



# EXTRAGEREA INDICILOR MORFOMETRICI DIN MODELE NUMERICE ALTIMETRICE DE TEREN FOLOSIND SAGA GIS



Student: Dascălu Gabriel, grupa 508 Master Sisteme Informaționale Geografice, Anul II Facultatea de Geografie Universitatea din București

# **Cuprins:**

| Zona   | de lucru și crearea MNAT-ului                                | 3 |
|--------|--|---|
| Impor  | rtarea MNAT în programul SAGA                                | 5 |
| Vizua  | lizarea modelului  | 6 |
| Crear  | ea unei histograme   | 6 |
| Modif  | ficarea paletei de culoare                                   | 7 |
| Elabo  | orarea indicatorilor morfometrici în SAGA                    | 9 |
| Calcu  | le asupra rasterelor   |   |
| Paran  | netrii geomorfologici analizați:                             |   |
| 1)     | Analytical Hillshading                                       |   |
| 2)     | Geodeclivitatea (Slope)                                      |   |
| 3)     | Expoziția versanților (Aspect)                               |   |
| 4)     | Plan curvature (Curbura în plan)                             |   |
| 5)     | Profile curvature (Curbura în profil)                        |   |
| 6)     | Convergence Index (Indicele de Convergență)                  |   |
| 7)     | Closed Depressions (Depresiuni închise)                      |   |
| 8)     | Total Catchment Area (Suprafața totală de capatare)          |   |
| 9)     | Topographic Wetness Index (Indicele Topografic de Umiditate) |   |
| 10)    | LS Factor  |   |
| 11)    | Channel Network Base Level                                   |   |
| 12)    | Channel Network Distance                                     |   |
| 13)    | Valley Depth   |   |
| 14)    | Relative Slope Position                                      |   |
| Terra  | in Analysis – Surface Specific Points                        |   |
| Analiz | ză hidrologică   |   |
| a)     | Sink Drainage Route Detection                                |   |
| b)     | Fill Sink (Wang & Liu)                                       |   |
| c)     | Catchment Area (Parallel)                                    |   |
| d)     | Channel Network  |   |
| e)     | Watershed Basines  |   |
| f)     | Channel Network and Drainage Basins                          |   |

## Zona de lucru și crearea MNAT-ului

Bazinul hidrografic ales este cel al râului Bistrița, situat în județul Vâlcea. Bistrița este afluent direct al râului Olt. Izvorăște din Munții Căpățânii și confluează cu Oltul în depresiunea Băbeni, în arealul UAT-ului cu același nume.

Pentru obținerea unui model numeric altitudinal al terenului am utilizat curbele de nivel de pe Harta Topografică a României din 1980, la scara 1:25 000. Acestea au o echidistanță de 5 m în arealul subcarpatic și 10 m în arealul carpatic al bazinului analizat.

Curbele de nivel au fost decupate după un cadru de tip poligon, apoi, cu ajutorul instrumentului Topo to Raster din ArcMap, am convertit stratul shapefile de tip linie în strat de tip raster (MNAT). Având în vedere suprafața mare a arealului și numărul mare de curbe de nivel, convertirea a durat mai mult de 60 minute.



3 Fig. 1 Crearea MNAT utilizând curbele de nivel

La *Output Cell Size* am ales 5 m pentru o rezoluție spațială cât mai bună a MNAT-ului. După rularea instrumentului, am obținut modelul altitudinal dorit. Acesta a fost decupat în funcție de limitele bazinului hidrografic analizat cu ajutorul instrumentului *Clip*.



Fig. 2 Relieful din bazinul hidrografic studiat

Stilizarea și crearea hărților se va face cu ajutorul programului QGIS 3.10 deoarece oferă o mai bună calitate decât SAGA GIS și este un software open-source, la fel ca cel utilizat în această analiză pentru extragerea diferiților indici morfometrici.

Bazinul hidrografic ales este situat în județul Vâlcea, atât în spațiul carpatic, cât și în cel subcarpatic, oferind astfel o mai complexă posibilă analiză de relief/de hidrografie.

# Importarea MNAT în programul SAGA

SAGA este un software GIS de tip open source foarte util pentru analizele geomorfologice, climatice, hidrologice etc. Acesta permite extragerea unor parametri geografici importanți, elemente despre care vom discuta în acest proiect.

