


# LP 01 - Introducere. Sursele de altitudine și analiza geomorfometrică

prep. drd. Mihai NICULIȚĂ

29 octombrie 2012

Departamentul de Geografie  
Facultatea de Geografie și Geologie  
Universitatea Alexandru Ioan Cuza, Iași, Romania

Acest material se află sub licență Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-NC-SA 3.0), reprezentând responsabilitatea unică a autorului și nu reprezintă neapărat poziția oficială a UAIC. 

Lucrarea practică își propune descrierea aplicațiilor ce vor fi utilizate pentru întocmirea analizelor și materialelor, în cadrul lucrărilor practice la disciplina Geomorfologie.

Lucrarea practică își propune descrierea surselor de altitudine. Finalitatea lucrării practice este obținerea unei hărți reprezentând gridul SRTM utilizat de fiecare student în parte.

## 1 SAGA GIS

SAGA (System for Automated Geoscientific Analyses) este o aplicație SIG/GIS (Geographical Information System). Aceasta permite:

1. importul și exportul formatelor geospațiale (prin înglobarea librăriei GDAL/OGR, dar și prin funcții proprii);
2. manipularea, prin georeferențiere, transformări de coordonate (înglobează librăria Proj.4), vizualizare 2D/3D;
3. XX funcții de analiză (în cadrul versiunii 2.07), grupate în XX de librării.

- Descărcarea aplicației instalabile .
- Descărcarea aplicației portabile .
- Descărcați materialul privind instalarea și utilizarea SAGA
- Sunt disponibile și manuale de utilizare SAGA:

1. "User Guide for SAGA (version 2.0.5)" de către Vern Cimmery, vol. I
2. "User Guide for SAGA (version 2.0.5)" de către Vern Cimmery, vol. II
3. "A gentle introduction to SAGA GIS" de Victor Olaya

## 2 R+Rstudio

Aplicația R este un mediu digital destinat analizelor statistice. Acest mediu permite:

1. importul datelor statistice în format tabelar;
2. manipularea acestora;
3. analiza statistică (cele mai uzuale metode sunt disponibile în pachetul base, pe lângă acesta fiind disponibile aprox. 3000 de pachete create de utilizatori din întreaga lume, punând la dispoziție orice tip de metode statistice),
4. crearea de grafică statistică și exportul acesteia;
5. exportul datelor statistice în format tabelar.

- Descărcarea aplicației instalabile .

Aplicația Rstudio este un utilitar pentru mediul R, permițând lucrul rapid, față de lucrul cu interfața R clasică. Aplicația dă posibilitatea de acces în cadrul aceleași ferestre la:

1. Consola R;
2. Scriptul de lucru;
3. Librăria de pachete;
4. Datele încărcate sub formă tabelară;
5. Conținutul workspace-ului de lucru;
6. Istoric;
7. Grafica creată.

- Descărcarea aplicației instalabile se face accesând .
- Descărcarea aplicației instalabile se face accesând .
- Descărcați materialul privind instalarea și utilizarea R și Rstudio
- Sunt disponibile și manualele R:

-Manuale R create de R Development Core Team

- Documentația Rstudio

## 3 Inkscape

Inkscape este un utilitar de grafică vectorială care are ca format nativ Scalable Vector Graphic (.svg), similar Corel Draw și Adobe Illustrator. Aplicația face posibilă:

1. Crearea șabloanelor de hartă pe formate printabile (A4 -> A0);
2. Grafică vectorială pe strate diferite;
3. Import/export conținut fișiere .pdf, .eps, .png;
4. Procesare grafică raster.

- Descărcarea aplicației instalabile .
- Descărcarea aplicației portabile.

Descărcați materialul privind instalarea și utilizarea Inkscape  
Documentația Inkscape

## 4 XnView

Aplicația este un utilitar de management al imaginilor, performând următoarele funcții:

1. răsfoirea imaginilor stocate pe discul dur;
2. procesare a imaginilor uzuală și posibilă în mod automat (tăiere, reșapare, printare, prezentare);
3. conversie automată;
  - Descărcarea aplicației instalabile.
  - Descărcarea aplicației portabile.

Descărcați materialul privind instalarea și utilizarea XnView  
Documentația XnView

## 5 Gimp

Aplicația Gimp (GNU Image Manipulation Program) este un utilitar de procesare grafică a imaginilor, similar Adobe Photoshop. Acesta permite:

1. Deschiderea, procesarea și exportul diferitelor formate de imagine;
2. Funcții de procesare a imaginilor;
  - Descărcarea aplicației instalabile .
  - Descărcarea aplicației portabile .

Descărcați materialul privind instalarea și utilizarea Gimp  
Documentația Gimp

## 6 Notepad++

Notepad++ este o aplicație de editare a fișierelor de tip text (nu doar extensia *.txt*, ci și alte formate cu posibilitatea de editare ca text), care permite:

1. deschiderea și editarea interactivă a fișierelor editabile ca text;
2. vizualizarea funcție de tipul codului din fișierul sursă (cmd, shell, C++, html, etc.);
  - Descărcarea aplicației instalabile .
  - Descărcarea aplicației portabile .

Descărcați materialul privind instalarea și utilizarea Notepad++  
Documentația Notepad++

## 7 7zip

Aplicația este un utilitar pentru arhivare/dezarhivare.

- Descărcarea aplicației instalabile .
- Descărcarea aplicației portabile .

Descărcați materialul privind instalarea și utilizarea 7zip  
Întrebări frecvente 7zip

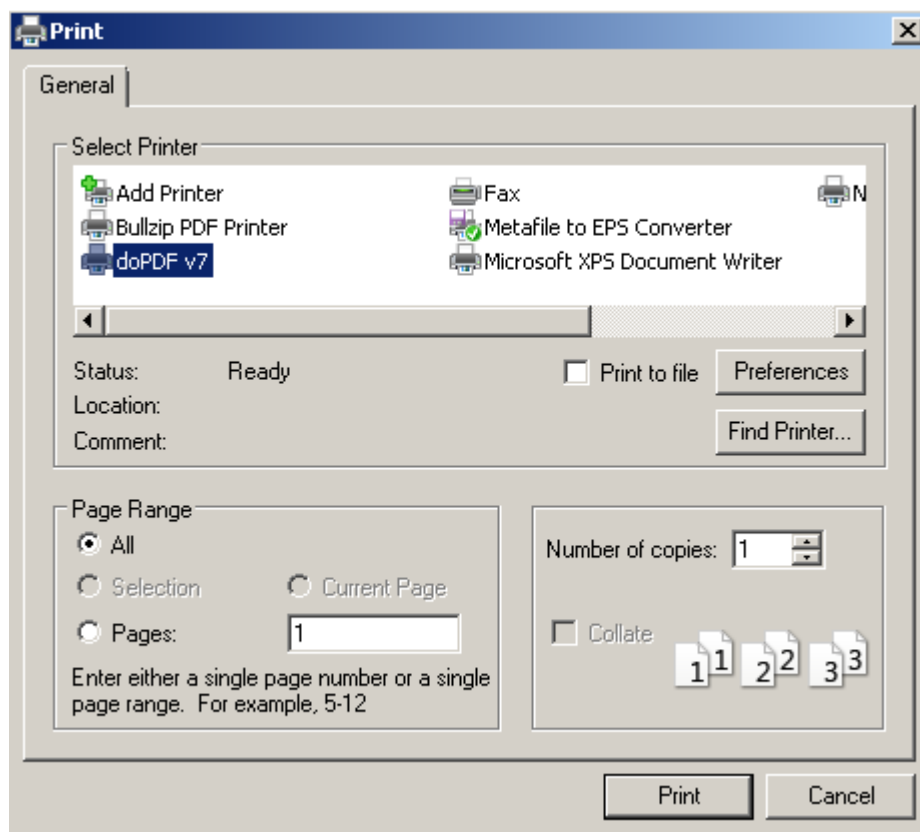


Figura 1: Selectarea imprimantei virtuale doPdf

## 8 Pachetul Open Office

Open Office reprezintă un pachet de utilitare asemănător Microsoft Office, cuprinzând:

1. Open Office Base: utilitar baze de date;
2. Open Office Calc: utilitar calcul tabelar;
3. Open Office Writer: utilitar procesare text WYSIWYG;
4. Open Office Draw: utilitar grafică vectorială;
5. Open Office Impress: utilitar prezentări media;
6. Open Office Math: utilitar calcul matematic.

