



A Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) során nyert adatbázis pontosságának vizsgálata hazai mintaterületeken



Dr. Szabó Gergely – Dr. Szabó Szilárd
Debreceni Egyetem

Bevezetés, célkitűzés

Napjainkban egyre szélesedik az ingyenesen hozzáférhető adatbázisok köre, melyek könnyű használhatóságuk és nagy – akár globális – területi átfogásuk miatt igen népszerűek mind a szakmai mind pedig az érdeklődő közvélemény számára. Ilyen például a régebbi űrfelvételek ingyenes letöltését biztosító amerikai Global Land Cover Facility (*Internetes hiv-1, 2009*), a földfelszín topográfiai viszonyait tartalmazó adatbázisok, mint a GTOPO-30, vagy az SRTM (*Timár et al., 2003*). Különleges helyet foglal el a Google Earth, amely több ilyen jellegű adatbázis ötvözeteként mutatja be a kívánt területet az érdeklődők számára.

Az ilyen jellegű adatbázisok azonban hibák és tévedések lehetőségét is magukban hordozzák. Fontos tudnunk ugyanis annak metaadatait (pl. mikor készült, milyen célra stb.), milyen pontos az adatbázis, vagy milyen elvárásaink lehetnek vele kapcsolatban. Sokszor találkozhatunk ezzel, hogy túlzott pontosságot tulajdonítanak egy adatbázisnak, vagy annak bizonyos tulajdonságait nem veszik figyelembe (pl. az SRTM-nél a felszíni objektumok magassága).

Mivel az SRTM digitális felületmodell (DFM) egyre nagyobb népszerűségnek örvend, és sok kutatásban jelenik meg mint alapadatbázis (pl. *Telbisz, 2004; Karátson, 2006; Karátson–Timár, 2006; Unger et al., 2006; Dobos et al., 2008*), felmerül a kérdés, hogy mennyire pontos, milyen hibákat tartalmaz, és használata során mire érdemes figyelni.

Vizsgálataink során arra kerestük a választ, hogy milyen eltéréseket tapasztalunk az SRTM és egy topográfiai térkép alapján készített modell között, azaz az előbbi milyen mértékben torzul a felszíni objektumok és az adatrögzítés technikája miatt. Mindezt egy hegylábi és egy alföldi minta-

területen elemeztük, arra is választ keresve, hogy van-e összefüggés az SRTM modell hibái és a domborzat között.

Az SRTM kialakítása

A múlt század második felétől egyre több igény merült fel egy globális domborzati adatbázisra. Több ilyen közül kiemelendő a GTOPO-30, melyet leginkább hagyományos térképek alapján készítettek el a földfelszín egészéről, 1×1 km-es rácshálójával (*NPA Satellite Mapping, Internetes hiv-2, 2009*). Ez azonban sok felmerülő feladathoz nem volt elegendően részletes.

2000-ben az Endeavour űrsikló STS-99 jelű küldetésén végezték a következő minőségi ugrást jelentő adatgyűjtést. Ez volt a Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) program. A mérés két berendezés segítségével történt (X-RADAR és SIR-C/X-SAR). Az űrsikló 233 km átlagos felszíni magasságban, 57 fokos inklinációjú pályán keringett, és 149 fordulat alatt gyűjtötte az adatokat. Az abszolút helymeghatározás GPS rendszerrel történt.

Az adatbázis földrajzi illesztéséhez régebbi domborzatmodelleket, több ezer illesztési pontot, valamint az út során gyűjtött GPS méréseket használták fel. Az eredeti belső felbontás kb. 30 m, de nagyon sok magassági hibával terhelt. Ezért szűrést alkalmaztak az adatbázison. Külön figyelmet kellett fordítani a vízfelületek pontos felszínmodellezésére. (Ebben még így is sok hiba maradt, amit majd csak az SRTM-2-ben korrigáltak). Azokon a területeken ahol nem sikerült értékelhető radarvisszhangot rögzíteni (pl. nagyon sima felületek, vagy radarárnyékos helyek), ott a -32768 -as értéket rendelték a pixelekhez. Az adatbázis a földfelszínnek csak kb. 80%-át fedi le, az északi féltekén a 60., a délin pedig az 56. szélességi körig terjed (*Jakob, 2001*).

