÁLATA GEODÉZIAI REFERENCIA MÉRÉSEK ALAPJÁN**

Varga Zsolt

Témavezető:

Dr. Lóki József, egyetemi tanár



DEBRECENI EGYETEM
Földtudományok Doktori Iskola

Debrecen, 2016

BEVEZETÉS

A földmérés és a térképészet feladata a terepi felmérés, analóg térképek, fénykép alapú térképek, digitális térképek, digitális fénykép alapú térképek, pontfelhők és különböző modellek előállítása. A térképműveket a különböző szakterületek más-más célokra használják. A térképek előállításához szükséges adatgyűjtés történhet geodéziai módszerekkel és távérzékeléssel. A földi eljárás a legpontosabb, de egyben a legdrágább módszer. A térképek előállításának „olcsóbb” módszerei közé tartoznak a légi- és űrfelvételek alapján előállított termékek, melyek különböző tartalmakkal és felbontással készülnek. Ezek napjainkra tömegtermékekké váltak, s így a felhasználók egyre szélesebb köre számára elérhetőek. A távérzékelés, mint adatnyerési technológia, ezen belül az űr-, a légi- és a földi távérzékelések szerepe, gyors ütemű technikai fejlődésük és alkalmazási területeik kiszélesedése révén mára felértékelődött, manapság nélkülözhetetlenek a földmérés, közlekedés, építőipar, mezőgazdaság, erdészet, környezetgazdálkodás, árvízvédelem számára is.

A különböző szakterületek eltérő tartalmú, méretarányú és felbontású térképeket igényelnek. A részükre történő adatszolgáltatást csak akkor tudjuk megbízhatóan megvalósítani, ha ismerjük a szolgáltatott adatok pontosságát. Ezek az értékek azonban különbözőek lehetnek, mivel a különböző adatbázisok felhasználásával készített térképekről eltérő pontosságú adatok nyerhetőek, elsősorban a méretarányukból, a felbontásukból adódóan. A kiértékelés révén nyert információk pontossága nemcsak a méretaránytól és a felbontástól függ, hanem attól is, hogy milyen tartalmat kívánunk interpretálni. Eltérő pontosság érhető el a tereptárgyak térképi és terepi meghatározása esetén, hiszen különböző pontossággal azonosíthatók centrumaik, tengelyeik vagy függőleges vetületeik.

Elengedhetetlen tehát a kinyert adatok pontosságának és megbízhatóságának ismerete, hiszen ennek hiányában nem lehet meghatározni, hogy az adott feladatra vonatkozó pontossági követelményeknek, előírásoknak a felvételek eleget tesznek-e, vagy sem.

A kutatás során geodéziai módszerrel meghatározott adatok, valamint a légi- és űrtávérzékelés útján előállított térképek kerültek vizsgálatra. Ennek megfelelően földi eljárással felmért pontok, a repülőgépekről készített légifelvételek szerint előállított ortofotók és digitális ortofotók, illetve a műholdak felvételei alapján előállított térképek elemzését végeztem el, azok pontosságának és megbízhatóságának meghatározása céljából.

CÉLKITŰZÉSEK

A kutatómunkám során az alábbi célkitűzéseket fogalmaztam meg, a különböző felbontású ortofotók és űrfelvételek pontosságainak vizsgálata szempontjából:

- a kutatás során alkalmazott módszerek pontossági értékeinek meghatározása,
- a digitális ortofotók pontosságainak elemzése a különböző technológiákkal készült domborzatmodellek alapján,
- a különböző felbontású ortofotók pontosságának vizsgálata,
- a digitális ortofotók alapján meghatározni erdőhatárok pontosságát és megbízhatóságát a különböző években készült felvételek alapján,

