

Domborzatmodellek előállításához felhasználható forrásadatok összehasonlító vizsgálata

Király Géza¹

¹Nyugat-Magyarországi Egyetem, Földmérési és Távérzékelési Tanszék, 9400 Sopron-Ady E. u. 5., +99/518-272, kiraly.geza@emk.nyme.hu

Összefoglaló: Hazánkban egyre több lehetőség van digitális domborzatmodellek beszerzésére. A különböző felbontású és pontosságú modellek között számos – nem csak pontosságbeli – eltérés van, ami az egyes modellek felhasználását alapvetően meghatározza. A cikk áttekintést kíván adni ezekről a domborzatmodellekről, részletes összehasonlításhoz veti alá őket, valamint iránymutatást próbál nyújtani a felhasználási lehetőségekről és korlátokról.

Kulcsszavak: domborzatmodell, DDM, pontosság

Abstract: There are more and more data-sources for Digital Elevation Models (DEMs) in Hungary. There are numerous differences between these models with different resolution and accuracy, determining the application possibilities. This paper tries to overview these DEMs, makes a detailed comparison among them, and shows some directions for the application possibilities and limitations.

Keywords: DEM, accuracy, applications

I. Bevezetés

Napjainkban a digitális domborzatmodellek egyre szélesebb körű felhasználása figyelhető meg. A legtöbb felhasználó nem kellően tájékozott a Magyarországon beszerezhető domborzatmodellekről, illetve ezek előállítási módszereiről, korlátairól és lehetőségeiről. Mivel munkám során sokan keresnek meg ilyenirányú kérdésekkel, éppen ezért úgy gondoltam, hogy eddigi tapasztalataimat összefoglalom, és szélesebb körben közzéteszem. A cikket nem lehet egy befejezett műnek tekinteni, egyrészt keretei között csak bizonyos, általam kiválasztott vizsgálatokat tudok bemutatni, másrészt az újabb adatforrások, adatfeldolgozási eljárások megjelenésével a már meglévő adatainkat is hatékonyabban és jobban tudjuk feldolgozni.

II. Anyag és módszer

Az összehasonlító vizsgálatot Sopron környékén végeztem el. Ennek több oka is van, egyrészt számos adattal rendelkezünk róla, másrészt viszonylag kis területen található erősen szabdaltságot, és minimális domborzattal rendelkező síkságok.

II.1. Forrásadatok

Megpróbáltam a hazánkban és hazánkról elérhető fellelhető összes fontosabb domborzatmodellt, vagy annak lehetséges forrását bevonni vizsgálataimba. A megtehetően sokszínű képet a következő táblázat próbálja áttekinthetővé tenni (1. táblázat).

1. táblázat: A felhasznált forrásadatok

Név	Rácsméret	Forrás	Magassági felbontás	Elérhetőség
DDM100	100 * 100 m	EOTR 1 : 100 000	1 m	FÖMI
DDM10	10 * 10 m	GK 1 : 50 000	1 m	MH-TÉHI
DDM5	5 * 5 m	EOTR 1 : 10 000	valós m	FÖMI
SRTM	60 * 90 m	RADAR	1 m	NASA
DTA50		GK 1 : 50 000		MH-TÉHI
EOV10		EOTR 1 : 10 000		FÖMI
LIDAR	1 * 1 m	LIDAR	1 cm	NyME, Földmérés
Fotogrammetria				NyME, Földmérés
Terepi mérések				NyME, Földmérés

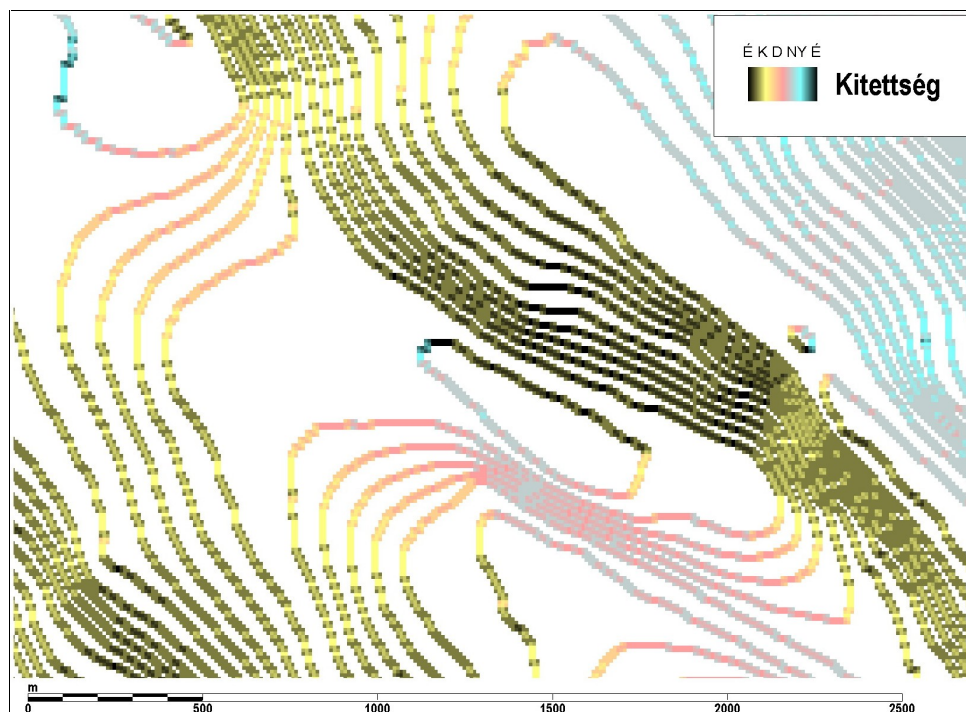
II.1.1. Felületmodellek

II.1.1.A. DDM-100

Az EOTR 1:100 000-es méretarányú digitális topográfiai alaptérképeinek adatbázisából levezetett digitális domborzatmodell 100 * 100 m-es felbontással. Adattulajdonos a FÖMI [7].