Az elkészült adatbázis átlagos vízszintes pontossága Európában átlagosan 8,8 m, magassági pontossága pedig 6–8 m (*Internetes hiv-3, 2009*).

Anyag és módszer

A kutatás során több vizsgálatot végeztünk két mintaterületen. A beregi mintaterületen (Gulács és Tarpa körül) a növényzet szerepét, valamint az SRTM magassági pontatlanságait vizsgáltuk egy sík területen (*1. ábra*).

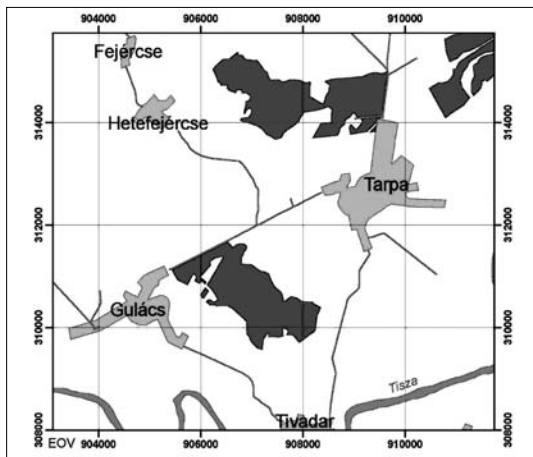
Az adatbázisok létrehozásához és a mérések elvégzéséhez IDRISI 32 R2 szoftvert használtunk. Első lépésként 1:10 000 topográfiai térképek segítségével létrehoztuk a mintaterület digitális domborzatmodelljét (a továbbiakban DDM) szabálytalan háromszögekből (TIN), majd ezt rácsmodellé (GRID) alakítottuk. A raszter-paramétereket (pixelméret) úgy állítottuk be, hogy a rács tulajdonságok megegyezzenek az SRTM jellemzőivel. Az így nyert domborzati modell magassági pontossága $\pm 0,7\text{--}1,5$ m (*Iván, 2007; Winkler, 2007*). A *2. ábrán* a bal oldali kép mutatja az így elkészített modellt, míg a jobb oldali képen az SRTM modell látható.

A következőkben vektoros poligonokat hoztunk létre légifelvételek segítségével egyrészt az erdőterületekről, másrészt pedig a felszíni kiemelkedésektől mentesnek tekinthető szántókról és rét-legelőkről, majd ezeket a poligonokat raszterizáltuk. Kivontuk egymásból a topográfiai térkép alapján készített digitális magasságmodellt és az SRTM felületmodelljét ($\Delta z = DDM_{\text{topo}} - DFM_{\text{SRTM}}$), majd az adatbázison klaszter analízist végeztünk.

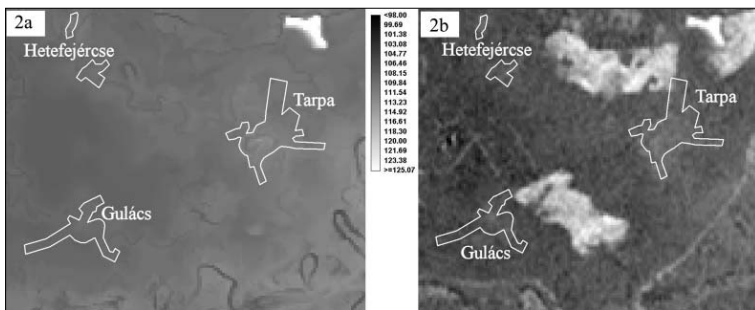
Másik mintaterületünk Egertől ÉK-re, a Bükk-alján található (*3. ábra*).

E mintaterületnél a fő cél a domborzat hatásának a tanulmányozása volt, valamint annak vizsgálata, hogy milyen pontosan georeferáltak az SRTM adatbázisát.