- a pontok és erdőhatárok pontosságainak vizsgálata a 2,5 m/pixel felbontású űrfelvételek alapján.
- az úttengelyek pontosságának kimutatása a 0,1, 0,4, 0,5 m/pixel felbontások esetén és a különböző felbontások szerinti eredmények elemzése,
- az úttengelyek pontosságainak vizsgálata az 1,85 és a 2,5 m/pixel felbontású űrfelvételek alapján.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A kutatás során négy mintaterületet használtam, Szabolcs-Szatmár-Bereg, Hajdú-Bihar és Bács-Kiskun megyékben. A mintaterületek kiválasztása előre meghatározott szempontrendszer alapján történt. Figyeltünk arra, hogy síkvidéket, buckás felszín, valamint kül- és belterületeket reprezentáló vizsgálati területek egyaránt kiválasztásra kerüljenek.

Az első mintaterület 144 km²-es, Hajdúböszörménytől keletre fekvő síkság, melynek felszínét löszös üledék borítja, a második 144 km²-es terület egy futóhomok buckás felszín, melynek centrumában Nyírlugos település helyezkedik el. A harmadik és negyedik mintaterület Kecskemét és Nyíregyháza belterületének egy-egy részét foglalja magába.

A vizsgált ortofotók

A 2000., 2005. és 2007. években készült ortofotók felbontása 0,5 méter/pixel, a 2011. év ortofotóinak felbontása pedig 0,4 m/pixel volt, melyek a FÖMI-től kerültek megvásárlásra mindkét mintaterületre. A 2006. évi 0,5 méter/pixel felbontású ortofotók (az első és második mintaterületről) a Honvédelmi Minisztérium Térképészeti Közhasznú Nonprofit Kft.-től kerültek beszerzésre. A 2011-ben a nyíregyházi és 2013-ban a kecskeméti területekről készített 0,1 m/pixel felbontású digitális ortofotókat az Eurosense Kft. készítette.

Az alkalmazott domborzatmodellek

A 2000., 2005., 2007. és 2011. években készített digitális ortofotók esetében 1:10000 méretarányú topográfiai térképek szintvonalalaiból generált (domborzati fedvényeinek vektorizálásával előállított) 5 x 5 m rácssűrűségű GRID típusú (szabályos rácshálón elhelyezkedő pontokból álló) digitális szintvonal modellt (DSZM) alkalmaztak.

A 2006-ban készült digitális ortofotó ortorektifikációjához a DDM-10 modellt alkalmazták (Digitális Domborzat Modell a továbbiakban DDM) amely 10 méteres szintvonal közhívenként tartalmazza az ország magassági adatait. A DDM-10 EO (Egységes Országos Vetületi) rendszerben készült, adatforrása pedig 1: 50 000-es méretarányú, Gauss-Krüger vetületi rendszerű katonai topográfiai térkép volt.

A nyíregyházi és kecskeméti területekről készített digitális ortofotók esetében három különböző domborzatmodell került alkalmazásra. Az első domborzatmodell az előbbieken említett EO rendszerű DDM-10, a második a légifényképezés után sztereo-fotogrammetriai kiértékeléssel készült, mely 3 x 3 m rácshálóban mért pontmezőből áll. A harmadik alkalmazott domborzatmodell LIDAR felmérés felhasználásával előállított modellt, melynek adatszer-

kezete, szórt ponthalmazból generált TIN, azaz szabálytalan háromszögháló, ahol a mért pontok sűrűsége 6 pont/m^2 volt.

A vizsgált űrfelvételek

Az űrfelvételek közül vizsgálatra került a Digital Globe által forgalmazott UTM vetületi rendszerű QuickBird Ortho Ready Standard 4 Band Bundle űrfelvétel (mely piros, zöld, kék, sávjainak felbontása $2,5 \text{ m/pixel}$) illetve a WorldView 2 Ortho Ready Standard 8 Band Bundle űrfelvétel (mely piros, zöld, kék, sávjainak felbontása $1,85 \text{ m/pixel}$). Az űrfelvételek a hajdú-bihari és szabolcs-szatmári mintaterületekről álltak rendelkezésre.