Importarea MNAT-ului creat se realizează cu ajutorul Instrumentului *Import Raster* din submeniul *GDAL/OGR*.

| ger                                     | Import Raster                |   |        |
|---|------------------------------|---|--------|
| Tools 🔁 Data 🕼 Maps                     | Options                      |   | 0      |
| Tool Libraries                          | Files                        | "D:\GIS (anul 2)\Semestrul 1\Aplicatii SIG in hidrologie\ | Okay   |
| Climate                                 | Multiple Bands Output        | automatic   | Cance  |
| Garden                                  | Select from Multiple Bands   |   |        |
| Grid Collection                         | - Transformation             |   | -      |
|   | Perampling                   | Pilinear Internelation                                    | Load   |
| Imagery<br>Import/Export                | resampling                   | bilitear interpolation                                    | Lood   |
| DXF                                     |                              |   | Save   |
| ESRI EOO                                |                              |   |        |
| GDAL/OGR                                |                              |   | Defaul |
| Create Raster Catalogue from Files      |                              |   |        |
| Create Raster Catalogues from Directory |                              |   | -      |
|   |                              |   | Info > |
| 🐴 Export Raster                         |                              |   |        |
| * Export Shapes                         |                              |   |        |
| Export Shapes to KML                    |                              |   |        |
| GDAL Formats                            |                              |   |        |
| Import ASTER Scene                      |                              |   |        |
| mport NetCDF                            |                              |   |        |
| Market Ster                             |                              |   |        |
| Import Shapes                           | Filer                        |   |        |
| CDC Table                               | File path                    |   |        |
| Gride                                   |                              |   |        |
|   |                              |   |        |
|   |                              |   |        |
| DDBC/OTL                                |                              |   |        |
| + September PostgreSQL                  | Messages                     |   |        |
| + 📚 Shapes                              | General G Execution          | C Errort  |        |
| Tables                                  |                              |   |        |
|   |                              |   |        |
| 🗑 🔖 Virtual                             |                              |   |        |
| Projection                              | [2020-01-05/22:55:08] Execut | ing tool: Import Raster                                   |        |

Fig. 3 Importarea MNAT-ului

# Vizualizarea modelului

Pentru a vizualiza un raster introdus în program, se executa dublu-click pe fișier, iar acesta va apărea într-o fereastră nouă, simbolizat într-o paletă de culori default. Aceasta poate fi modificată și personalizată.



Fig. 4 Vizualizarea MNAT-ului în SAGA

## Crearea unei histograme

Histograma reprezintă un tip de grafic ce indică frecvența valorilor dintr-un raster. Astfel, putem observa ce intervale altitudinale predomină în arealul studiat. Aceasta se poate întocmi executând click dreapta pe numele MNAT-ului, apoi selectându-se Histogram.



Fig. 5 Afișarea histogramei

## Modificarea paletei de culoare

Pentru a modifica paleta de culori a unui raster trebuie, în primul rând, se selectează stratul, apoi în partea dreapta va apărea o fereastră despre Proprietățile stratului respectiv. La setări există posibilitatea de a modifica culorile din paletă, dar și numărul de intervale ale

acesteia. La submeniul *Colors – Type* se poate selecta *Classified*, astfel încât să putem introduce manual intervalele dorite pentru fiecare culoare.

Tot din fereastra proprietăților se poate adăuga o legendă hărții.