- Descărcarea aplicației instalabile .

Descărcați materialul privind instalarea și utilizarea OpenOffice  
 Documentația OpenOffice

## 9 Imprimanta virtuală .pdf *doPdf*

Imprimanta virtuală doPdf permite salvarea conținutului unui fișier grafic în general, către un fișier .pdf. Această opțiune va fi utilizată în special în cadrul aplicației SAGA pentru a salva machete de hartă către fișiere .pdf.

- Descărcarea aplicației instalabile .

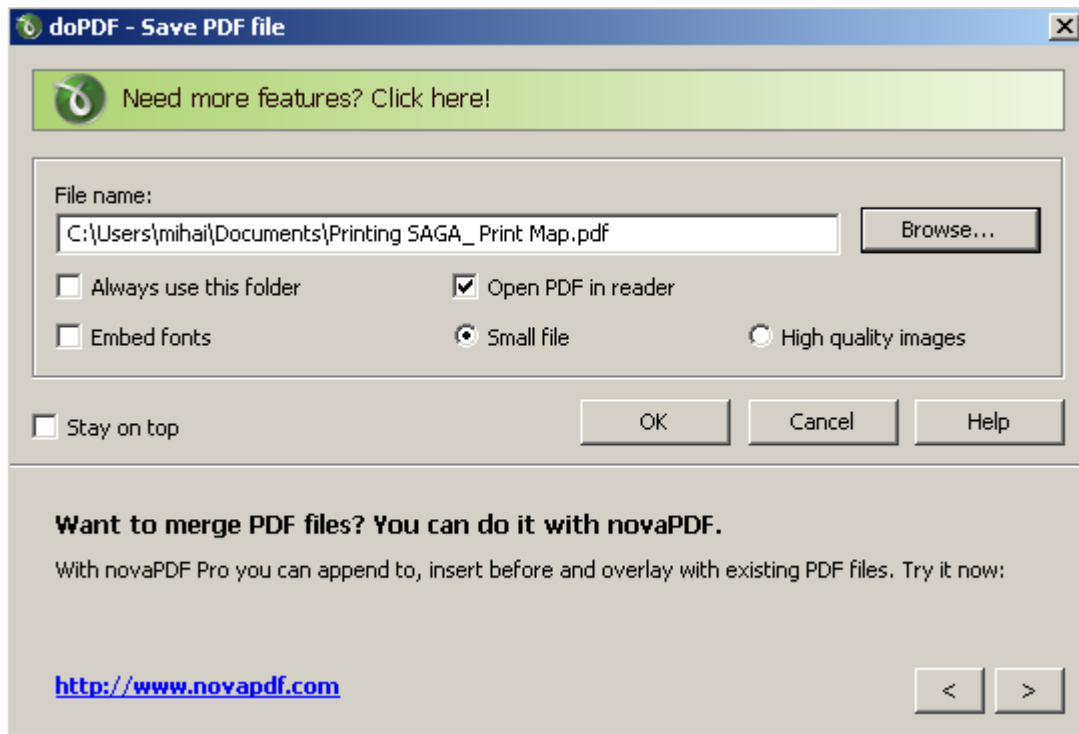


Figura 2: Fereastra imprimantei virtuale doPdf

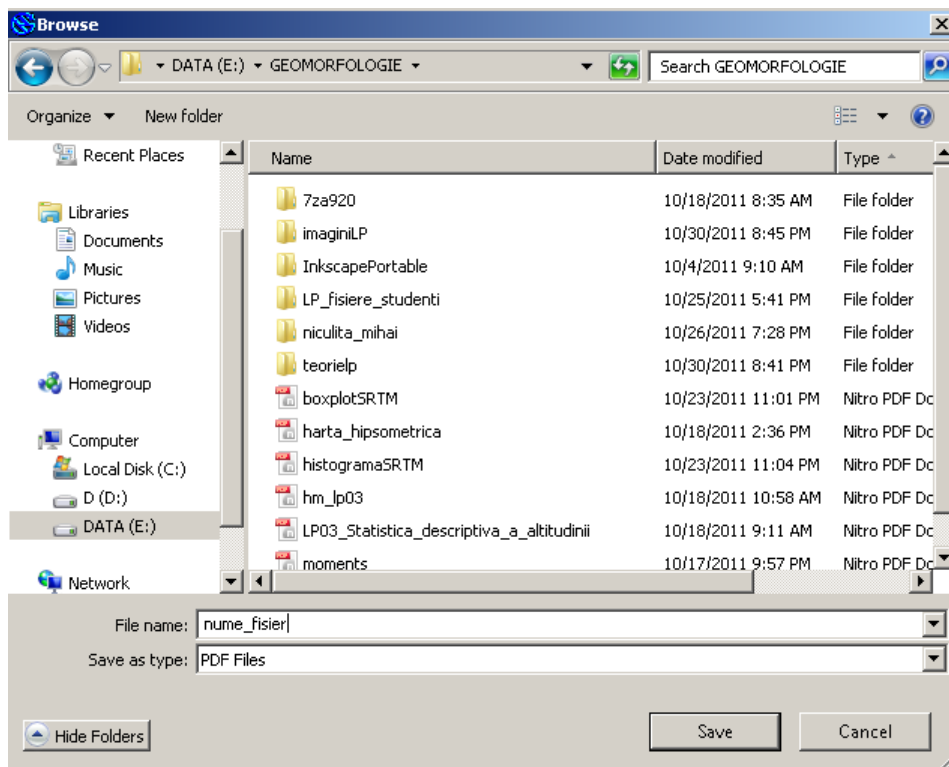


Figura 3: Definirea căii de imprimare a fișierului .pdf

## 10 WindowsXP

Mediul de operare XP.

Descărcați materialul privind utilizarea WindowsXP  
Documentația WindowsXP

## 11 Utilizarea aplicațiilor menționate

Computerele din sala de lucrări practice au ca sistem de operare Windows XP. Deschiderea calculatorului și rularea sistemului de operare se finalizează cu ecranul din Fig. . Acum fiecare student se identifică utilizând contul STUDENT.

Contul utilizat nu are drepturi de administrare și nu permite instalarea de programe. Aplicațiile vor fi instalate de către administratorul sălii. Salvarea fișierelor se va face în partiția E, în locația: *E:/Geomorfologie*. Fiecare student va crea un director cu numele și prenumele său, separat de caracterul “*underscore*” (*nume\_prenume*). În acest director (*E:/Geomorfologie/nume\_prenume*) se vor stoca toate fișierele create de fiecare student în parte. Conținutul acestui director poate fi salvat pe un disc portabil sau atașat pe contul de poștă electronică/cont ftp, de această operațiune fiind responsabil studentul.