A pontosságvizsgálatok során alkalmazott térinformatikai, geodéziai és statisztikai módszerek

A térinformatikai módszerek alkalmazása során a pontok, vonalak, poligonok térképi koordináta meghatározását vektorizálással hajtottam végre. A vektorizálás pontosságát többszöri meghatározás útján ellenőriztem.

A geodéziai méréseket hálózati RTK módszerrel végeztem, melynek során két különböző műszert használtam. Az egyik egy Trimble R6 típusú, a másik egy Leica GS 15 típusú GPS vevő volt. Ezen műszerek alkalmazásával került sor a terepi pontok Y és X (Egységes Országos Vetületi rendszerbeli, EOVS) koordinátáinak meghatározására. A műszerek pontosságát a részletpontok újbóli meghatározása útján ellenőriztem.

A matematikai-statisztikai elemzések során leíró statisztika eszközeit (átlag, medián, szórás), különböző grafikus ábrázolási módokat (hisztogram, dobozdiagram), hipotézisvizsgálatot (kétmintás t-próba, F-próba, chí-négyzet próba, varianciaanalízis, normalitás vizsgálat), valamint intervallumbecslést és a legkisebb négyzetek módszerét alkalmaztam. A tényleges eltérések kimutatását CE95 (Circle Error 95%- kör alakú hiba 95 %-os konfidencia szinten) módszerrel végeztem. A statisztikai vizsgálatokhoz az IBM SPSS statistics 22 programot és MedCalc 16.2 programot használtam.

KUTATÁSI EREDMÉNYEK

PhD dolgozatomban az elemzéshez rendelkezésre állt különböző felbontású digitális ortofotók, űrfelvételek és domborzatmodellek pontossági vizsgálatának eredményeiről számoltam be, melyek az alábbi tézisekben foglalhatók össze:

1. tézis: A vizsgált különböző technológiákkal előállított domborzatmodellek több pixel értékben is ronthatják a vízszintes koordináták értékét a mintaterületeken.
--

Az adatok elemzése során megfigyelhető volt, hogy a térképi és terepi pontok közötti, (a vizsgálatban szereplő DDM-k szerinti) eltérések terjedelme, mediánja és átlaga szigorúan monoton csökkenő sorozatot alkot, ami azt támasztja alá, hogy a szintvonalak alapján létreho-

zott DDM esetében nagyobb, LIDAR alapú DDM esetében lényegesen kisebb eltérések adódtak, azaz az utóbbi pontosabb a szintvonal és a fotogrammetriai alapú DDM-től. (1. ábra)



1. ábra A vízszintes eltérések a DSZM-n (sárga), valamint a fotogrammetriai kiértékeléssel előállított domborzatmodellen (zöld), Nyíregyházán, 10 cm-es izovonal közökkel (saját szerkesztés)

A különböző modellekre számított átlagos eltérések alapján megállapítható, hogy a vizsgált 10 cm/pixel felbontású ortofotók pontossága, digitális szintvonalmodell alkalmazása esetén 27 centiméteres értéket mutat, ami a pixelméret többszöröse. Fotogrammetriai kiértékelésből és a LIDAR felmérésből származó modellek esetén ezek az értékek már nem érik el a felbontás mértékét.

Az előzőekben összefoglalt eredményekből jól kitűnik, hogy a legpontosabb értéket a LIDAR felmérésből származó modell alapján előállított ortofotó mutatja, melynél az átlagos eltérés a geometriai felbontás 50 %-át sem éri el.

A vizsgálati eredmények alapján megállapítottam, hogy a szintvonalak kiértékeléséből és a LIDAR adatokból készült domborzatmodellek okozta vízszintes eltérések különbsége meghaladja a 2 pixelt.

2. tézis: Igazoltam, hogy a mintaterületeken a LIDAR felmérésből származó domborzatmodell 0,1 m/pixel felbontás esetén, vízszintes koordinátákra gyakorolt torzító hatása CE95 módszer alapján 2 pixel alatti értéket mutat. Megállapítottam, hogy a CE95 módszer alkalmas eljárás a digitális ortofotók vízszintes koordinátáinak pontossági vizsgálatára.