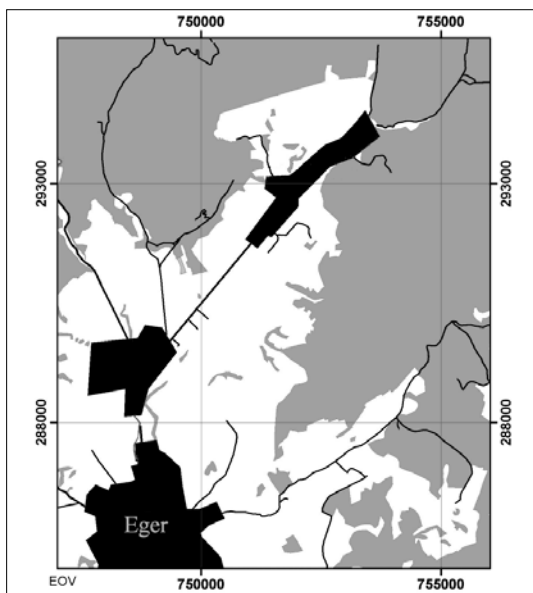
A kinyert adatokat MS EXCEL és SPSS13 szoftverek felhasználásával értékeltük ki. A két domborzatmodell különbségének adatait klaszteranalízissel csoportokba soroltuk (Ward-módszer), majd meghatároztuk az így nyert osztályok statisztikai paramétereit (kvartilisek, középérték, szórás).



1. ábra A síksági mintaterület Tarpa környékén az erdőfoltokkal



2. ábra A szintvonalak alapján készült modell (balra) és az SRTM modell (jobbra)



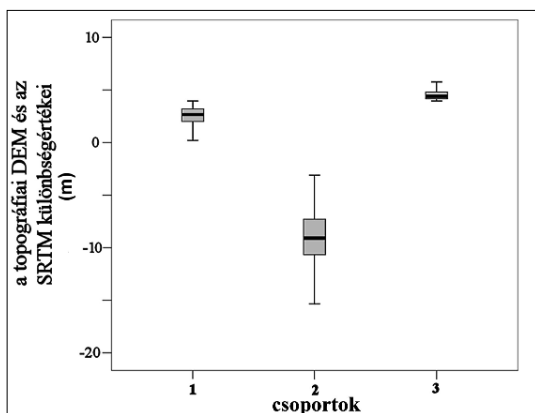
3. ábra A bükkaljai mintaterület elhelyezkedése és az erdővel fedett területek

Eredmények és megvitatásuk

A beregi mintaterületen szembeötlően kitűnnek az erdőterületek (2b ábra). Ezek átlagosan 9 méteres szintkülönbséget adnak. A 4. ábra sodrófa diagramja a klaszteranalízis három kategóriáját mutatja, melyen azt látjuk, hogy e kategóriákhoz mekkora különbségértékek tartoznak (méterben).

Az ábráról leolvasható, hogy az erdők területe statisztikailag is önálló csoportot alkot (2-es csoport), mely jól elkülönül a többtől. A 4. ábrán megfigyelve az 1. osztályt (sík területek, elhanyagolható magasságú növényzettel) látható, hogy a különbségértékek nem 0 m körül alakulnak, hanem attól kerekítve 2,5 méterrel eltérnek, azaz ennyivel alacsonyabb az SRTM modell a topográfiai alapú modellnél. A második osztály az erdők csoportja, mely átlagosan 9 m fmagasságot ad a mintaterületen. A harmadik osztály átlagosan 4,5 m-es eltérést mutat, ahol a topográfiai térkép pixelértékei magasabbak. E területek bizonytalan és vegyes besorolásúak, ide tartoznak például a nyílt vízfelületek, ahonnan a radarjel visszaverődésekor többféle hibalehetőség is fennállhat. A fenti adatok jó összhangban vannak Winkler *et al.* (2006) eredményeivel, ahol hasonló eltéréseket találtak szántóterületek vizsgálatában.