În cadrul fiecărei lucrări practice se vor utiliza în principal aplicațiile SAGA și Inkscape, pentru crearea hărților (plus imprimanta virtuală doPdf pentru imprimarea machetelor de hartă din SAGA). Pachetul OpenOffice va fi utilizat la crearea materialului text necesar descrierii hărților create. Fiecare hartă creată în Inkscape trebuie salvată imediat după creare sub numele: *LPxx\_nume\_prenume\_grupa\_semi-grupa.svg*. După finalizarea planșei se va folosi comanda *File/Save a Copy* sau *File/Save As* pentru a se salva un fișier cu același nume ca fișierul *.svg*, dar pentru care se va alege la *Save as Type*, opțiunea *Portable Document Format (.pdf)*.

Aceste hărți și materialul text vor fi trimise ca atașament către adresa de poștă electronică: [niculita.mihai@gmail.com](mailto:niculita.mihai@gmail.com). Fiecare student trebuie să își actualizeze informațiile de contact aferente adresei de e-mail, eventual să își creeze o adresă de tipul *nume\_prenume@anymailprovider.com*. Întotdeauna ca subiect trebuie specificat numărul lucrării practice, numele și prenumele, grupa.

**! INTERNETUL VA FI UTILIZAT DOAR LA INDICAȚIA CADRULUI DIDACTIC!!!**  
**! ESTE INTERZISĂ UTILIZAREA ALTOR APLICAȚII ÎNAFARA CELOR SPECIFICATE DE CADRUL DIDACTIC!!!**

## 12 Modelul matematic de reprezentare a suprafeței terestre

Suprafața terestră este o *suprafață rugoasă* și reprezintă o zonă de trecere între două medii (solid-fluid), între care există multe de zone de difuzie (clastele, surplombele, cavitățile subterane), iar această zonă de limită trebuie considerată *cu părți duble* și *orientabilă* Shary [2008] (din punctul de vedere al forței gravitaționale nu putem considera negativul, dedesubtul suprafeței terestre, ci partea exterioară a acesteia). Geomorfologia, și geomorfometria ramura sa, este singura știință care studiază suprafața terestră în sensul indicat mai sus, ca limită între cele două medii. Bineînțeles că pentru a se putea înțelege geneza, evoluția și dinamica actuală este nevoie și de studierea mediului solid (rocile-litosfera) și mediilor fluide (aerul-atmosfera și apa-hidrosfera) adiacente.

Este clar că în studiu se utilizează o generalizare a suprafeței reale foarte rugoase, interesând doar reprezentări cu scări pornind de la câțiva metri Hengl and Evans [2009], existând însă și tehnici geomorfometrice aplicate unor suprafețe microscopice și chiar teoretizări ale geomorfometriei ca studiu și al nano-suprafețelor Pike [2000a]. Reprezentarea topografică se face pe baza unor măsurători punctuale ale altitudinilor, între care se utilizează interpolarea. Acesta este cazul tuturor modelelor numerice ale altitudinii suprafeței terestre obținute prin interpolarea curbelor de nivel extrase de pe hărțile topografice. În cazul acestora pe lângă scară și rezoluție trebuie definită și forma de relief cu suprafață minimă ce poate fi recunoscută pe astfel de suprafețe.

Pe hărți, formele de relief cu extindere spațială redusă sunt reprezentate cel mai adesea prin semne convenționale, care nu indică decât poziția și eventual dimensiunile, dar nu le reprezintă spațial dimensiunile și extinderea.

Reprezentarea cartografică analogă și digitală a suprafeței terestre se face folosind un model neted, probarea și reprezentarea suprafeței terestre făcându-se în anumite puncte cu poziția tridimensională bine definită

și măsurată, între care se interpolează valorile funcției de distanțe: suprafața terestră este văzută ca o funcție a lui  $z$  (altitudinea) funcție de  $x$  și  $y$  (poziționarea, distanța).

Măsurarea și reprezentarea altitudinii suprafeței terestre se realizează în cadrul unui sistem de coordonate carteziane, funcție de coordonatele  $x$ ,  $y$  și  $z$ . În cadrul acestui sistem, altitudinea poate fi conceptualizată și prelucrată matematic și geometric, pentru reprezentare digitală sau pentru procesare geomorfometrică, în mai multe moduri.

Altitudinea  $z$  poate fi modelată ca o **funcție** Hengl and Evans [2009]:  $z = f(x, y)$ . Acest model matematic stă la baza reprezentării topografice a altitudinii sub forma curbelor de nivel și la baza interpolării modelelor numerice ale terenului pe baza acestora.

Cel mai simplu și mai practic mod de reprezentare digitală a altitudinii suprafeței terestre este utilizând MODELUL RASTER. Modelul de reprezentare raster este utilizat în știința computerelor și GISscience pentru a reprezenta omogen câmpuri. Pentru discretizarea valorilor câmpului, se utilizează o rețea rectangulară, ce delimitează pătrate/dreptunghiuri, a căror suprafață se consideră a fi definită de valoarea discretizată.

Reprezentarea digitală a altitudinii suprafeței terestre poartă numele de MODEL NUMERIC AL ALTITUDINII SUPRAFETEI TERESTRE (MNAST). Acest tip de reprezentare face parte dintr-un tip generic numit MODEL NUMERIC AL TERENULUI (MNT), cu sensul de reprezentare digitală a terenului (teren=totalitatea aspectelor întinderii unei porțiuni a suprafeței terestre: strate geologice, suprafața propriu-zisă caracterizată de altitudine, sol, vegetație, aspecte antropice). Când se reprezintă doar altitudinea terenului vorbim de MODEL NUMERIC AL ALTITUDINII SUPRAFETEI TERENULUI (MNAT). Când se reprezintă doar altitudinea reliefului (suprafeței terestre) vorbim de MNAST.

## 13 Sursele de altitudine

Una dintre cele mai moderne metode de achiziție a datelor de altitudine a suprafeței terestre, chiar la nivel global este interferometria radar.

Imaginile satelitare RADAR sunt obținute prin scanarea suprafeței terestre cu o antenă receptoare de unde radar, cu dispoziție laterală față de aparatul care se deplasează deasupra suprafeței terestre Oliver and Qegan [2004]. Mărimea antenei este în concordanță cu frecvența undelor, lățimea de undă și arealul acoperit pe suprafața terestră, lansarea și achiziția semnalor făcându-se la intervale mici de timp, pentru a se permite suprapunerea achiziției. Distanța până la suprafața terestră se estimează din diferența de timp și de fază a două imagini succesive.

SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) este un produs RADAR de tip SAR (Synthetic Aperture Radar), disponibil pentru suprafața de uscat dintre  $60^{\circ}$  N și  $60^{\circ}$  S, la o rezoluție de 30 m. Postprocearea imaginilor achiziționate în decursul unei săptămâni în februarie 2000, a durat până în 2004, când trei tipuri de produse au fost distribuite publicului. SRTM1 este versiunea procesată cu rezoluție de 30 m, disponibilă gratuit doar pentru teritoriul SUA. SRTM3 reprezintă fie o mediere a  $3 \times 3$  pixeli SRTM1, fie pixelul central al unei ferestre  $3 \times 3$  SRTM1, fiind disponibilă gratuit pentru întregul teritriu cu date SRTM. SRTM3 este o reșapare a datelor SRTM1 la o rezoluție de 1km.