A CE95 módszerrel vizsgált, LIDAR felméréssel készült DDM felhasználásával előállított 0,1 m/ pixel felbontású ortofotó vízszintes értelmű tényleges eltérése a nyíregyházi mintaterületen 0,16 m. A vizsgált 100 darab ellenőrző pont elemzése kapcsán az a megállapítás tehető, hogy a pontok közötti eltérések 80 %-a szubpixeles hibát mutat. A pontok közül

mindössze két pont mutatott kiugró értéket, ami egyértelműen a hibás térképi azonosításra vezethető vissza.

Az adatok feldolgozását követően jól láthatóvá vált, hogy a CE95 módszerrel meghatározott tényleges eltérések is ugyanazt a tendenciát mutatják (DSZM a legpontatlanabb, a fotogrammetriai kiértékeléssel készült modell pontosabb és a LIDAR felmérésből előállított modell a legpontosabb), mint a modellek abszolút eltérései, azzal a különbséggel, hogy az előbbi módszerrel 4 irányú eltérések, míg az utóbbival az egyirányú (abszolút) eltérések számíthatók. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a kör alakú hiba módszere alkalmas eljárás a digitális ortofotók vízszintes koordinátáinak pontossági vizsgálatára.

3. tézis: CE95 módszerrel igazoltam, hogy a vizsgált DSZM, fotogrammetriai kiértékelés útján előállított domborzatmodell és a LIDAR felmérésből előállított domborzatmodellek közül a legnagyobb torzító hatása ugyanazon vízszintes értékekre a DSZM-nek volt. Megállapítottam, hogy a mintaterületen a vizsgált digitális ortofotókról meghatározható pontok vízszintes pontossága, a domborzatmodellek rácshálói sűrűségének növekedésével és magassági értékeinek pontossági növekedésével nő.

A CE95 értéke a szintvonalak alapján készült DDM-ek felhasználásával előállított ortofotók esetén, Kecskeméten a kör átmérője alapján 0,54 m. A fotogrammetriai kiértékelés és a LIDAR felmérés alapján készült DDM-ek felhasználásával előállított ortofotók tényleges eltérései a nyíregyházi mintaterületen, a pontok 95 %-át magába foglaló kör alakú hiba átmérője alapján 0,23 és 0,16 m. Az eredmények azt támasztják alá, hogy a legpontosabb és a legpontatlanabb modellek közötti eltérés több mint háromszoros a mintaterületeken.

Megfigyelhető, hogy a vízszintes eltérések csökkenésével nő az alkalmazott modellek magassági pontossága és a modellek rácshálói sűrűsége (5 x 5 m GRID; DSZM, 3 x 3 m GRID; fotogrammetriai modell, 6 pont/m² alapján előállított TIN; LIDAR modell). A legritkább rácshálóval a magassági értelemben legpontatlanabb DSZM rendelkezik (vízszintes értelmű torzító hatása ennek a modellnek a legnagyobb), a legsűrűbb (magassági értelemben a legpontosabb) rácshálója pedig a LIDAR modellnek van (vízszintes értelmű torzító hatása ennek a legkisebb).

4. tézis: Igazoltam, hogy a mintaterületeken 5 x 5 m-es GRID domborzatmodell alapján készült, síkvidékről előállított 0,4 m/pixel felbontású, ortofotókról meghatározható erdőhatárok pontossága, foltszerű erdők esetében, ahol a határok vizuálisan jól azonosíthatók 5 pixel, ahol viszont az erdőfoltok új telepítésű erdőkkel, tarvágásokkal, tisztásokkal tagoltak, ott a meghatározás pontossága 6 pixelre csökken.