A bükkaljai mintaterületen az előzőeknél lényegesen nagyobb eltéréseket tapasztalhatunk. Ennek fő oka a változatosabb reliefben keresendő. Megvizsgáltuk, hogy van-e összefü-



4. ábra A klaszter analízis három csoportja és az azokhoz tartozó különbségértékek szóródása a beregi mintaterületen. Csoportok: 1: sík területek, kevés fás szárúval, 2: erdők, 3: bizonytalan besorolású területek

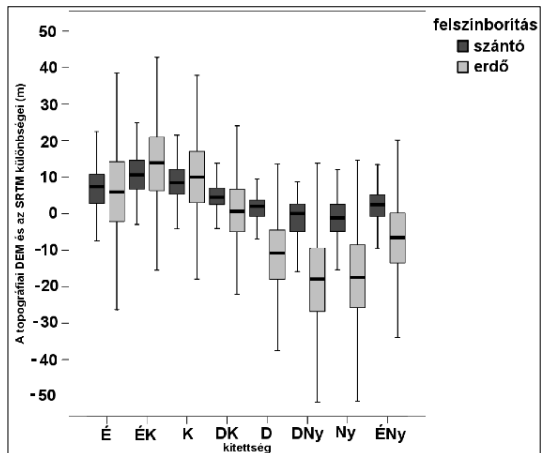
gés a hiba nagysága és a lejtők meredeksége között. A regresszió-vizsgálat eredményeként kapott determinációs együttható értéke $R^2 = 0,52$ ($p < 0,05$) lett, ami mutat ugyan kapcsolatot a két változó között, de nem túlzottan erőset. Tehát a hiba nagysága csak részben a lejtőmeredekség függvénye.

A következőkben megvizsgáltuk erdős és szántó területekre, hogy van-e kapcsolat a lejtőszög iránya szerinti kitétségek és a DDM_{topo} , valamint a DFM_{SRTM} eltérés nagysága között. Az 5. ábra boxplot (sodrófa) diagramján láthatjuk a magassági eltérések értékeit nyolc kitétségi kategória szerinti bontásban.

Láthatjuk, hogy mind a mediánok (fekete vízszintes vonalak) mind pedig az interkvartilis félterjedelmek (szürke téglalapok) egy jellegzetes „hullámzást” mutatnak a lejtőkitétségek szerint csoportosítva. Az ÉK-i kitétségű lejtőkön a kétféle modellfelület különbsége az egyik legjelentősebb, mégpedig úgy, hogy az SRTM felülete több mint 10 méterrel alacsonyabb a valóságnál. A másik nagy eltérést a DNy-i lejtőknél tapasztaljuk, főként az erdők esetében.

A szántók és rétek vizsgált magassági értékeinek mind az átlaga, mind a mediánja 2,9 méter, azaz hozzávetőlegesen ekkora értékkel alacsonyabb az SRTM adatbázisa a topográfiai térképek magasságaihoz képest a mintaterületen. A legnagyobb eltérés az ÉK-i irány esetében figyelhető meg, itt majdnem 11 méter a különbség (10,8 m).

Az erdők jóval nagyobb szórást mutatnak (16,3 m), ez az érték majdnem kétszerese az



5. ábra Az EOTR és SRTM modellek különbségértékeinek szóródása 8 kitétségi kategória alapján a bükkaljai mintaterületen

előbbinek. A mediánok átlaga kerekítve – 3,8 m (azaz ennyivel alacsonyabb átlagosan a topográfiai térkép). Az égtájankénti eltérések is jóval nagyobbak: a mediánok közül a DNy-i mutatja a legnagyobb eltérést, ami 17,9 m. Az interkvartilis félterjedelmek jóval (háromszor) szélesebbek (20,8 m), mint a szántók esetében (7,1 m). Ennek oka valószínűleg az erdők változó átlagos fmagassága.

Felmerült, hogy az 5. ábrán a mediánok hullámzását az SRTM adatbázisának hibás georeferálása is okozhatja. Ezért egy kísérlet keretében mind a négy égtáj felé elcsúsztattuk az SRTM adatbázisát és így vontuk ki azt az EOTr alapján készített modell értékeiből. Minden egyes értéknél megvizsgáltuk, hogy az adott pixel milyen kitettségi kategóriába tartozik, és ennek megfelelően a különbségértékeket a 8 égtájnak megfelelő osztályokba soroltuk.