### 13.1 SRTM

Misiunea SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) a fost realizată de NASA (National Aeronautics and Space Administration) în colaborare cu NGA (National Geospatial-Intelligence Agency), DLR (German Aerospace Center) și ASI (Agenzia Spatiale Italiana). Zborul care a dus la achiziționarea datelor SRTM, a avut loc în perioada 11-22 februarie 2000 [Farr et al., 2007].

Instrumentul SRTM a fost un SIR (Spaceborne Imaging Radar), cu câte un receptor și doi transmițători pentru fiecare bandă RADAR C (5,6 cm lungime de undă) și X (3,1 cm lungime de undă) [Farr et al., 2007]. Antena emițător și receptor au fost instalate pe corpul navei Endeavour, iar o altă antenă receptor pe catarg (cu lungime de 60 m) (Fig. 4) pentru a forma un interferometru cu o bază de 60 m [Rabus et al., 2003].

SIR-urile (Synthetic Aperture Radars) sunt instrumente cu viziune laterală și achiziționează datele de-a lungul unor amprente continue. Ampretele SRTM au fost achiziționate de la o altitudine de 233 km și unghiuri „off-nadir” cuprinse între  $30^{\circ}$  și  $58^{\circ}$ , având lățime de 225 km pentru banda C (cu patru sub-benzi) și 50 km pentru banda X [Rosen et al., 2001] (Fig. 5). Instrumentul a achiziționat 1000 de amprente individuale, de lungimi variabile, atât timp cât a operat deasupra uscatului [Farr et al., 2007].

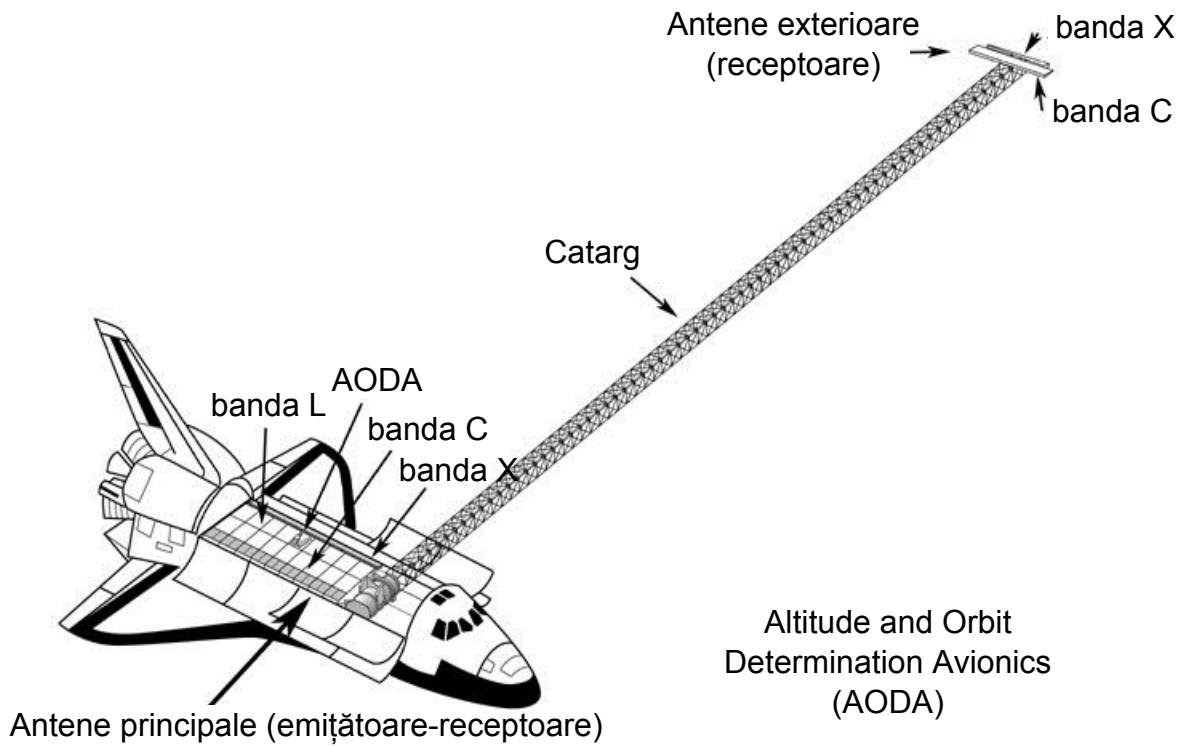


Figura 4: Montarea instrumentului SRTM ([http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/images/bibliography/SRTM\\_Fig02.jpg](http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/images/bibliography/SRTM_Fig02.jpg))

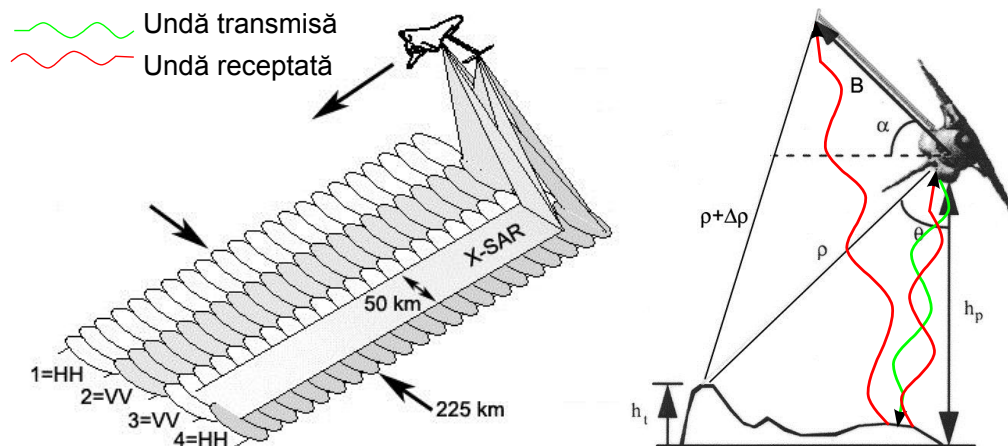


Figura 5: Geometria achiziției imaginilor SRTM ([http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/images/bibliography/SRTM\\_Fig04.jpg](http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/images/bibliography/SRTM_Fig04.jpg)) ([http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/images/bibliography/SRTM\\_Fig05.jpg](http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/images/bibliography/SRTM_Fig05.jpg))