II.1.1.B. DDM-10

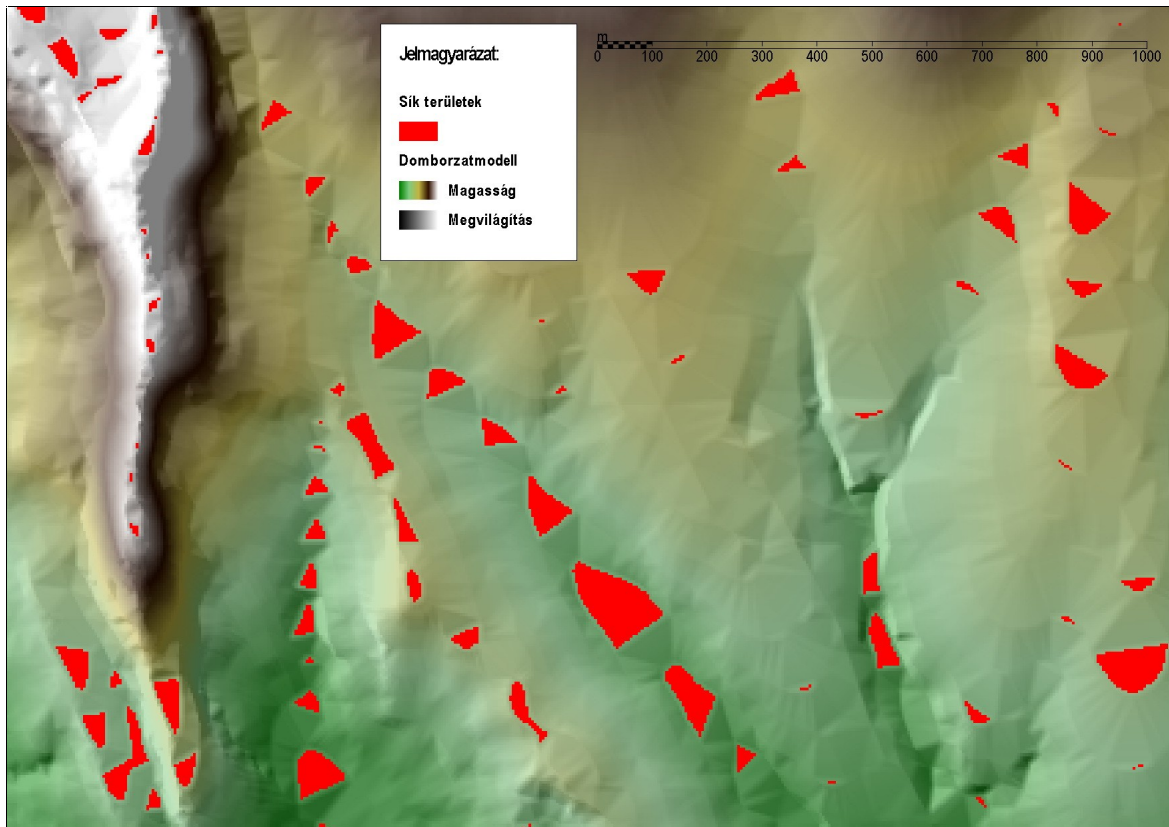
Az 1:50 000-es méretarányú Gauss-Krüger topográfiai térképek magassági ábrázolásából levezetett digitális domborzatmodell 10 * 10 m-es (eredetileg 50 * 50 m-es) felbontással. A magassági értékeket egész számokkal ábrázolja, amely ilyen cellaméret mellett már problémákat okozhat (1. ábra). Adattulajdonos a MH-TÉHI [8].



1. ábra: A DDM-10 „teraszai”

II.1.1.C. DDM-5

Az EOTR 1:10 000-es méretarányú topográfiai térképek magassági ábrázolásából levezetett digitális domborzatmodell 5 * 5 m-es felbontással. A magassági értékeket valós számok ábrázolják. Egyes területeken a domborzatmodell fotogrammetriai úton javították (utak, töltések, stb.). Igen sajnálatos, hogy ez a nagyon jó felbontású modell a szabálytalan háromszögháló (TIN) háromszögein belül lineáris interpolációval készült, így a modell bizonyos feladatokhoz (pl. hidrológiai modellezés) csak korlátozottan használható (2. ábra). Adattulajdonos a FÖMI [7].



2. ábra: A DDM-5 „teraszai” a völgyek és gerincek mentén

II.1.1.D. SRTM *Shuttle Radar Topography Mission*

Az űrrepülőgépről radar segítségével 2000-ben elvégzett topográfiai felmérés, amely Földünk jelentős részét lefedte, az utóbbi évek egyik legjelentősebb, nemzetközi összefogással megvalósult programja volt. A 11 napos misszió alatt az amerikai űrrepülő fedélzetére két különböző frekvencián működő SAR (Synthetic Aperture Radar) –t helyeztek el (3. ábra). Az űrrepülőn hátán lévő nyitott dokkoló-részen található 12 m-es antenna bocsátja ki a rádióhullámokat, és a Föld felszínéről visszaverődő jeleket ez a belső, valamint a 60 m-es rúd végén lévő külső antenna is veszi, mintegy sztereóban rögzítve az adatokat. Ezen adatokat a radar interferometria segítségével kiértékelve lehetséges a felszín domborzatának mérése.

A NASA által kifejlesztett C-sávon működő (5,6 cm-es hullámhossz) radar 225 km-es sávban, kb. 10 m-es magassági pontossággal készített domborzatmodell a 60. szélességi fokok között. Az olasz és német űrugynökség (ASI, DLR) által kifejlesztett X-sávon működő (3,1 cm) radar nagyobb pontossággal, ugyanakkor keskenyebb sávban (50 km) térképezett [1].



3. ábra: Az űrrepülőgép és az antennák, amelyek távolsága ~60 m. Forrás: DLR

Az összehasonlításokban én a C-sávú adatokat használtam fel, amelyek az interneten 3"-es felbontású felületmodellként (hazánkban ez körülbelül 90 m-es K-NY-i és 60 m-es É-D-i cellaméretnek felel meg), 1*1°-os szelvényekben érhetőek el [5]. Ebben a modellben a magasságokat a WGS-84 Földi Gravitációs Modellhez (Earth Gravity Model – EGM) viszonyított 16 bites egész méterenként tárolják, ami mind a vízszintes felbontás, mind a magassági pontosság tekintetében megfelelő.