Az eredményül kapott adatbázisokat megvizsgálva megállapítottuk, hogy annak ellenére, hogy egyes elcsúsztatott értékek esetében némileg csökkent a hiba mértéke, összességében azonban az eredeti adatbázisban lényegesen alacsonyabb hibaértékeket kaptunk.

Összegzés

Az SRTM adatbázis pontosságával kapcsolatban az alábbi megállapításokat tehetjük:

- Az SRTM adatbázisának egyes pixelei megfelelően georeferáltak a vizsgált mintaterületeken, jelentős mértékű, horizontális irányú elcsúszást nem figyeltünk meg.
- Az erdők első ránézésre is jól kivethetőek az SRTM adatbázisban és statisztikai módszerekkel is egyértelműen kimutathatók. Természetesen a legegyszerűbben a zárt, homogén lombszinttel rendelkező erdők mutathatók ki, a tisztásokkal-szántókkal, vagy bokros területekkel erősen szabdaltnak erdők esetében a korreláció alacsonyabb.
- A vizsgált mintaterületek azon részein ahol nincs erdő, az SRTM átlagosan 2,5 m (Tarpa), és 2,9 m-rel (Bükkalja) alacsonyabb, mint a topográfiai térkép alapján számított domborzatmodell. Az SRTM adatbázisának alkalmazásánál tehát ekkora hibával számolnunk kell. A fenti értékek jó összhangban vannak *Winkler et al. (2006)* eredményeivel.

- Az erdők esetében a bizonytalanság lényegesen nagyobb. Ilyenkor nemcsak a lombkoronaszint átlagos magasságával kell számolnunk, hanem a tisztások kiterjedésével és gyakoriságával is. Ezek mellett pedig utalunk arra, hogy az erdő átlagos magassága az évek múlásával változhat (főként gyorsan növekvő fajok esetében), így fontos, hogy ezt figyelembe vegyünk, ha a feladat megkívánja.
- A nagy relieffel rendelkező mintaterületen kimutatható, hogy az SRTM és a topográfiai térképezés az ÉK-K-i, és a DNy-Ny-i kitettségeknél mutatja a legnagyobb eltérést. Az erdős területeken az eltérések még jobban kihangsúlyozódnak, és összességében 30 m-es differenciát is találunk, a kitettségtől függően.

Összességében az SRTM egy könnyen hozzáférhető, ingyenes, a földfelszínt jórészt lefedő adatbázis, és sokféle célra használhatjuk, ha tisztában vagyunk annak pontosságával és korlátaival.

IRODALOM

Internetes hivatkozások

- 1.: <http://glcf.umiacs.umd.edu/data/landsat/> letöltés: 2009
- 2.: http://www.npagroup.com/catalogue/shop/gtopo30/gtopo30_readme.htm Letöltés: 2009
- 3.: http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/SRTM_paper.pdf Letöltés: 2009

Dobos E.–Bialkó G.–Michéli E. (2008): Határon átnyúló talajtani adatbázisok készítése digitális talajterképezési eszközök segítségével. Talajvédelem (különszám): 577–584.

Iván Gy. (2007): Magyarország nagyfelbontású digitális domborzatmodellje. In: Tóth T.–Tóth G.–Németh T.–Gaál Z. szerk.: Földminősítés, földértékelés és földhasználati információ. MTA TAKI, Keszthely – Budapest, pp. 193–200.

Jakob J van Zyl (2001): The Shuttle Radar Topography Mission (SRTM): a breakthrough in remote sensing of topography. *Acta Astronautica* 48 (5–12): 559–565.

