

## PRECIZIA MODELULUI SRTM

Z. IMECS<sup>1</sup>

**ABSTRACT.** – **The accuracy of SRTM model.** In our days the SRTM Digital Elevation Model has become a valuable database for relief analyses. Based on radar technology, which physically scans the topographic surface, it can be assumed that is more accurate than a DEM obtained from the contour lines of an analogue map. The paper tries to compare the SRTM model of a small area – about 30 km<sup>2</sup> – from the Transylvanian Plain with a DEM derived from a 1:100000 scale topographic map. First the contour lines derived from the SRTM model and the contour lines from the map are compared. Then a series of analyses are made, trying to show by numeric expression the differences between the two models. Finally some conclusions are presented.

\*

Modelul SRTM obținut prin tehnologie radar cu ajutorul navei spațiale a devenit în ultimul timp o valoroasă bază de date pentru analiza reliefului. Se pune însă întrebarea referitoare la precizia acestui model. Fiind realizat prin scanarea propriei zisă a suprafeței terestre se poate presupune că este mai precis decât un model digital de relief obținut prin prelucrarea unor hărți în format analog. Studii anterioare efectuate de autor demonstrează faptul că din cauza rezoluției modelul SRTM nu poate fi utilizat decât pentru analize corespunzătoare scării 1:100000. Din acest motiv lucrarea își propune compararea modelului SRTM cu un model digital de relief obținut prin digitizarea curbelor de nivel pentru un fragment din Câmpia Transilvaniei de pe o hartă la scara 1:100000.

### 1. PREGĂTIREA MATERIALELOR

Pentru prezentul studiu s-a ales un mic teritoriu din Câmpia Transilvaniei, de circa 30 km<sup>2</sup>, cu un relief deluros, cu altitudini cuprinse între 300 și 530 m, cu pante nu foarte accentuate și lipsit de păduri. Fragmentul ales s-a decupat din modelul SRTM cu o rezoluție de 66,87×94,61 m cu ajutorul programului Global Mapper și s-a exportat în format USGS DEM. Cu ajutorul aceluiași program s-au generat curbe de nivel cu o echidistanță de 20 m, identică cu echidistanța curbelor de nivel de pe harta utilizată pentru comparație. Aceste curbe s-au exportat în format „shapefile”.

Pentru fragmentul ales s-au digitizat toate curbele de nivel de pe foaia de hartă L-35-37 realizată în sistem UTM, ediția 1996. Pentru a se putea efectua o analiză corectă s-a avut mare grijă ca sistemul de coordonate al celor două materiale să corespundă. Astfel s-au eliminat eventualele erori ce ar fi putut rezulta din nesuprapunerea corectă a celor două fragmente. Digitizarea s-a efectuat cu programul ArcView.

Analizele se bazează pe cele două modele de relief generate în cadrul programului ArcView. Mai întâi s-a realizat câte un model TIN din ambele fișiere care conțineau curbe de nivel. Din aceste modele TIN s-au derivat modele grid cu o rezoluție de 20 m. Prin realizarea unei măști s-au obținut două fișiere grid cu aceleași caracteristici geometrice – număr de coloane și rânduri, respectiv rezoluție identică.

---

<sup>1</sup> „Babeș-Bolyai” University, Faculty of Geography, 400006 Cluj-Napoca, Romania.

## 2. ANALIZA CURBELOR DE NIVEL

Avem deci la dispoziție două fișiere vectoriale care conțin curbele de nivel: una conține curbele de nivel generate din modelul SRTM cu o echidistanță de 20 m. Cea de-a doua conține curbele de nivel digitizate de pe hartă. Dacă suprapunem cele două fișiere se poate efectua o comparație între ele (figura 1.)