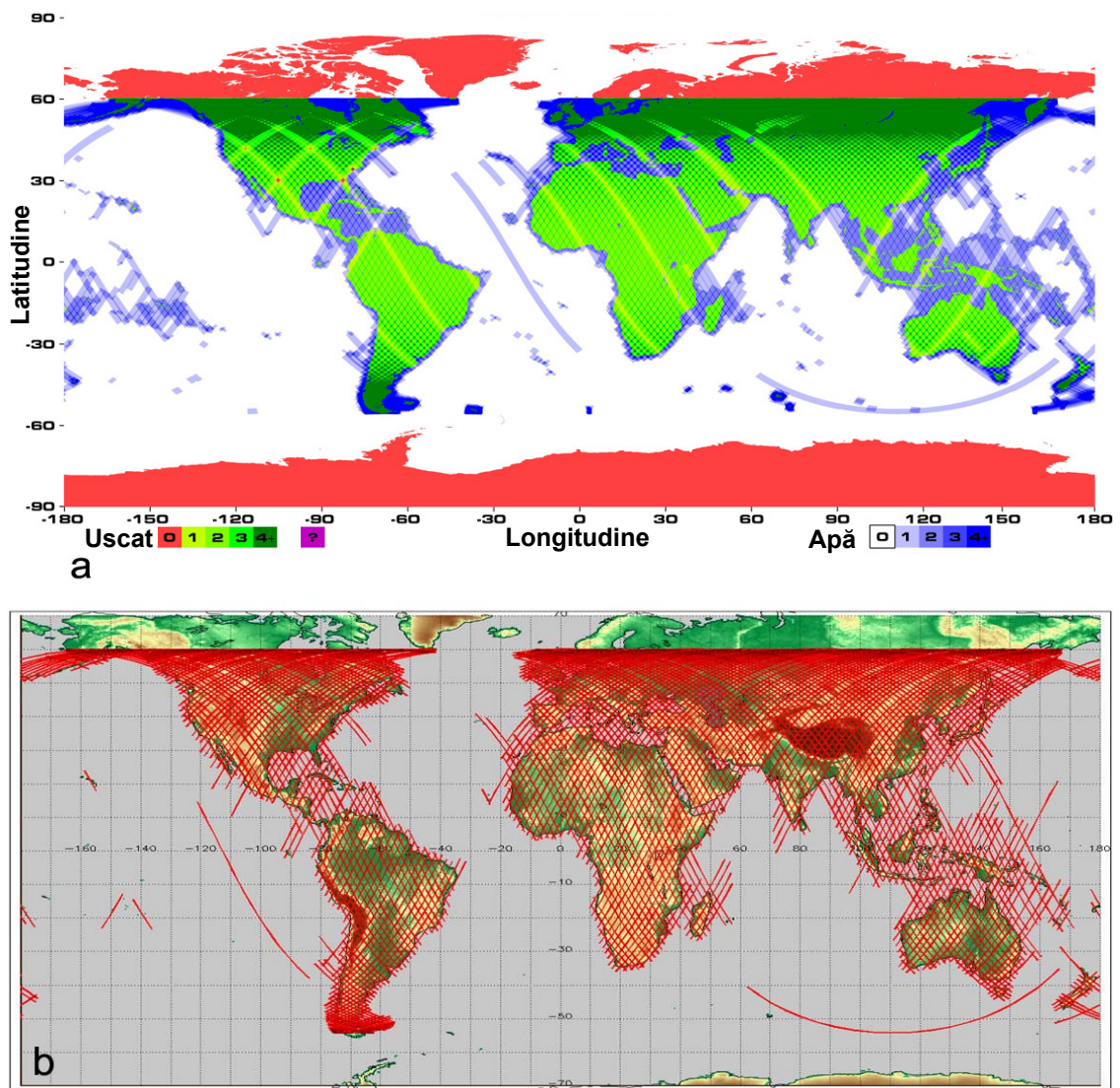


Figura 6: Acoperirea globală cu datele SRTM în banda C (a) și în banda X (b) ([http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/images/bibliography/SRTM\\_Fig03.jpg](http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/images/bibliography/SRTM_Fig03.jpg))

Acoperirea datelor SRTM nu este globală, ci doar pentru zona cuprinsă între  $60^\circ$  latitudine nordică și  $57^\circ$  latitudine sudică. Ca acoperire, 99.96% din masa de uscat prognozată a fost achiziționată cel puțin o dată, 94.59% cel puțin de două ori, iar 50% cel puțin de trei ori sau mai mult, în cazul instrumentului operat de NASA în banda C (Fig. 6) [Farr et al., 2007]. Acest lucru a fost făcut pentru a reduce erorile introduse de umbra topografică. Instrumentul german în banda X a achiziționat o suprafață mai mică, deoarece lățimea benzii de achiziție a fost mai mică, apărând astfel areale fără date, care la Ecuator au o dimensiuni de  $150 \times 150$  km [Rosen et al., 2001].

Deoarece senzorul RADAR în banda X a fost experimental și nu a presupus utilizarea tehnologiei ScanSAR, datele obținute au o rezoluție mai bună, un raport semnal-zgomot (Signal-to-Noise, SNR) mai bun și erori aleatorii cel puțin înjumătățite față de datele din banda C, de aceea primele pot fi utilizate la procesarea și controlul celor din urmă [Hoffmann and Walter, 2006].

NASA și NGA au procesat datele obținute în banda C, iar DLR și ASI au procesat datele în banda X. 9 TB de date achiziționate au fost calibrate și validate de NASA, ajungând în ianuarie 2003 la NGA. Această agenție a început editarea și verificarea datelor SRTM, pentru a produce date conforme cu specificația DTED (Digital Terrain Elevation Data).

MNST-ul SRTM banda C are o rezoluție de  $1'' \times 1''$  latitudine/longitudine, rezoluție verticală de 1 m, cu georeferință orizontală pe datumul WGS 84 și verticală pe datumul EGM96, format numeric 16 biți întregi



Figura 7: Acoperirea României cu datele SRTM în banda X (<http://eoweb.dlr.de>)

cu semn, acuratețe absolută pe orizontală de  $\pm 20$  m, relativă pe orizontală de  $\pm 15$  m, acuratețe absolută pe verticală de  $\pm 16$  m, relativă pe verticală de  $\pm 10$  m, toate cu eroare circulară de 90%. Mărimea imaginilor SRTM X-band este de  $15'$ , adică  $\sim 30$  km. Pentru fiecare imagine SRTM banda C au fost create și un mozaic de imagine ortorectificată a datelor de amplitudine RADAR, o imagine a erorile altitudinale derivate din procesul de interferometrie a imaginilor RADAR și o imagine compozită a zonelor de lipire și fără date, dar acestea din urmă nu sunt disponibile public [Farr et al., 2007].

DLR și ASI au procesat 4 TB de date [Roth et al., 2001], rezultând atât produse SAR cât și MNT. MNST-ul SRTM banda X are o rezoluție de  $1'' \times 1''$  latitudine/longitudine, rezoluție verticală de 1 m, cu georeferință orizontală și verticală pe datumul WGS 84, format numeric 16 biți întregi cu semn, acuratețe absolută pe orizontală de  $\pm 20$  m, relativă pe orizontală de  $\pm 15$  m, acuratețe absolută pe verticală de  $\pm 16$  m, relativă pe verticală de  $\pm 6$  m, toate cu eroare circulară de 90%. Mărimea imaginilor SRTM banda X este de  $15'$ , adică aprox. 30 km. Pentru fiecare imagine SRTM banda X este disponibilă și o imagine echivalentă cu erorile altitudinale derivate din procesul de interferometrie a imaginilor RADAR.

Datele SRTM, banda C, procesate de NASA vor fi numite în continuare SRTM NASA. Datele SRTM3 disponibile la <http://dds.cr.usgs.gov/srtm/> vor fi numite în continuare SRTM3 DDS, iar cele disponibile prin serviciul Earth Explorer vor fi numite SRTM3 USGS.

Datele SRTM, banda X, procesate de DLR sunt disponibile la <https://centaurus.caf.dlr.de:8443/eoweb-ng/template/default/welcome/entryPage.vm> și vor fi numite SRTM1 DLR.

Datele de altitudine SRTM NASA sunt procesate după specificațiile DTED [NIMA, 2000], fiind prezentate sub forma a trei variante:

- SRTM1: reprezintă datele cu rezoluția inițială de 30 m, disponibile gratuit doar pentru teritoriul S.U.A;
- SRTM3: reprezintă varianta agregată a lui SRTM1 la o rezoluție de 90 m, prin două metode;
- SRTM30: reprezintă varianta agregată a datelor SRTM1 la o rezoluție de  $\sim 1$  km.