A különböző években (2000,2005,2006,2007,2011 évek) készült ortofotókon lévő erdőhatárok pontosságának vizsgálata alapján megállapítottam, hogy a vektorizálás és a terepi meghatározás közötti eltérések tartalmazzák a felszínborítás változásából adódó eltéréseket is. Ezen eltérések csak a terepi felmérés évében készült ortofotók esetében elhanyagolhatóak.

A mintaterületek esetében igazolható, hogy a 2011. évben készült ortofotó pontossága, az olyan foltszerű erdők esetében, ahol a határok vizuálisan jól azonosíthatóak 2,06 m (~5

pixel), viszont azokon a területeken, ahol az erdőkben tisztások, tarvágások és új telepítésű részek találhatóak, ott az erdőhatárok interpretációja is jóval nehezebb volt, ezért a pontosság 2,48 méterre (~6 pixel) csökken. Az elemzések alapján megállapítható, hogy a vizsgált ortofotók pontossága a terepi felmérés éve felé közeledve, évről évre nagyobb.

5. tézis: Az erdőhatárok elemzése alapján megállapítottam, hogy a vizsgált 0,4 és 0,5 m/pixel felbontású 6 évnél régebben készített ortofotók és a vizsgált 2,5 m/pixel felbontású úrfelvétel pontossága a mintaterületeken kisebb mint 3 m, ezért ezek az adatok az erdészeti hatóságok, erdőhatárookra és a távérzékelési adatok pontosságára vonatkozó előírásának megfelelően, az erdőrésztetek határainak meghatározására nem alkalmasak.

A különböző években készült ortofotók felhasználásával vizsgált erdőhatárok pontosságának minimum és maximum értékei 2000 év: 4,08-5,05 m, 2005 év: 3,31-4,62 m, 2006 év: 3,17-3,57 m.

Az erdőhatárok elemzése alapján megállapítottam, hogy a vizsgált mintaterületeken a 0,4 és 0,5 m/pixel felbontású 6 évnél régebben készült ortofotók pontossága kisebb, mint 3 m, ezért ezek az adatok az erdőrésztetek határainak meghatározására a 11/2010. (II.4.) FVM rendelet 7. § 2. bekezdése alapján nem alkalmasak.

A vizsgált a 2,5 m/pixel felbontású úrfelvételen az erdőhatárok pontossága a minta átlaga alapján 4.16 m (1,66 pixel), s így jelentős hibát okoz az erdőfoltok úrfelvételekről történő meghatározása során azok területeiben, illetve a hiba meghaladja a 3 m-t, ezért a felvétel erdőhatárok meghatározására szintén nem alkalmas.

6. tézis: Igazoltam, hogy a mintaterületeken, a vizsgált 0,5 m/pixel felbontású digitális ortofotókról meghatározható (a terepen egzakt módon jelölt) vonalak a pixel értékkel közel azonos pontossággal, 0,5 m/pixel felbontástól nagyobb felbontás esetén pedig, pixel alatti (tehát attól jobb) pontossággal határozhatók meg.

A mérési eredményeim alapján megállapítható, hogy minden minta relatív gyakorisága olyan jellegű, ahol az egyre nagyobb eltérésekhez egyre kisebb gyakoriságok tartoznak.

A vizsgálat eredményeként megállapítottam, hogy az úttengelyek meghatározásának pontossága 0,1 m/pixel felbontás esetén, a pixel méretén aluli (7 cm) hibát mutat.

A 0,4 m/pixel felbontású ortofotón a burkolt utak tengelyeinek vizsgálata 25 cm-es pontossággal végezhető el, mivel a t-próba eredménye szerint megállapítható, hogy a terepi mérés és a vektorizálás közötti eltérés 95 %-os megbízhatósággal kisebb lesz a várható értéktől, azaz 25 cm-től.

A meghatározás pontossága 0,5 méteres felbontásnál a vizsgált minták átlaga alapján a pixel mérettel azonosnak tekinthető (0,52 m).