Karátson D. (2006): Andezit-hegységeink földtörténete. OTKA T43644 zárójelentés. http://real.mtak.hu/1172/1/43644_ZJI.pdf

Karátson D.–Timár G. (2006): Az Eperjes-Tokaji- és a Kelemen-Görgényi-Hargita vulká-

ni vonulat összehasonlító térfogatszámítása SRTM-adatok alapján: következtetések a magmakibocsátás és a lepusztulás rátáira. VIII. Székelyföldi Geológus Találkozó, Sapientia EMTE, Csíkszereda, 56–57.

Telbisz T. (2004): Karsztmorfológiai elemzések különböző léptékű digitális domborzatmodellek alapján. II. Magyar Földrajzi Konferencia, CD-kiadvány, 10 p.

Timár G.–Telbisz T.–Székely B. (2003): Űrtechnológia a digitális domborzati modellezésben: az SRTM adatbázis. *Geodézia és Kartográfia* 55 (12): 11–15.

Unger Z.–Timár G.–Májai Cs. (2006): A Csukás-hegység az SRTM-modellel. VIII. Székelyföldi Geológus Találkozó, Sapientia EMTE, Csíkszereda, 88–89.

Winkler P. – Iván Gy. – Kay, S. – Spruyt, P. – Zielinski, R. (2006). Űrfelvételekből származtatott digitális felületmodell minőségének ellenőrzése a magyarországi nagyfelbontású digitális domborzatmodell alapján. In: *Geodézia és Kartográfia*. Vol.:LXI, pp.: 22–31.

Winkler P. (2007): Magyarország digitális ortofotó programjai és az 1:10 000 országos vektoros adatbázis. In: Tóth T.–Tóth G.–Németh T.–Gaál Z. szerk.: *Földminősítés, földértékelés és földhasználati információ*. MTA TAKI, Keszthely – Budapest, pp. 161–168.

Checking the accuracy of the database collected during a Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) in Hungarian sample areas

Szabó, G. – Szabó, Sz.

Summary

The SRTM as a global and free digital elevation model is often applied as a basic datum in many uses. Internationally we can find examples of the database precision analysis but nationally we cannot. In this work our aim was to examine the precision of the altitude data in a piedmont and a plain area. In the course of it a TIN-model made of the contour lines of a 1:10000 scale topographic map and the differences of the SRTM were compared. Summarizing the results we can say that the forests and the exposure significantly affect the difference between the two elevation models. The greatest difference (approximately 16 m) occurred in the slopes with north-eastern and south-western exposure covered by forests.

Regarding the plough lands the distinctions are maximal in the cases of the same exposures mentioned above but the difference is only approximately 10 m. The slightest difference is about 2.5 m (in the plough lands of the plain areas). It means that in the examined area the altitude data of the SRTM are 2.5 m lower than the model made of the contour lines and accepted as real.

MFTTT FELHÍVÁS

Az MFTTT vezetése megköszöni a 2009. évben felajánlott személyi jövedelemadójának 1%-át (381.000 Ft)

Ezen összegből a működésre felhasználható rész teljes összegét a főállású ügyvezető titkár egy havi munkabérének fedezésére, a cél szerinti tevékenységre felhasználható összeget pedig teljes egészében a Geodézia és Kartográfia szakfolyóirat január havi kiadásához használtuk fel.

Reméljük 2010-ben is megtisztelnék bizalmukkal!

Adószámunk: 19815675-2-41

*

Felhívjuk figyelmüket, hogy február hónaptól csak akkor tudjuk biztosítani a folyóirat folyamatos küldését, ha befizették 2010. évi tagdíjukat. A befizetéshez szükséges csekket decemberben postáztuk.

Az összeget át is utalhatják a K&H Bank 10200830-32310308 számú számlára a lakcím megjelölésével.

*

Tájékoztatjuk tagtársainkat, hogy kedden és csütörtökön 9.00–15.00 óra között a Társaság irodájában (Bp. XIV. Bosnyák tér 5. I/106.) az MFTTT-vel és Geodézia és Kartográfia szakfolyóirattal kapcsolatos ügyeiket személyesen is intézhetik. Egyéb esetekben kérjük, hogy telefonon egyeztessenek a személyes találkozárról.

MFTTT Titkárság