## 14 Conceptul de analiză geomorfometrică

### 14.1 Geomorfologia

GEOMORFOLOGIA, interpretată mot-a-mot, „ge”=Terra, Pământ; „morphé”=formă; „logos”=discurs, este știința care studiază aspectele/formele geometrice ale suprafeței terestre Chorley et al. [1984]. Pornind de la etimologia ce indică studiul formei suprafeței terestre, diverși geomorfologi au extins înțelegerea geomorfologiei ca știință, prin adăugarea de completări ale aspectelor acestui studiu. Pe lângă forma în sine, geomorfologii au studiat natura, componența, alcătuirea, istoria, geneza formelor suprafeței terestre (Selby, 1984, Rădoane et. al., 2006). Inerent acestor aspecte, trebuie considerat și studiul proceselor generatoare ale reliefului.

“**Geomorfologia** este studiul științific al aspectelor geometrice ale suprafeței terestre” Chorley et al. [1984]

Din perspectivă istorică, geomorfologia a evoluat de la descrierile redescoperite ale anticilor greci, spre interpretările formelor funcție de modele cognitive din perioada lui Davis și Penk, către aplicarea metodelor cantitative începând cu Strahler, modelarea sistemică teoretizată de Chorley, până la experimentele și modelările interdisciplinare susținute de computere și SIG, din perioada actuală. Deși termenul “ge” pare limitativ, formele studiate nu sunt doar cele de pe uscat, ci și cele de sub nivelul mării sau alte planete Chorley et al. [1984].

“**Geomorfologia** este știința preocupată cu înțelegerea formelor și proceselor suprafeței terestre prin care aceasta este creată, atât în prezent, cât și în trecut” (<http://www.geomorphology.org.uk/pages/geomorphology/>, BSG – British Society for Geomorphology).

Intr-o sinteză, ca știință de sine stătătoare, geomorfologia are ca obiect de studiu suprafața terestră, din punctul de vedere al formei și proceselor care o modelează, genezei și vârstei acesteia. Diverși geomorfologi, au enunțat variate variante de abordare a demersului geomorfologic. Chorley et al. [1984] sugerează că demersurile geomorfologice gravitează în jurul a două direcții: una istoricistă (geneza și evoluția formelor de relief), iar cealaltă funcțională (relația formă-proces).

Demersul geomorfologic are patru ramuri (Chorley, 1966), care sunt succesive sau nu, și care reprezintă abordarea realistă, de zi cu zi a geomorfologilor. Procesul care compune abordările specifice ale acestor ramuri, dând înțeles și unitate demersului geomorfologic este procesul de analiză geomorfologică. În acest fel de gândire, analiza geomorfologică este procesul de segmentare a formelor și proceselor geomorfologice terestre, și studierea lor, în teren, laborator, birou sau teoretic, folosind diverse metodologii pur geomorfologice sau preluate din alte științe, totul pentru a dezvălui modul de evoluție a reliefului terestru. Oricare ar fi metodele și oricum s-ar desfășura demersul geomorfologic, abordarea care dă succes acestuia, este cea a analizei. Baker [1996]

### 14.2 Geomorfometria

GEOMORFOMETRIA este ramura Geomorfologiei care se ocupă cu studiul formelor suprafeței terestre (în acest sens etimologia este clară: morfometria Terrei). Ea este considerată o metodă de investigație geomorfologică Goudie et al. [2005]. Noi tendințe văd geomorfometria ca știință separată (Pike, 2000, Pike et al. [2009]). Noi credem că folosirea statisticii, matematicii și informaticii nu reprezintă un argument pentru considerarea geomorfometriei ca știință separată, această tendință de diversificare a metodelor cercetării fiind prezentă și în cazul altor științe (Biologie – Biomatemătică, Biostatistică, Bioinformatică). Cel mult, aceste tipuri de diversificare duc la apariția ramurilor multidisciplinare sau de graniță. Geomorfometria este “știința analizei cantitative a suprafeței terestre” (Pike, 1995, 2000), a “descrierii cantitative și analizei caracteristicilor geometric-topologice ale reliefului” (Rasemann și colab., 2004).

Cel mai adesea în literatura nouă privind Geomorfometria, simpla utilizare a Modelelor Numerice ale Altitudinii Suprafeței Terestre sau a variabilelor geomorfometrice ca variabile independente în estimarea unor variabile dependente este considerat demers geomorfometric, când aceste proceduri sunt de fapt aplicații ale Geomorfometriei în alte științe și domenii.

Geomorfometria este ramura Geomorfologiei care se ocupă cu parametrizarea și cuantificarea formei, mărimii și a altor relații spațiale ale reliefului/formelor de relief [Goudie et al., 2005, Huggett, 2003]. Rădoane et al. [2005] includ Geomorfometria ca al doilea nivel al Geomorfologiei, după Metageomorfologie [Yatsu, 2002], sub denumirea de Geomorfologie Descriptivă. Ei definesc Geomorfometria ca ramură a Geomorfologiei care se ocupă cu descrierea orografică și morfologică a marilor forme de relief și a geometriei formelor de relief. Geomorfometria și analiza geomorfometrică este baza de la care se pleacă în Geomorfologie. Rasemann et al.

[2004] menționează că din perspectiva relației dintre procesele geomorfologice și formele geomorfologice, geomorfometria trebuie să se ocupe cu recunoașterea și cuantificarea formelor de relief.

Cea mai sintetică, dar în același timp cea mai cuprinzătoare prezentare a geomorfometriei este făcută de Evans [1972], deși la ora actuală cea mai citată referire la geomorfometrie este cea a lui Pike [2000b]:

Diversitatea geomorfometriei discutate de Pike [2000b] nu poate fi cea care duce la conturarea unei noi științe. “Combinarea științei Pământului și a calculatoarelor cu matematica și ingineria” nu credem că generează “(geo)morfometria”, așa cum menționează Pike [2000b], acest cuvânt compus având altă etimologie, arătată mai sus. Tot Pike [2000b] asociază geomorfometria cu geomorfologia cantitativă, dar deși cele două se intersectează, putând spune chiar că al doilea îl include pe primul.

### 14.3 Analiza geomorfometrică

ANALIZA GEOMORFOMETRICĂ presupune construcția de modele de analiză a variabilelor și obiectelor/formelor geomorfometrice, cu scopul de a enunța și testa ipoteze de lucru în geomorfologie.

Analiza geomorfometrică în sensul clasic de înțelegere a termenului analiză este procesul de fragmentare în părți componente fundamentale a formei suprafeței terestre (ca întreg), și studierea acestora pentru a se putea înțelege și explica modul de geneză și evoluție a acestei forme (ca întreg). Deși bazat în special pe formă, acest demers nu exclude ci chiar include studierea proceselor care duc la apariția formelor. Astfel, mergând pe ideea geomorfometriei generale (se consideră suprafața terestră în ansamblul ei) și a geomorfometriei specifice (se consideră doar anumite părți constituente ale suprafeței terestre, cu caracteristici de sine stătătoare), analiza geomorfometrică poate fi aplicată întregii suprafețe terestre, sau unor componente de sine stătătoare (obiecte geomorfometrice/forme de relief), prin studierea căreia/cărora se poate înțelege modul de formare și evoluție sub acțiunea factorilor genetici.