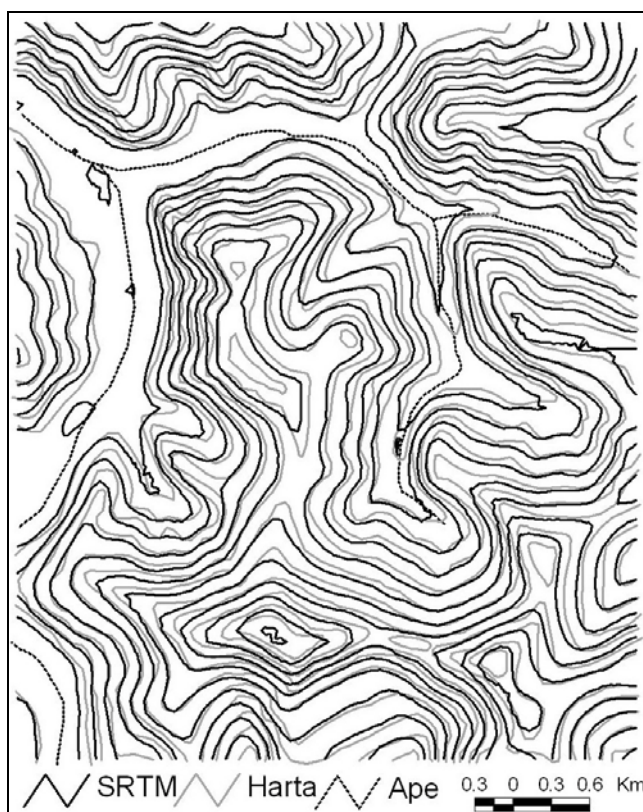


Fig. 1. Curbele de nivel generate din modelul SRTM suprapuse peste curbele de nivel digitizate de pe hartă.

Analizând cu atenție cele două seturi de curbe, la prima vedere se poate observa că aspectul general al reliefului este foarte asemănător. La o analiză mai detaliată se constată următoarele.

Curbele generate din modelul SRTM sunt mai generalizate, sunt mai arcuite, nu prezintă așa de multe inflexiuni. În zona văilor însă apare un fenomen foarte ciudat. Apar nișter curbe de nivel închise care dau un aspect de insulă în locuri în care relieful real are o înclinare foarte mică. În realitate aici se află Lacul Țaga.

Același fenomen apare și în alte locuri unde nu ar fi normal. Se observă în unele locuri o suprapunere perfectă între curbele cu aceeași valoare, dar sunt și mai multe situațiile în care există un decalaj între curbe.

Decalajul nu este uniform și nu este direcționat, deci nu se poate pune pe seama unui decalaj de coordonate. Curbele digitizate de pe hartă au mai multe puncte de inflexiune dar sunt mai corecte în zona văilor. Totodată se poate spune că în zona culmilor unde cele mai mari cote nu sunt marcate, nu există suficiente informații pentru a se crea un model corect. Culmile vor apare netede. În aceste locuri modelul SRTM conține mai multe informații.

### 3. ANALIZA GRID

Pentru a caracteriza numeric diferența dintre cele două modele s-au efectuat câteva analize în sistem GRID cu ajutorul extensiei Spatial Analyst.

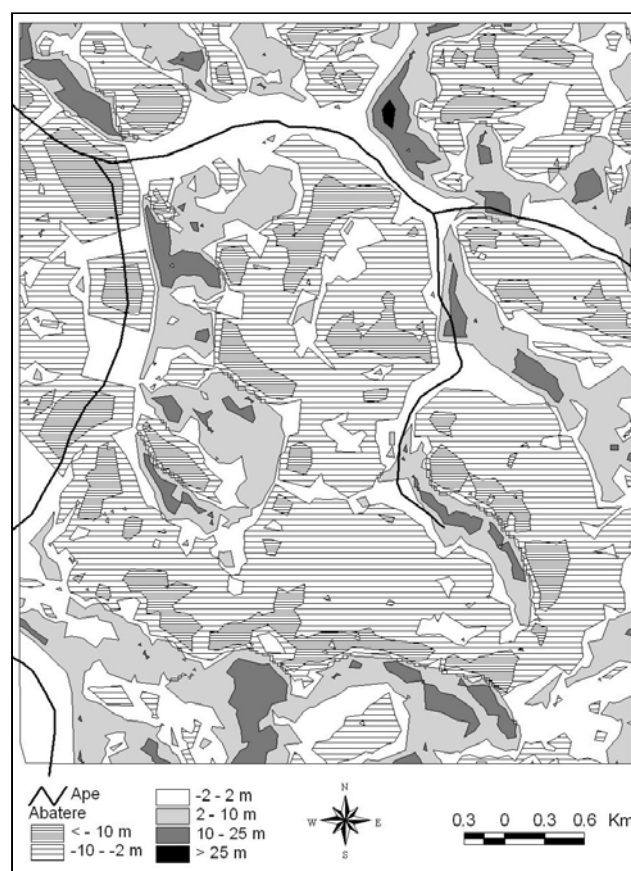


Fig. 2. Diferența dintre modelul generat din SRTM și modelul generat din curbele de nivel ale hărții