II.1.2. Fotogrammetria

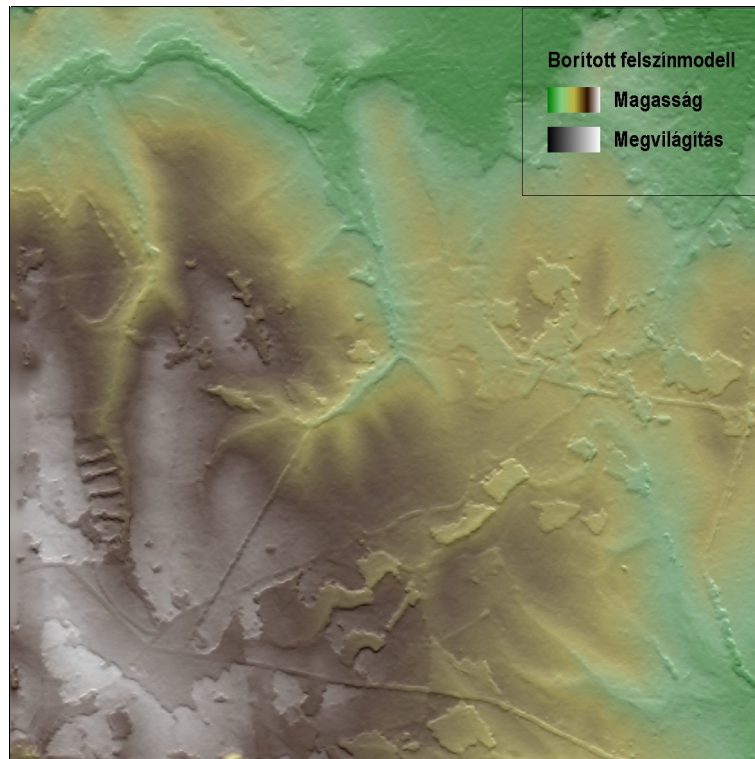
A fotogrammetriai módszerek segítségével sztereó-átfedéssel készült légifénykép-párokból tudunk felületmodellt előállítani. Ez lehetséges a képpárok alapján történő térbeli mérések segítségével, vagy automatikus felületmodell meghatározással. Főként ez utóbbinál számolni kell azzal, hogy az elkészült modell a borított felszín modellje lesz, amelyből a körülmények függvényében – repülés időpontja, látószög, stb. – lehetséges bizonyos szűrési eljárásokkal a terepmodellt előállítani.

Napjainkban a hagyományos fotogrammetriai mérések mellett egyre gyakrabban alkalmazzák a légi lézeres letapogatást (Laser-scanning vagy LIDAR). Ennek során a repülőgépen elhelyezett érzékelő nagy frekvenciával impulzusokat bocsát ki a felszín felé, és méri a visszaverődéseket – a legtöbb érzékelő minimum 2 visszaverődést tud rögzíteni – eltelt időt. Ebből meghatározza a távolságot, és a repülő pályájának ismeretében (GPS és INS) a felszín modellje előállítható. Ennél az eljárásnál is a borított felszín modelljét kapjuk meg, amelyből a terepmodellt szűrésekkel lehet előállítani.

II.1.2.A. Légifényképek

Vizsgálataim során 1 : 20 000-es méretarányú, 2002-es infraszínes felvételeket használtam, amelyet az Állami Erdészeti Szolgálat (ÁESZ) készíttetett a Telecopter céggel. A légifényképek feldolgozása elsősorban a DigiTerra Map program tömbkiegénylítő moduljával készült, amely során automatikus borított felszín modellt állítottam elő (4. ábra). Az ilyen modellek előállításánál a cellaméretet egészen a fénykép felbontásáig lehet csökkenteni, ami esetben 40 cm volt, a magassági pontossága ezeknek a modelleknek a vízszintes pontosság duplája, ez esetben ~ 50 cm. Mivel a mintaterület jellemzően erdős terület, ezért nem szűr-

tem ki a modellből a terepmodellt, mert nem lett volna elegendő tényleges magassági adat a modellben.



4. ábra: Légifényképből automatikusan előállított borított felszínmodell

A modellen jól láthatók az utak és a nyiladékok, valamint az egyes erdőfelújítások területe. Az ilyen borított felszín modelleket bizonyos feladatokra – mint például hidrológiai modellek – nem használhatjuk, ugyanakkor vannak olyan DDM alkalmazások is, amelyeknél ezek a modellek jobban használhatók. Ilyen az ortofotó-készítés, ahol ezen modellek alkalmazásával valódi ortofotót tudunk előállítani, vagy a különböző 3D-s megjelenítések és láthatósági vizsgálatok.

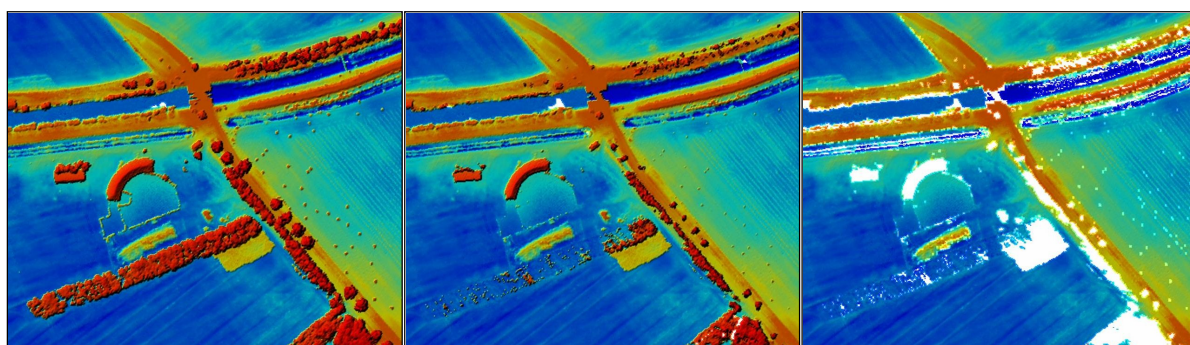
II.1.2.B. LIDAR *Light Detection And Ranging*

Az összehasonlításban szereplő adatok az első magyarországi légi lézeres adatgyűjtésből származnak. Ez a munka a Magyarország-Ausztria Phare CBC Program Kisprojekt Alap 2001 által támogatott „Digitális geoadatállomány előállítása lézerszkennerekkel” című projekt keretében valósult meg [4]. A projektet a NyME, Földmérési és Távérzékelési Tanszéke koordinálta, magát a lézeres adatgyűjtést a német TopoSys cég végezte el. A repülőn a cég saját, „Falcon II” típusú érzékelője volt. Az érzékelő fontosabb paramétereit [6] az alábbi táblázat tartalmazza (2. táblázat).

A körülbelül 17 km²-es mintaterületen több mint 100 millió pontot rögzítettek, amely 6 pont/m²-es pontsűrűségnek felel meg. Bár a feldolgozatlan (raw) adatokat is megkaptuk, az összehasonlításban a TopoSys által készített 1 * 1 m-es cellaméretű modelleket (5. ábra) – az első és az utolsó visszaverődésből készített felszínmodelleket, valamint a terepmodellt – használtam fel.