În demersul de analiză ne folosim de analiza conceptuală în primă instanță, prin separarea de concepte/componente, ulterior pentru analiza conceptelor/componentelor ne folosim de analiza matematică, analiza geometrică și analiza statistică (statistica descriptivă și statistica inferențială). Segmentarea/fragmentarea se face deci atât la nivel al formei, cât și la nivel conceptual, de unde rezultă oportunitățile de aplicare a analizei geomorfometrice, atât în cartarea/regionarea geomorfologică, cât și în modelarea evoluției reliefului.

### 14.4 Cadrul digital de lucru pentru analiza geomorfometrică


Geomorfometria și analiza geomorfometrică la ora actuală este legată foarte strâns de modelele numerice ale altitudinii suprafeței terenului și de știința calculatoarelor, existând păreri că utilizarea acestora dau geomorfometriei poziția de știință aparte. Oricare ar fi părerile, pro sau contra acestei poziții, este clar că tendința în geomorfometrie, este spre automatizare și informatizare a achiziției, vizualizării și analizei datelor geomorfometrice. De aceea credem că teoretizarea analizei geomorfometrice trebuie dublată și de implementarea ei în cadrul digital și informatic.

## 15 Vizualizarea și manipularea unui MNAȘT în SAGA GIS

Se accesează pagina Descărcare rastere SRTM. Autorul vă indică nomenclatura (rând, coloană) fișierului *.asc* care trebuie descărcat de fiecare student. Descărcarea fișierului se face prin click dreapta și **Save Target(Link) As...** (funcție de tipul browser-ului web utilizat), cu grijă ca **Save as type** să fie *.asc* și nu *text file*. Locația salvării fișierului va fi *E:/Geomorfologie/nume\_prenume*, iar numele va fi lăsat respectivul nume: *srtm3\_30m\_stereo\_rând\_”coloană”*.

Se deschide aplicația SAGA GIS și se rulează funcția *Import ESRI Arc/Info Grid* din librăria **Import/Export - Grids**, fereastra WORKSPACE/MODULES. La *File* va fi definită calea către fișierul *.asc* salvat în *E:/Geomorfologie/nume\_prenume*. Se alege *Okay*, funcția fiind rulată, așa cum indică bara albastră din partea dreaptă jos, semnalul sonor și mesajul din fereastra MESSAGES: Module execution succeeded. A fost realizat importul fișierului raster *srtm3\_30m\_stereo\_rând\_”coloană”*.

Pentru utilizarea ulterioară se va salva fișierul importat, prin click dreapta pe fișierul încărcat în fereastra WORKSPACE/DATA/TREE și alegerea **Save As...** și alegerea căii către *E:/Geomorfologie/nume\_prenume*. Numele va fi același cu al fișierului de import, iar tipul de fișier este ales automat ca *.sgrd* (Grid).

Prin dublu click pe fișierul încărcat în SAGA în fereastra WORKSPACE/DATA/TREE în fereastra centrală se va deschide o hartă reprezentând fișierul respectiv. În această fereastră se va alege MAXIMIZE, astfel încât ea să ocupe întreaga fereastră centrală. Prin apăsarea butonului SHOW PRINT LAYOUT  va apărea

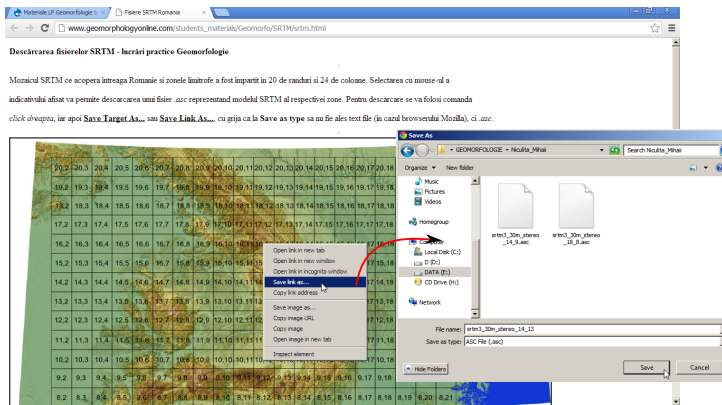


Figura 8: Descărcarea rasterelor SRTM ([http://www.geomorphologyonline.com/students\\_materials/Geomorfo/SRTM/srtm.html](http://www.geomorphologyonline.com/students_materials/Geomorfo/SRTM/srtm.html))

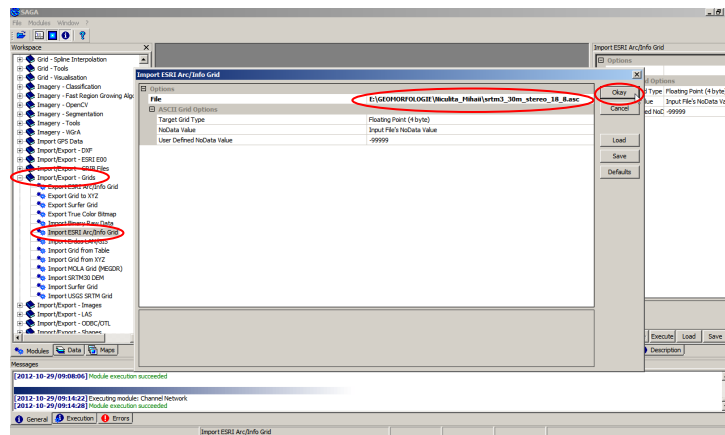


Figura 9: Importul rasterelor SRTM

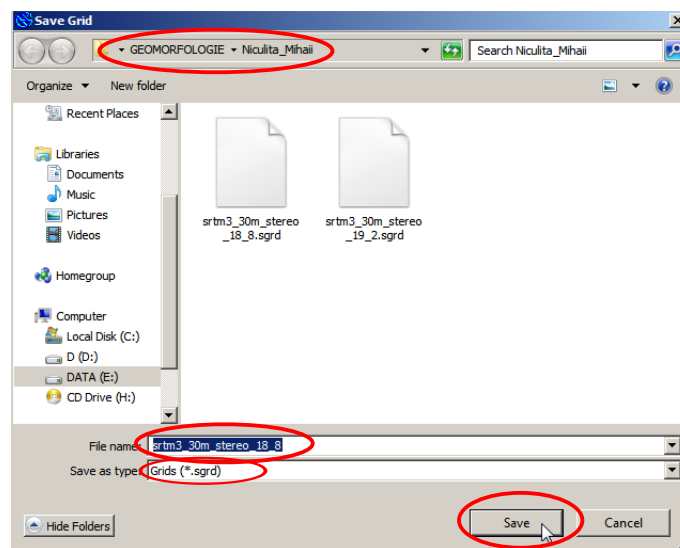


Figura 10: Salvarea rasterelor SRTM ca fișiere ("griduri") .sgrd



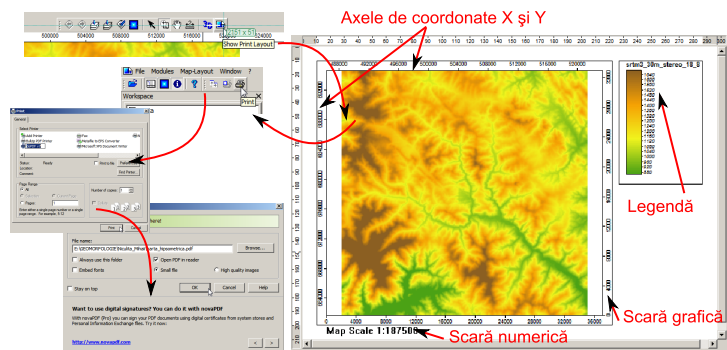


Figura 11: Macheta hărții

macheta hărții, care pe lângă conținutul propriu zis, conține și riglele X,Z, scările grafice X,Z, scara numerică și legenda obiectelor din hartă. Prin apăsarea butonului **PRINT** va apărea fereastra **Print**, de unde se alege imprimanta virtuală **doPdf** și se apasă butonul **Print**. Va apărea fereastra **doPDF - Save PDF file** unde se va alege **Browse** și se va defini calea către *E:/Geomorfologie/nume\_prenume*, se va alege numele fișierului, după care **Save** și apoi **OK**. În câteva secunde se va deschide fișierul *.pdf* salvat.