Az egyes felbontások szerinti vizsgálatok eredményei alapján megállapítottam, hogy az úttengelyek meghatározásának pontossága a mintaterületeken 0,1 és 0,4 m/pixel felbontások esetén, szubpixeles hibát mutat, míg 0,5 méteres felbontásnál ez az érték a pixel méretével azonosnak tekinthető.

7. tézis: Igazoltam a vizsgált 2,5 m/pixel felbontású, valószínűsített űrfelvétel alapján, hogy a mintaterületen az úttengelyek meghatározásának pontossága 1,10 pixel, az erdőhatároké pedig 1,66 pixel. A pontok vízszintes pontosságának növekedése következtében nő a vonalak és poligonok meghatározásának pontossága is.

Az első mintaterületen az úttengelyek szerinti pontosság vizsgálata során a 2,5 m/pixel felbontású űrfelvétel átlagos eltérése 2,75 m-re (1,10 pixel) adódott 2350 darab pont alapján. Megállapítottam, hogy az űrfelvétel pontossági értékei megbízhatók, hiszen az eltérések szórása a minta átlagok közelében helyezkedik el.

Ugyanezen a mintaterületen az erdőhatárok pontossága 4,16 m volt, ami a felbontás szerint 1,66 pixelnek felel meg. Az úttengelyek meghatározása a mintaterületeken mintegy 50 %-kal pontosabban elvégezhető, mint az erdőhatároké.

A vizsgálatok alapját képező pontok térképi-terepi meghatározása annál pontosabban végezhető, minél egyértelműbben határozható meg a mért tereptárgy tengelye, centruma a valóságban és a felvételeken. A pontok meghatározásának pontossága az úttengelyek esetén nagyobb, hiszen azok szimmetria tengelyei precízebben azonosíthatók, mint a lombkoronák (erdőhatárok) függőleges vetületei. A mérési eredmények alapján megállapítható, hogy a pontok helyzeti pontosságának növekedése következtében nő a vonalak és poligonok pontossága.

TUDOMÁNYOS TEVÉKENYSÉG JEGYZÉKE

Az értekezés témakörében, impakt faktoral rendelkező külföldi folyóiratban megjelent és folyamatban lévő publikáció:

Zsolt Varga, Herta Czédli, József Lóki, János Bíró, Ákos Fekete: Evaluating the accuracy of orthophotos in the context of forest borders in hungarian test sites – *Fresenius Environmental Bulletin* 24:(12) pp. 4239-4245. (2015) **IF:0,378**

URL:http://www.psp-parlar.de/details_artikel.asp?tabelle=FEBArtikel&artikel_id=6072&jahr=2015

Zsolt Varga, Herta Czédli, Csaba Kézi, János Bíró, Ákos Fekete, József Lóki: Studying the accuracy of orthophotos on the example of varius terrian models in studyareas in Hungary – *Appl.Geophys.*,ISSN: 1672-7975, (2015) **IF:0,376 (IN PRESS)**

Az értekezés témakörében, Scopus által referált külföldi folyóiratban megjelent publikáció:

Zsolt Varga, Herta Czédli, Csaba Kézi, Jozsef Lóki, Ákos Fekete, Janos Bíró: Evaluating the Accuracy of Orthophotos and Satellite Images in the Context of Road Centerlines in Test Sites in Hungary – *Research Journal of Applied Sciences* 10:(10) pp. 568-573. (2015)

URL: <http://medwelljournals.com/abstract/?doi=rjasci.2015.568.573>

Az értekezés témakörében, hazai szakfolyóiratban megjelent publikáció:

Varga Zsolt, Fekete Ákos: Ortofotó pontossági vizsgálata geodéziai felmérés alapján - *Geodézia és kartográfia* 66:(7-8) pp. 8-11. (2014)

Az értekezés témakörében, konferencia kiadványban idegen nyelven megjelent publikáció:

Zsolt Varga : Precision assessment of aerial photographs with different resolution based on geodetic measurements. In: Balázs Boglárka (szerk.). *Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában V.: Térinformatikai konferencia és szakkiallítás.* 459 p. Konferencia helye, ideje: Debrecen, Magyarország, 2014.05.29 -2014.05.31. Debrecen: Debreceni Egyetemi Kiadó, 2014. pp. 411-419.