2. táblázat: A FALCON II fontosabb paraméterei

Hatótáv	1600 m
Távolságmérés felbontása	1.95 cm
páasztaszélesség	14.3°
Letapogatás frekvenciája	653 Hz
Lézer frekvenciája	83 000 Hz
Effektív mérési sebesség	83 000 /s
Lézer hullámhossza	1560 nm
Biztonsági távolság	0.5 m
Adatrögzítés	First Echo
	Last Echo
	Intensity



5. ábra: A lézeres felszín- valamint terepmodellek. Első visszaverődés; utolsó visszaverődés, terepmodell

Látható, hogy a terepmodell a szűrésnek köszönhetően hiányos, a fehér területeken nem ismerjük a terep magasságát. A problémára megoldására többféle ún. foltozó algoritmus ismeretes. Esetünkben azonban, egyes részeken olyan nagy területről nem volt terepmagasságunk (pl. a nádas, kukorica), hogy a foltozás sem adott megfelelő eredményt. Ezt a repülési idő jobb megválasztásával lehet javítani, ami esetünkben – rajtunk kívülálló okok miatt – augusztus végére esett, ugyanakkor általában késő őszi, esetleg kora tavaszi repülést szoktak alkalmazni.

II.1.3. Digitális térképek

A legtöbb, hazánkban forgalomban lévő digitális domborzatmodellt valamilyen digitális topográfiai térképből állították elő. Gyakran azonban a felhasználási célnak megfelelőbb modellt tudunk mi magunk előállítani a digitális térképek magassági adataiból.

II.1.3.A. DTA-50

Az 1:50 000-es méretarányú Gauss-Krüger topográfiai térképek digitális változatának (Digitális Topográfiai Alaptérkép) magassági ábrázolásából – szintvonalak és magassági pontok – előállított domborzatmodellek. A DTA-50 adattulajdonosa a MH-TÉHI. A vektoros állományokból többféle módszerrel készíthetünk modellt. Azonban a DTA-50 v1 [8] a szintvonalak és magassági pontok magassági adatait közvetlenül nem, csak másik rétegben, feliratként tartalmazza. A szintvonalak magasságainak meghatározására én a következő módszert alkalmaztam. A szín alapján elkülöníthetők a főszintvonalak. Ezek között találunk olyanokat, amelyeknek a magassága meg van adva, csak másik fedvényben. Így a kettő között térbeli csatolás segítségével néhány főszintvonal magassága megkapható. Több szoftver is kínál olyan lehetőséget, hogy a szintvonalaknak nem egyesével kell megadni a magasságát,

hanem csoportosan egy teljes lejtő mentén a megfelelő szintközzel számos vonalat „beemelhetünk”. Én a DigiTerra cég Map programját használtam erre a célra. A magassági pontok esetében szintén a térbeli csatolás segítségével tudtam a pontokhoz a magasságot hozzárendelni.

II.1.3.B. EOVI-10

Az EOVI 1:10 000-es méretarányú topográfiai térképek magassági ábrázolásából előállított digitális domborzatmodellek. Adattulajdonos a FÖMI [7]. A szkennelt és vetületbe transzformált raszteres állományokból félautomatikus és manuális vektorizálással készült el a szintvonalak és a magassági pontok fedvénye. Egy kisebb mintaterületen a fent említett fedvényeken túl a törésvonalak, valamint fontosabb völgy- és gerincvonalak 3D-s állományát is létrehoztam. Bizonyos területeken a megfelelő törésvonalak nélküli, és az azokat tartalmazó DDM között jelentős eltérés van, de a törésvonalak 3D-s szerkesztése meglehetősen nagy szakértelmet és sok időt igénylő feladat, így csak ott érdemes foglalkozni vele, ahol a terepadottságok és a méretarány ezt megkövetelik.

II.1.4. Terepi mérések

A mintaterületről számos terepi mérési adattal rendelkezünk. Ezek egyik része különböző pontmérésekből származik – pl. illesztőpont mérések ortofotóhoz [2] – másik része hallgatói terepi gyakorlatokból.

A lézeres felméréshez részletes referencia adatok álltak a rendelkezésünkre [1]. A lézeres felvételezés magassági pontosságának ellenőrzését a következő táblázat tartalmazza (3. táblázat).

3. táblázat: A LIDAR adatok magasságának ellenőrzése

Terepi mérések			LIDAR				Eltérés
ID	Magasság	Terület	Min	Max	Átlag	Szórás	
	mBf	m ²	m	m	m	m	m
1	117.29	49	117.21	117.53	117.327	0.084	0.037
3	116.48	25	116.47	116.59	116.530	0.026	0.050
4	116.97	25	116.92	116.98	116.952	0.016	-0.018
7	115.16	132	115.09	115.44	115.238	0.054	0.078
8	116.19	26	116.12	116.24	116.177	0.031	-0.013
9	115.54	30	115.48	115.61	115.556	0.028	0.016
10	114.96	42	114.97	115.07	115.020	0.028	0.060
11	115.77	24	115.77	115.85	115.810	0.019	0.040

II.2. DDM-ek összehasonlítása

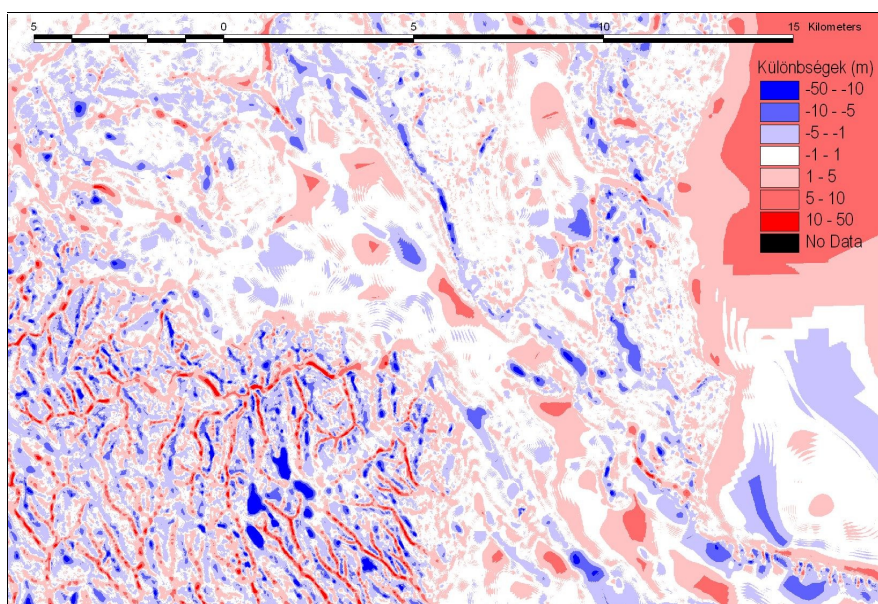
A domborzatmodellek (DDM) összehasonlítására számos lehetőség kínálkozik. Lényegében az összes módszer visszavezethető a legegyszerűbbre, amikor egy adott ponthoz megvizsgáljuk a különböző modellek szerinti magassági értéket. Az összehasonlításokat dimenzió szerint a következőképpen csoportosíthatjuk:

- 0D – Pontok összehasonlítása
- 1D – metszetek összehasonlítása
- 2D – szintvonalak és ezek által határolt területek összehasonlítása
- 3D – különbség-felületek vizsgálata

Minél magasabb dimenziójú összehasonlítást végzünk, annál átfogóbb, de ugyanakkor nehezebben értelmezhető eredményt kapunk. Alacsonyabb dimenziójú összehasonlításoknál a modelleknek csak parányi részeit hasonlítjuk egymáshoz, azonban az eredmény sokkal könnyebben értelmezhető. A magasabb dimenziójú összehasonlítások is visszavezethetők a pontok összehasonlítására, gondoljunk pl. két metszetsvonal minimum vagy maximum pontjának eltérésére, vagy a különbség felület egy adott pontjának értékére. Ugyanakkor amint alacsonyabb dimenzióba tesszük az összehasonlítást, akkor elveszítjük az elhelyezkedésből adódó többletinformációt. Gondoljunk pl. két azonos, de vízszintes értelemben eltolott modellre. A pontonkénti összehasonlítás kimutatja az eltérést, de semmi többet. A metszetek összehasonlítása csak akkor mutatja meg az eltolás mértékét (és egyáltalán az eltolás tényét), amennyiben a metszet iránya közelítőleg megegyezik az eltolás irányával. A szintvonalak összehasonlítása egyértelműen megmutatja az eltolás irányát és mértékét is. Az eltolott modellek különbségfelülete egy differenciális felületet képez, amely szintén megmutatja az eltérés irányát és nagyságát, bár értelmezése már nehezebb feladat. Jelen cikkben a fent említett összehasonlításokra mutatok példát.

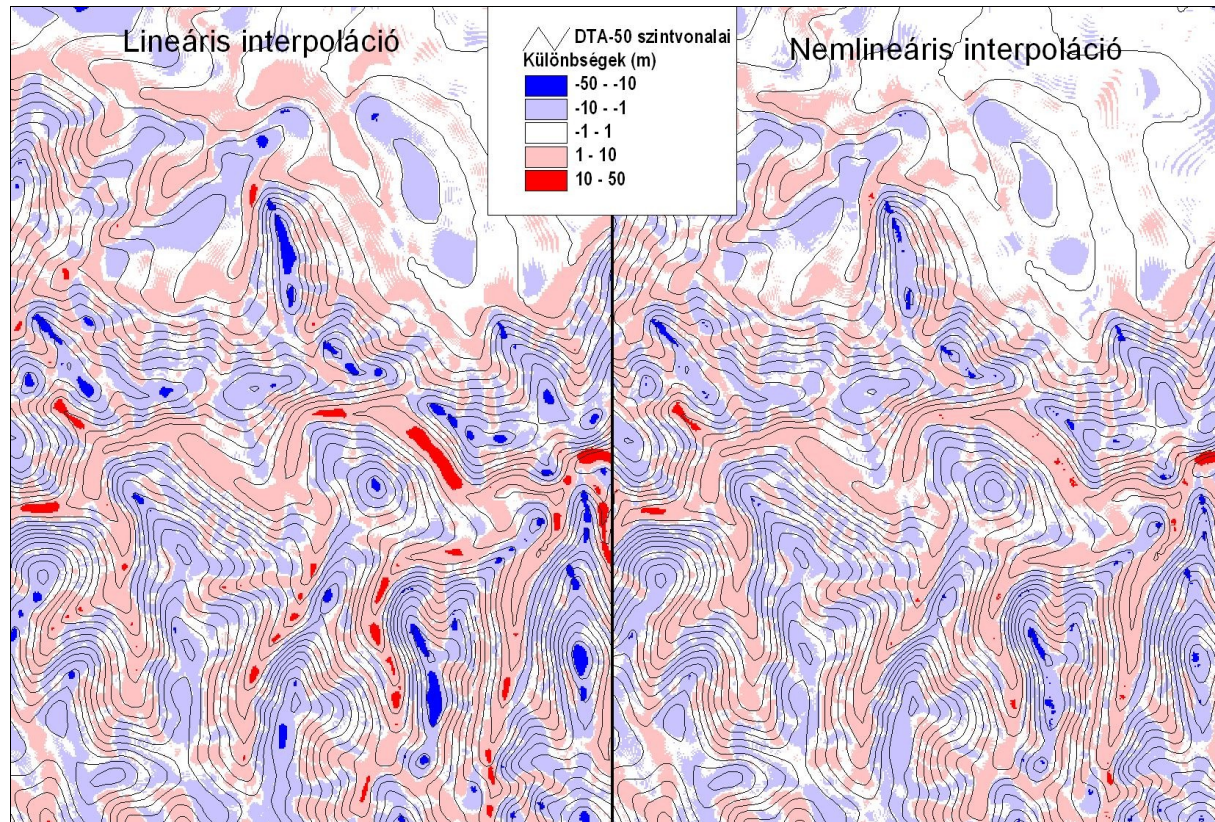
II.2.1. DTA-50 és DDM-10

Ennek a két modellnek az összehasonlítására annak ellenére van szükség, hogy a két modell forrása megegyezik. Amennyiben a DDM-10-et olyan feladatokra akarjuk felhasználni, ahol a levezetett modellekkel is számolni kell, akkor szembekerülünk a „teraszok” problémájával (1. ábra). Ezt a modell simításával próbálhatjuk javítani, de jó modellt így is nehéz előállítani. Egyszerűbb az eredeti adatokból – a DTA-50 szintvonalalaiból – elkészíteni a megfelelő felbontású modellt. Fontos azonban, hogy a DTA-50 szintvonalalaiból milyen interpolációval állítjuk elő a modellt. Amennyiben szabálytalan háromszöghálót (TIN) alkalmazunk, és a háromszögeken belül lineárisan interpolálunk, akkor a 2 modell között jelentős különbségek vannak (6. ábra). Az ábrából jól látható, hogy a legnagyobb eltérések a völgyek és a gerincek mentén találhatók. Külön említést érdemel még az ábra ÉK-i része, ahol szintén jelentős az eltérés. Ezen a területen található a Fertő-tó, és a tó magyar területén, ahol „mélységi” vonalak találhatók – tehát a modell tulajdonképpen a tófenéket adja meg – kicsik az eltérések, ugyanakkor az osztrák részen magassági forrás nélkül a különböző interpolációs módszerek különbözőképpen extrapoláltak, így az eltérések is jelentősek.