## 16 Întocmirea planșei

Se deschide aplicația Inkscape, se deschide template-ul de hartă A4, se importă fișierul *.pdf* printat anterior, după care se introduc detaliile necesare:

1. Titlul: *Modelul Numeric al Terenului srtm3\_30m\_ "rând" \_ "coloană"*;
2. folosind unealta **Text** **A** se scrie unitatea de măsură, deasupra scării de culori: *[metri]*, cu mărimea fontului de 12;
3. se degreuează obiectul generat de importul fișierului *.pdf* (Ctrl+U) și se șterg scara numerică și numele rasterului, care va fi înlocuit de unitatea de măsură.
4. Se salvează fișierul prin FILE/SAVE AS... cu denumirea *LP01\_nume\_prenume\_grsemigr.svg* în directorul *E:/Geomorfologie/nume\_prenume*.
5. Se salvează ca fișier *.pdf* prin FILE/SAVE A COPY... cu denumirea *LP01\_nume\_prenume\_grupăsemigrupă* în directorul *E:/Geomorfologie/nume\_prenume* (cu grija ca la **Save as Type...** să fie ales *Portable Document format (\*.pdf)*).

## 17 Întocmirea descrierii

Se deschide aplicația Open Office Write, se crează un tabel cu 3 coloane și 15 rânduri. În acest tabel se vor introduce datele din fișierul *statistica\_descriptiva.txt*.

## Bibliografie

Victor R. Baker. Hypotheses and geomorphological reasoning. In Bruce L. Rhoads and Colin E. Thorn, editors, *The scientific nature of geomorphology: proceedings of the 27th Binghamton Symposium in Geomorphology, held 27-29 September, 1996*, number September 1996, pages 57–85. John Wiley & Sons, 1996.

Richard J Chorley, Stanley A Schumm, and David E Sugden. *Geomorphology*. Methuen, 1984.

Ian S. Evans. An integrated system of terrain analysis and slope mapping. Technical report, 1972.

- Tom G Farr, Paul A Rosen, Edward Caro, Robert Crippen, Riley Duren, Scott Hensley, Michael Kobrick, Mimi Paller, Ernesto Rodriguez, Ladislav Roth, David Seal, Scott Shaffer, Joanne Shimada, Jeffrey Umland, Marian Werner, Michael Oskin, Douglas Burbank, and Douglas Alsdorf. The shuttle radar topography mission. *Reviews of Geophysics*, (2005):1–33, 2007. doi: 10.1029/2005RG000183.1.INTRODUCTION.
- Andrew Goudie, Anderson Malcolm, Tim Burt, John Lewin, Keith Richards, Brian Whalley, and Peter Worsley. *Geomorphological techniques*. Routledge, ii edition, 2005.
- Tomislav Hengl and Ian S. Evans. Mathematical and digital models of the land surface. In Tomislav Hengl and Hannes Isaak Reuter, editors, *Geomorphometry: concepts, software, applications*, volume 33, pages 31–63. Elsevier, 2009. doi: 10.1016/S0166-2481(08)00002-0.
- Jörn Hoffmann and Diana Walter. How Complementary are SRTM-X and -C Band Digital Elevation Models ? *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 72(3):261–268, 2006.
- Richard John Huggett. *Fundamentals of Geomorphology*. Taylor & Francis, Abingdon, UK, 2003. ISBN 978-0-203-24302-2. doi: 10.4324/9780203470633. URL <http://www.ebookstore.tandf.co.uk>.
- NIMA. Performance specification Difital Terrain Elevation Data ( DTED ). Technical Report May, National Imagery and Mapping Agency, 2000. URL [http://dds.cr.usgs.gov/srtm/version2\\_1/Documentation/](http://dds.cr.usgs.gov/srtm/version2_1/Documentation/).
- Chris Oliver and Shaun Quegan. *Understanding Synthetic Aperture Radar Images*. Scitech Publising, Inc., 2004.
- Richard J Pike. Nano-metrology and terrain modelling — convergent practice in surface characterisation. *Tribology International*, 33(9):593–600, September 2000a. ISSN 0301679X. doi: 10.1016/S0301-679X(00)00075-X. URL <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0301679X0000075X>.
- Richard J Pike. Geomorphometry - diversity in quantitative surface analysis. *Progress in Physical Geography*, 1:1–20, 2000b.
- RJ Pike, IS Evans, and T Hengl. Geomorphometry: a brief guide. In Tomislav Hengl and Hannes Isaak Reuter, editors, *Geomorphometry: concepts, software, applications*, Developments in Soil Science. Elsevier, 2009. URL <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0166248108000019>.
- Bernhard Rabus, Michael Eimeder, Achim Roth, and Richard Bamler. The shuttle radar topography mission—a new class of digital elevation models acquired by spaceborne radar. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 57(4):241–262, February 2003. ISSN 09242716. doi: 10.1016/S0924-2716(02)00124-7. URL <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0924271602001247>.
- Stefan Rasemann, Jochen Schmidt, Lothar Schrott, and Richard Dikau. Geomorphometry in mountain terrain. In Michael Bishop and John F Shroder, editors, *Geographic Information Science and Mountain Geomorphology*, pages 101–145. Springer, 2004.
- Maria Rădoane, Dan Dumitriu, and Ioniță Ichim. *Geomorfologie*, volume II. Editura Universității "Ștefan cel Mare" Suceava, Suceava, 2005.
- P.a. Rosen, S. Hensley, E. Gurrola, F. Rogez, S. Chan, J. Martin, and E. Rodriguez. SRTM C-band topographic data: quality assessments and calibration activities. *IGARSS 2001. Scanning the Present and Resolving the Future. Proceedings. IEEE 2001 International Geoscience and Remote Sensing Symposium (Cat. No.01CH37217)*, (C):739–741, 2001. doi: 10.1109/IGARSS.2001.976620. URL <http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=976620>.
- a. Roth, a. Eineder, B. Rabus, E. Mikusch, and B. Schattler. SRTM/X-SAR: products and processing facility. *IGARSS 2001. Scanning the Present and Resolving the Future. Proceedings. IEEE 2001 International Geoscience and Remote Sensing Symposium (Cat. No.01CH37217)*, 1445(C):745–747, 2001. doi: 10.1109/IGARSS.2001.976622. URL <http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=976622>.
- Peter A Shary. Models of topography. In Qiming Zhou, Brian Lees, and Guo-an Tang, editors, *Advances in digital terrain analysis*, Lecture Notes in Geoinformation and Cartography, pages 29–57. Springer, 2008.

Eiju Yatsu. *Fantasia in Geomorphology: Reprint of "To Make Geomorphology More Scientific" and Its Supplemental Discussion*. Sozosha, 2002.