În primul rând (figura 2.) cele două modele de relief generate din cele două seturi de curbe au fost supuse unei operații aritmetice simple: din modelul generat pe baza curbelor SRTM s-a scăzut modelul generat din curbele hărții. Astfel, acolo unde valorile rezultate sunt pozitive modelul SRTM se înalță deasupra celui alt, iar valorile negative arată că suprafața generată din modelul SRTM este așezat sub nivelul suprafeței generate de pe hartă. Pentru o mai bună înțelegere a figurii s-au efectuat câteva calcule statistice prezentate în tabelul 1.

**Ponderea și abaterea medie a diferitelor categorii de abateri****Tabelul 1**

Nr.crt.	Categoria abaterii (m)	Pondere (%)	Abaterea medie (m)
1	-22,84 - -10	11,69	-13,94
2	-10 - -2	37,25	-5,75
3	-2 - 2	26,39	-0,08
4	2 - 10	19,67	5,38
5	10 - 25	4,95	13,31
6	25 - 33,30	0,05	28,63

Diferența dintre cele două suprafețe este destul de semnificativă. Abaterea medie pentru întreaga suprafață este de -2,06 m, ceea ce nu este o valoare foarte mare. Abaterea cea mai mare în sens negativ este de -22,84 m, deci cu atât se află suprafața generată din SRTM sub suprafața generată din hartă. Abaterea cea mai mare în sens pozitiv este de 33,3 m, deci cu atât este mai înalt modelul SRTM față de modelul generat din hartă. Ponderea totală a valorilor negative este de 68%, restul de 32% fiind valori pozitive.

După cum se vede din tabel, cea mai mare pondere o au suprafețele cu o abatere cuprinsă între -10 și -2 m. Cele mai mari abateri au o pondere foarte mică. Studiind cu atenție figura 2, este foarte greu să identificăm o tendință oarecare în ceea ce privește locul în care abaterile sunt mai mari. Totuși se pot distinge două situații mai vizibile.

Apar foarte clar ca erori acele regiuni din lunca râului (de fapt Lacul Țaga) unde curbele generate din modelul SRTM prezintă acele „insule” despre care s-a discutat mai înainte. Totodată se poate observa că cea mai mare parte a suprafețelor cu cele mai mici abateri (reprezentate cu alb în figura 2), corespund regiunilor de lunca.

S-a încercat identificarea unei relații între gradul abaterii și altitudinea reliefului prin realizarea unei analize statistice asupra celor două modele de relief pentru arealele cu diferite categorii de abatere. Cu excepția suprafeței foarte mici ocupate de cele mai mari abateri pozitive (0,05%) toate celelalte areale au altitudinea medie cuprinsă între 358 și 376 m pentru modelul generat din SRTM, respectiv 358 și 389 m pentru modelul generat pe baza hărții.

Căutarea unei relații între abateri și panta terenului a dat rezultate mai interesante. Rezultatele sunt prezentate în tabelul 2.

**Panta medie a suprafețelor cu diferite categorii de abateri****Tabelul 2**

Nr.crt.	Categoria abaterii (m)	Panta medie pe SRTM (°)	Panta medie pe hartă (°)
1	-22,84 - -10	5,62	6,88
2	-10 - -2	7,34	8,18
3	-2 - 2	4,89	5,37
4	2 - 10	10,25	10,82
5	10 - 25	12,18	12,60
6	25 - 33,30	10,15	9,15

Este foarte clar vizibil faptul că suprafețele cu abateri pozitive au o pantă medie mai mare decât cele cu o abatere negativă. Dacă realizăm o interogare inversă, adică încercăm să aflăm abaterea medie a suprafețelor cu diferite categorii de pante vom vedea că suprafețele aparținând celor mai mari pante au abateri pozitive (tabelul 3).