6. ábra: A DTA-50 és a DDM-10 modellek különbsége.

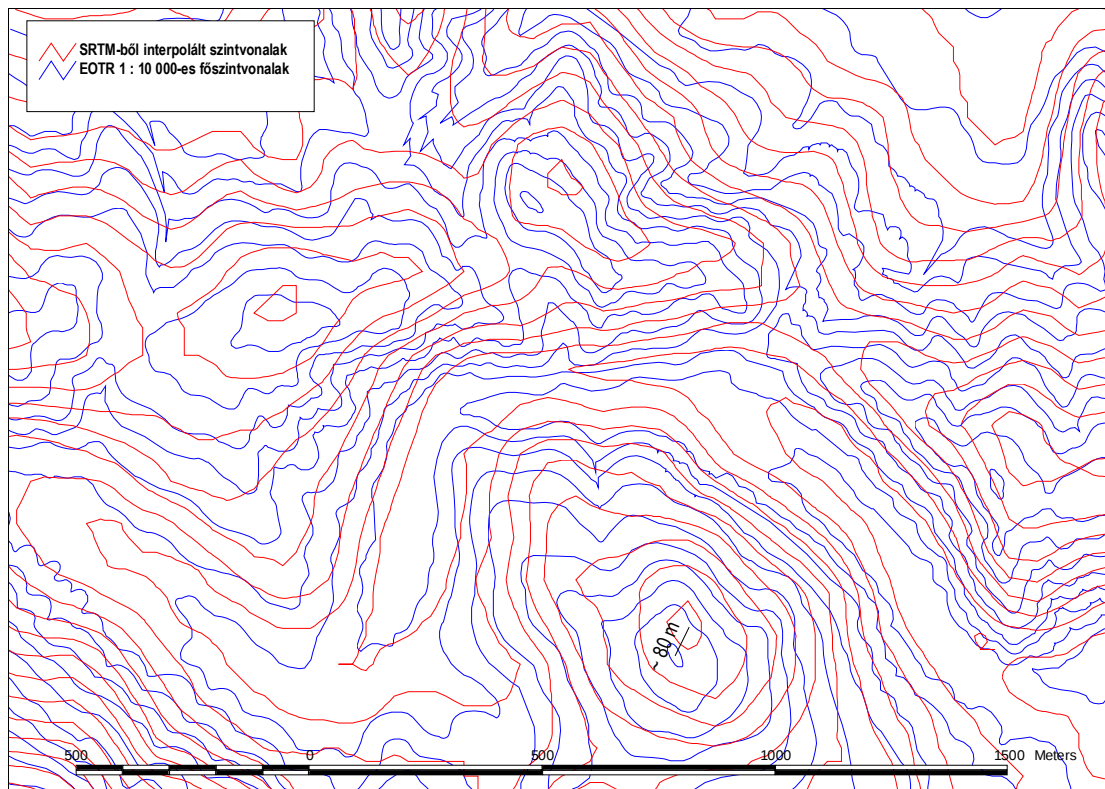
Amennyiben a háromszögeket nem síkháromszögekkel, hanem pl. Bézier-háromszögekkel – ami egy három-paraméteres, harmadfokú polinom – modellezzük, akkor sokkal jobb modellt kapunk (7. ábra). Az ábrából látható, hogy bár a 10 m-nél nagyobb eltérésű területek jelentősen csökkentek, egyes területeken – különösen a szűk völgyek és éles gerincek mentén – még így is nagy az eltérés. A gerinc- és völgyvonalak alkalmazásával tovább csökkenthetők ezek az eltérések, amelyekből látható, hogy a DDM-10 interpolációja annakidején nagyon jó módszerrel készült.



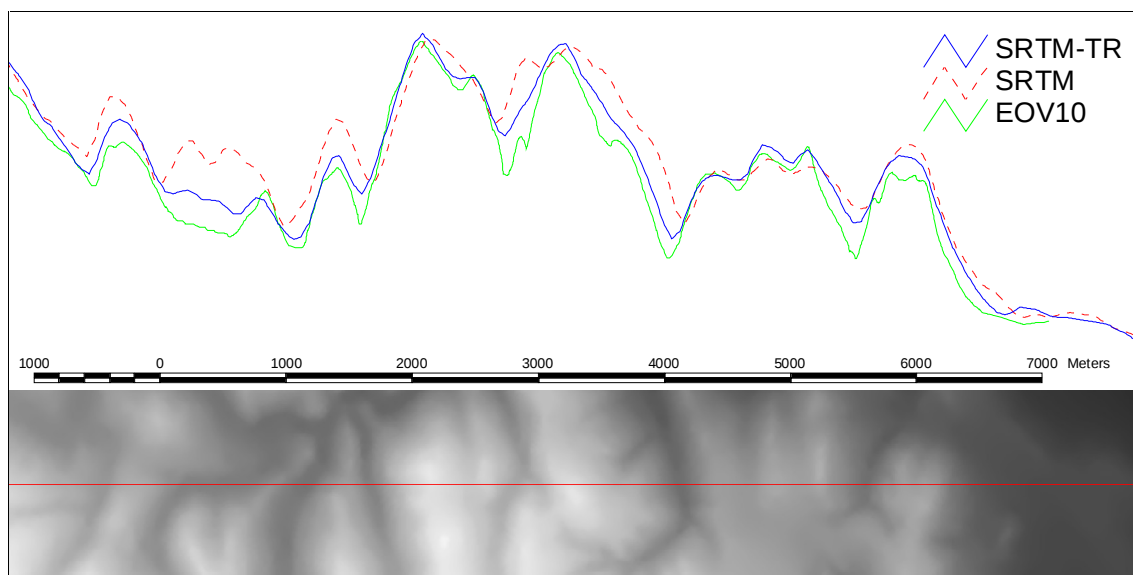
7. ábra: DTA-50 interpolációk összehasonlítása

II.2.2. SRTM – EOVS-10

Az SRTM adatbázis WGS-84 ellipszoidi földrajzi koordinátarendszerben, 1 másodperces felbontással tölthető le [5]. Ahhoz, hogy a modellt a vizsgálatokban fel tudjam használni Egységes Országos Vetületbe (EOV) kellett transzformálni. Ezt 5-öd fokú polinomos módszerrel végeztem el. Az így kapott modellt a referenciaként alkalmazott EOVS-10 modellhez hasonlítva feltűnt, hogy az SRTM modell vízszintes értelemben elcsúszott. Ez a szintvonalak összehasonlításából a legszembetűnőbb (8. ábra). Az újabb transzformáció – amely egy egyszerű eltolás volt – eredményessége a metszetek összehasonlításán is jól látható (9. ábra).