Az értekezés témakörében, konferencia kiadványban magyar nyelven megjelent publikáció:

Varga Zsolt, Czédli Herta, Kézi Csaba, Fekete Ákos: Ortofotók pontossági vizsgálata úttengelyek alapján. In: Kocsis Imre (szerk.) *Proceedings of the Conference on Problem-based Learning in Engineering Education.* 99 p. Konferencia helye, ideje: Debrecen, Magyarország , 2015.10.29 Debrecen: University of Debrecen Faculty of Engineering, 2015. pp. 66-74.

Varga Zsolt, Czédli Herta, Bíró János, Fekete Ákos: Ortofotók megbízhatóságának vizsgálata erdőhatárok geodéziai felmérése alapján. In: Bodzás Sándor (szerk.) *Műszaki tudomány az észak-kelet magyarországi régióban* 2015. 591 p. Konferencia helye, ideje: Debrecen , Magyarország , 2015.06.11 Debrecen: Debreceni Akadémiai Bizottság Műszaki Szakbizottsága,2015.pp.348-353. (ISBN:978-963-7064-32-6)

Varga Zsolt, Bíró János: A Hajdúhát területéről készült légi felvétel és topográfiai térkép pontosságvizsgálata, erdőhatárok geodéziai felmérése alapján. In: Lóki József (szerk.) *Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában IV.: Térinformatika Konferencia és Szakkiállítás.* 532 p. Konferencia helye, ideje: Debrecen, Magyarország, 2013.05.23 - 2013.05.24. Debrecen: Debreceni Egyetemi Kiadó, 2013. pp. 481-488. (ISBN:978-963-318-334-2)

Varga Zsolt, Bíró János: Az Ecsedi láp területéről készült légi felvétel pontosságvizsgálata, geodéziai mérések alapján. In: Lóki József (szerk.) *Az elmélet és gyakorlat találkozása a térinformatikában III. - Térinformatikai konferencia és szakkiállítás.* Konferencia helye, ideje: Debrecen, Magyarország, 2012.05.24 -2012.05.25. Debrecen: Debreceni Egyetemi Kiadó,2012.pp.437-442.(ISBN:978-963-318-218-5)

Egyéb közlemények:

Varga Zsolt: A világ kataszteri rendszerei. In: Lóki J (szerk.) *Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában: II. Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás Debrecen.* 500 p. Konferencia helye, ideje: Debrecen, Magyarország, 2011.05.19 -2011.05.20. Debrecen: Debreceni Egyetem, 2011. p. 488. (ISBN:978-963-318-116-4)

Varga Zsolt: Birtokrendezés modellezése egy választott mintaterületen. In: Kalmár Ferenc , Balla Tibor (szerk.) *17th Building Services, Mechanical and Building Industry Days Exhibition and International Conference 13-14 October, 2011 = XVII. Épületgépészeti, Gépészeti és Építőipari Szakmai Napok : szakkiállítás és Nemzetközi Tudományos Konferencia* 2011. október 13-14. [elektronikus dokumentum] . Konferencia helye, ideje: Debrecen , Magyarország , 2011.10.13 -2011.10.14. Debrecen: Debreceni Egyetem Műszaki Kar,2011.p.&.8p.(ISBN:978-963-473-464-2)

Kiss Bacsó László, **Varga Zsolt**: A térinformatika oktatása a mérnökképzésben. In: Lóki J (szerk.) *Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában: II. Térinformatikai Konferencia és Szakkiállítás Debrecen.* 500 p. Konferencia helye, ideje: Debrecen, Magyarország, 2011.05.19 -2011.05.20. Debrecen: Debreceni Egyetem, 2011. pp. 175-178. (ISBN:978-963-318-116-4)