**Abateră medie a suprafețelor cu diferite categorii de pantă****Tabelul 3**

Nr.crt.	Categorii de pantă (°)	Abateră medie pe SRTM (m)	Abateră medie pe hartă (m)
1	0 – 2°	-3,45	-3,07
2	2 – 5°	-5,23	-2,40
3	5 – 15°	-1,71	-2,42
4	15 – 35°	9,01	3,34

Astfel categoria cu pantă între 15 – 35° are abateră medie de peste 9 m în cazul modelului generat din SRTM, respectiv aceeași categorie are abateră medie de 3,34 m în cazul modelului generat de pe hartă. Deci se poate afirma că pe terenurile cu pantă mai mari modelul generat din SRTM produce suprafețe care se află deasupra modelului generat pe baza hărții.

O altă modalitate de analiză este căutarea unei relații între expoziția versanților și abateră. Pentru aceasta s-a realizat harta expoziției versanților pe cele două modele de relief care s-a clasificat pe cele 8 expoziții principale plus suprafața orizontală. Apoi s-a interogată harta diferențelor pentru fiecare categorie de expoziție. Rezultatele sunt prezentate în tabelul 4.

**Abateră medie a suprafețelor cu diferite expoziții****Tabelul 4**

Nr.crt.	Categoria de expoziție	Modelul SRTM (m)	Modelul din hartă (m)
1	Suprafață orizontală	-3,48	-3,14
2	N	-5,19	-5,05
3	NE	-7,35	-6,90
4	E	-5,95	-5,67
5	SE	-3,59	-3,13
6	S	0,78	-1,22
7	SV	5,61	4,65
8	V	2,08	2,81
9	NV	-1,96	-1,30

Se poate observa că suprafețele cu o expoziție S-SV-V au o abateră diferită față de suprafețele cu alte expoziții. Acest fapt se poate datora parametrilor orbitei navetei spațiale care a efectuat măsurătorile.

Calculul prezentat se bazează pe determinarea diferențelor dintre modelul SRTM și modelul generat de pe hartă. În mod evident dacă diferența s-ar fi determinat invers, am fi obținut aceleași cifre dar cu semn opus. Rezultă deci că nu semnul valorilor este semnificativ ci tendința care poate fi identificată atât în cazul suprafețelor cu pantă diferite cât și în cazul suprafețelor cu expoziții diferite.

**4. CONCLUZII**

Întreaga analiză se bazează pe o comparație între un model fizic, obținut prin tehnologie radar, și unul obținut prin prelucrarea unei hărți. S-a presupus că harta este baza de referință. Studii premergătoare au demonstrat însă că există diferențe semnificative și între hărțile la scări diferite. Deci se pune întrebarea cât de corectă este reprezentarea reliefului pe hărțile topografice?

Această întrebare s-ar putea clarifica doar pe baza unor verificări în teren. Dar care este răspunsul la întrebarea „Cât de precis este modelul SRTM?” Surse de pe Internet arată pentru teritoriul țării noastre o eroare de altitudine în jur de 5 m. Dacă comparăm abaterea medie de -2 m cu această valoare am putea spune că este foarte bine. Vedem însă că există pe suprafețe mici abateri mai mari. Dar să nu uităm că aceste abateri sunt față de un model considerat corect ceea ce nu este sigur. Fără a continua la nesfârșit căutarea unui răspuns, să desprindem câteva concluzii care rezultă din analizele efectuate:

- a. Considerând harta ca fiind corectă o abatere medie de 2 m este acceptabilă pentru scara analizată
- b. Aspectul general al reliefului în cele două modele este foarte asemănător
- c. Modelul SRTM produce erori clare în regiunile de vale, în zonele cu pante foarte mici sau pe suprafețe lacustre
- d. Modelul SRTM este mai precis în zona culmilor unde hărțile nu oferă suficiente informații altitudinale
- e. Se poate observa o oarecare legătură între panta terenului și gradul de abatere, respectiv o legătură mai strânsă între expoziția versanților și abatere.

Ca o concluzie finală suntem de părere că pentru analize și reprezentări la scara 1:100000 modelul SRTM este corespunzător, mai ales având în vedere ușurința prelucrării acestuia.

## BIBLIOGRAFIE

1. Imecs, Z. (2004) – *A digitális domborzatmodell pontosságának vizsgálata IDRISI szoftverrel* – Miskolc, Ungaria, 2004. (CD - ISBN 963 661 686 8)
2. Imecs, Z., Antal, J.A. (2006) – *Felszíni karsztformák vizsgálata térinformatikai eszközökkel III.* Magyar Földrajzi Konferencia – Budapest, Ungaria, 2006. (CD - ISBN 963 9545 12 0)
3. <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/srtmBibliography.html>