8. ábra: Szintvonalak összehasonlítása. SRTM – EOV-10. Szintvonalköz 10 m.

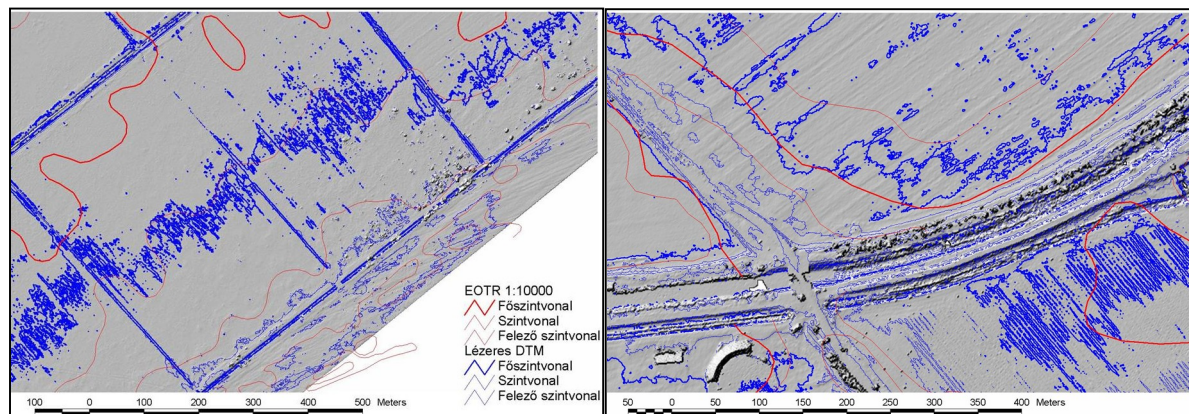


9. ábra: Metszetek összehasonlítása. Magassági torzítás: 10.

II.2.3. LIDAR – EOV-10

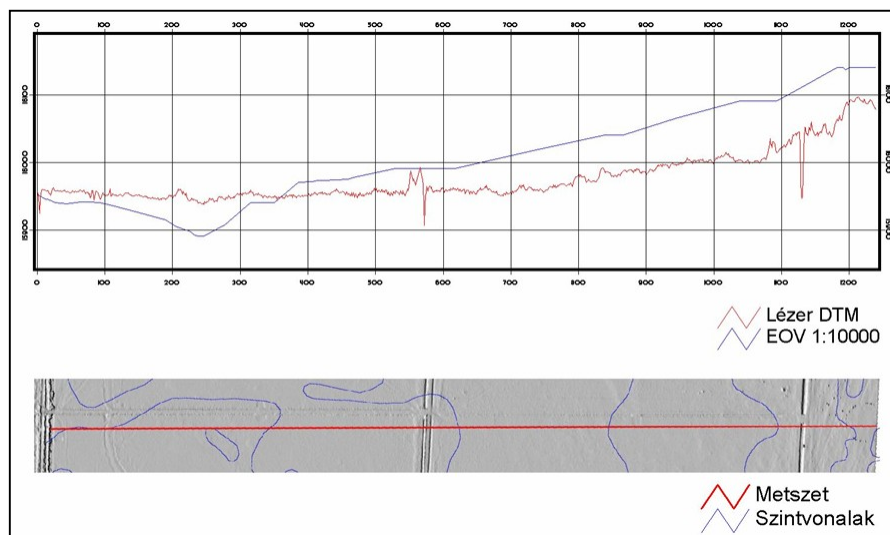
A lézeres adatgyűjtés pontossága jóval meghaladja az 1 : 10 000-es topográfiai térképekét, mégis kíváncsi voltam arra, hogy az összehasonlítás során milyen következtetésekre juthatunk. Az összehasonlítás során ebben az esetben az 1 és 2D-s összehasonlításokat – a metszeteket és a szintvonalakat – használtam. Bár a lézeres modell esetében a szintvonalrajz (0,5 m-es szintközzel) adatmennyiség tekintetében jelentősen meghaladta a raszteres modell méretét, ugyanakkor az EOV-10 esetében a terület jellegéből fakadóan olyan ritkán találhatók magas-

sági adatok, hogy bármiféle interpoláció komoly hibákat eredményezhetett volna. A mintaterület két különböző részén a szintvonalak összehasonlítása látható a következő ábrán (10. ábra)



10. ábra: A LIDAR és az EOVR-10 szintvonalak összehasonlítása. D-i és középső rész.

Látható, hogy a D-i részen (bal oldali ábra) a 115 m-es LIDAR főszintvonal megegyezik az EOVR-10 115,5 m-es szintvonalával, a következő szintvonalpár (115,5 és 116 m) esetében bár van eltérés, de a jellege hasonló. A mintaterület középső részén a szintvonalrajzok megegyeznek, ugyanakkor szembeűnő, hogy milyen értelmetlen a barázdák köré szintvonalakat rajzolni. A terület egy jellegzetes metszetének az összehasonlítása látható a következő ábrán (11. ábra).



11. ábra: LIDAR és EOVR-10 metszetek összehasonlítása. Magassági torzítás: 100.

Az ábrából jól látható, hogy a magassági eltérés a két modell között mindenütt 1 m-en belül van, ami az F.7. szabályzatnak [4] megfelelő határértékeken belül marad.

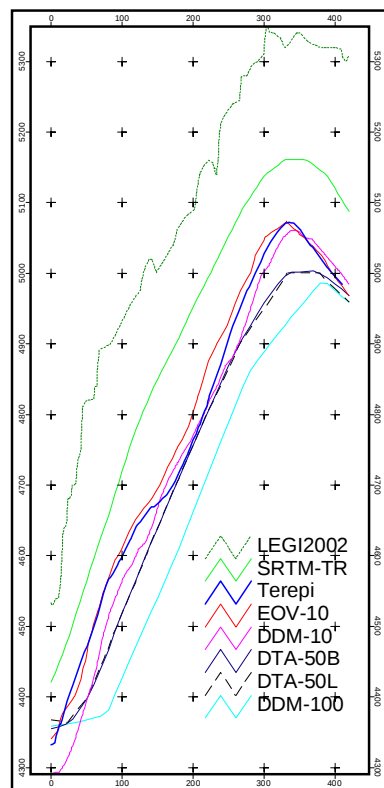
III. Következtetések

Mint az összehasonlítások elején már említettem, minél alacsonyabb szintű összehasonlítást végzünk az egyes felületmodellek között, az eredmények értelmezése annál könnyebb. Éppen ezért az összes modell egymáshoz hasonlításához terepi mérésekből származó pontokat használtam. Ezen terepi mérések pontossága 10 cm-en belül van. A következő táblázat tartalmazza a pontok egyes modellek szerinti eltéréseinek statisztikáit (4. táblázat).

4. táblázat: A DDM-ek összehasonlítása

	DDM100	SRTM	DTA50L	DTA50B	DDM10	EOV10	LEGI2002
Min	-17.642	-6.802	-16.700	-12.181	-3.578	-2.337	-1.343
Max	12.942	19.935	8.820	6.957	2.971	3.258	15.887
Átlag	-2.394	4.987	-1.433	-1.243	-0.399	0.316	5.424
Szórás	9.625	7.179	7.423	5.902	2.055	1.498	4.581

Megjegyzések a táblázathoz: az SRTM és a LEGI2000 modell borított felszín modellek. Az SRTM modellben a magasságok a WGS-84 alapú EGM-hez vannak viszonyítva.



12. ábra: Metszetek összehasonlítása. Magassági torzítás: 10

A teljes terület egy kis részére rendelkeztem részletes terepi felméréssel, ahol az egyes modellekből számított metszeteket hasonlítottam össze (12. ábra).

Mind a táblázat, mind az ábra azt mutatja, hogy a legpontosabb modell az:

III.1. EOV-10 / DDM-5

Ez a modell kiválóan alkalmas regionális és lokális domborzatmodellezési feladatokra, ez az országos szinten elérhető legjobb modell. Meglehetősen drága volta miatt számos térinformatikával foglalkozó szakembert az önálló vektorizálásra serkentett. Az árban azonos DDM-5 modell, amelynek hazánkban a DDM-ek csúcsát kellene képviselnie, sajnos a nem megfelelő interpoláció következtében számos feladatra alkalmatlan. Bár a modellt fotogrammetriai úton javítgatják, eddigi tapasztalataim alapján érdemesebb az 1 : 10 000-es szintvonalrajzot megvásárolni, és abból előállítani a modellt. Ha még pontosabb modellre van szükségünk, akkor szükséges lehet a térképen ábrázolt, de a digitális állományban nem szereplő vetőket és törés-vonalakat beszerkeszteni 3 dimenzióban, ami meglehetősen nagy szakértelmet és időt igénylő munka.

III.2. DDM-10

A DDM-10 modell kiválóan alkalmazható regionális és lokális feladatokhoz is. A modell legnagyobb – de sajnos jelentős – hibája az egész szám ábrázolásból adódó lépcsők. Éppen ezért hidrológiai modellezéshez nem alkalmazható. Megfelelő azonban közepes pontossági igényű ortofotó készítéshez.

III.3. DTA-50

A DTA-50-ből származó magassági adatokat országos és regionális feladatokra lehet használni. A vektoros adatok magassággal történő ellátása a teljes feldolgozási folyamathoz viszonyítva nem jelentős. Fontos azonban a megfelelő interpoláció kiválasztása. Azokra a feladatokra, amelyekre a DDM-10 nem használható, mindenképpen egy megfelelő alternatívát jelent.

III.4. DDM-100

Ez a modell az országos feladatokhoz nagyon jól alkalmazható, a pontossága a felbontásához képest megfelelő. Még regionális feladatokhoz is felhasználható.

III.5. SRTM

Ez az adatbázis az országos szintű feladatokhoz jól alkalmazható. Nagy előnye, hogy nemzetközileg ismert, így internacionális vagy közel globális feladatokhoz is alkalmazható. Regionális vagy lokális feladatok esetében célszerű a vízszintes transzformálásnál helyi illesztőpontokat alkalmazni. Amennyiben fontosak az abszolút magasságok, akkor az EGM feletti értékeket is át kell transzformálni Balti feletti értékekre.

III.6. Légifényképek

A légifényképek kiértékelésével nyerhető felszínmodellek egyre nagyobb tért hódítanak. Bár a növekvő terep modelljének előállítása elég problematikus, a borított felszín modell előállítása megfelelő szoftver segítségével – ami általában drága – gyorsan, skálázható felbontásban megvalósítható. Mindenképpen javasolt az alkalmazása ortofotók – különösen archív felvételek – előállításához, valamint történeti modellek készítéséhez.

III.7. LIDAR

Bár a LIDAR adatok a teljes összehasonlításban nem szerepeltek, a korábbi, EO-10-el való összehasonlítás megmutatta, hogy ez a technika pontosság tekintetében messze meghaladja az eddig elérhető modellek pontosságát. A módszer hazánkban még újnak mondható, éppen ezért nagyon drága, de számos olyan lehetőséget rejt magában, amiről eddig csak álmodoztunk. Ilyen például az erdőállományok felvétele, ahol a több visszaverődésből fakadóan akár több lombkoronaszint és cserjeszint is elkülöníthető, vagy a tájtörténeti alkalmazások, ahol a LIDAR segítségével történeti tájhasználati módokra bukkanhatunk.

IV. Hivatkozások

1. Bácsatyai L. – Bányai L. – Kovács Gyula (2005): Geodéziai referenciaadatok szolgáltatása légi lézerszkenner felvételek feldolgozásához. Geomatikai Közlemények VIII. MTA GGKI, Sopron, 2005. Megjelenés alatt.
2. Bánky József (1987): Ortofotók hasznosítása gazdálkodási, erdészeti céltérképek készítésében. Doktori értekezés, Sopron.
3. DLR Press- and Public Relation: X-SAR/SRTM – Focusing on Earth. Data for a 3D World Map.
4. F.7. Szabályzat (1983). MÉM Országos Földügyi és Térképészeti Hivatal, Földmérési és Térképészeti Főosztály. Budapest, 1983.
5. <ftp://e0mss21u.ecs.nasa.gov/srtm/>
6. TopoSys GmbH (2004): FALCON, LIDAR Sensor System. Biberach <http://www.toposys.com>.
7. <http://fish.fomi.hu>
8. <http://www.topomap.hu>
9. Márkus István – Király Géza (2005): Digitális domborzatmodell előállítása légi lézerszkenner felvételekből tájökológiai és természetvédelmi kutatások céljára. In Geomatikai Közlemények VIII. MTA GGKI, Sopron, 2005. Megjelenés alatt.