Fig. 6 Modificarea paletei de culori

|       |   |       | ×       |                 |              |             | Properties: 01. D | em_decup   | at_bazin_E | Bistrita |          |
|-------|---|-------|---------|-----------------|--------------|-------------|-------------------|------------|------------|----------|----------|
|       |   |       |         |                 |              |             | 😽 History         | 📕 L        | egend      | 4        | ttribute |
| Table |   |       |         |                 |              |             | ×                 | igs        | 0          | Descri   | ption    |
|       |   |       |         |                 |              |             | 1000<br>          | ell Values |            |          |          |
|       |   | Color | Name    | Description     | Minimum      | Maximum     | Okay              | im Sampl   | 2.55476    |          |          |
|       | 1 |       | Class 1 | First Class     | 100.000000   | 250.000000  | Cancel            | he         |            |          |          |
|       | 2 |       | Class 2 | Second Class    | 250.000000   | 300.000000  | Current           |            |            |          |          |
|       | 3 |       |         |                 | 300.000000   | 400.000000  |                   | rency [%]  | 0          |          |          |
|       | 4 |       |         |                 | 400.000000   | 500.000000  | 1                 | all scales |            |          |          |
|       | 5 |       |         |                 | 500.000000   | 750.000000  | Load              |            | normal     |          |          |
|       | 6 |       |         |                 | 750.000000   | 1000.000000 | Workspace         | huth       | 315        |          |          |
|       | 7 |       |         |                 | 1000.000000  | 1500.000000 |                   | ht         | 45         |          |          |
|       | 8 |       |         |                 | 1500.000000  | 2000.000000 |                   | geration   | 1          |          |          |
|       | 9 |       |         |                 | 2000.000000  | 2400.000000 | Save              | mum        | 0          |          |          |
|       |   |       |         |                 |              |             |                   | imum       | 1.5        |          |          |
|       |   |       |         |                 |              |             | Workspace         |            |            |          |          |
|       |   |       |         |                 |              |             |                   |            | Classifie  | d        |          |
|       |   |       |         |                 |              |             |                   | ified      |            |          |          |
|       |   |       |         |                 |              |             | Add               | e          | Table (c   | olumns:  | 5, rc    |
|       |   |       |         |                 |              |             | Insert            |            |            |          |          |
|       |   |       |         |                 |              |             | Delete            |            |            |          |          |
|       |   |       |         |                 |              |             | Clear             |            |            |          |          |
|       |   |       |         |                 |              |             |                   | ne         |            |          |          |
|       |   |       |         |                 |              |             | Colors            | Restore    | Loa        | ad       | Save     |
|       |   |       |         |                 |              |             |                   |            |            |          |          |
| _     |   |       |         | enerar or Exect | ution 😈 Erro | S           |                   |            |            |          |          |

Fig. 7 Introducerea manuală a valorilor din intervale



Fig. 8 Vizualizarea MNAT-ului cu noua paletă de culori creată manual

## Elaborarea indicatorilor morfometrici în SAGA

Un avantaj al programului SAGA este faptul că printr-un singur procedeu pot fi extrași mai mulți indicatori geomorfometrici dintr-un MNAT. Acest instrument se numește *Basic terrain analysis* și poate fi regăsit în *Tools- Terrain Analysis-Compouned Analyses*. La elevation se selectează modelul numeric altitudinal al bazinului hidrografic. În urma procesării, programul va crea câte un strat raster pentru fiecare indicator morfologic, strat care poate fi salat ulterior sub formă de raster de imagine.

| nager<br>Tools 😂 Data 🛱 Mans | × Basic Terrain Analysis      |  |     |
|------------------------------|-------------------------------|--|-----|
| Tool Libraries               | 🖯 Data Objects                |  | 0   |
| 🔸 📚 Climate                  | ⊖ Grids                       | A CONTRACT OF A CO |     |
| - 📚 Garden                   | 🖂 Grid system                 | 4.999401; 5067x 7725y; 415726.421038x 386311.189588y   | Car |
| Grid                         | >> Elevation                  | 01. Dem_decupat_bazin_Bistrita   | 4   |
| Srid Collection              | << Analytical Hillshading     | <create></create>  |     |
| - No Imagery                 | << Slope                      | <create></create>  | Lo  |
| Import/Export                | << Aspect                     | <create></create>  |     |
| Projection                   | << Plan Curvature             | <create></create>  | 58  |
| Керопз                       | << Profile Curvature          | <create></create>  | Def |
| Simulation                   | << Convergence Index          | <create></create>  |     |
| Snatial and Genstatistics    | << Closed Depressions         | <create></create>  |     |
| N TIN                        | << Total Catchment Area       | <create></create>  | Inf |
| Table                        | << Topographic Wetness Index  | <create></create>  |     |
| 💊 Terrain Analysis           | << LS-Factor                  | <create></create>  |     |
| 🗄 📚 Channels                 | << Channel Network Base Level | <create></create>  |     |
| 😑 📚 Compound Analyses        | << Channel Network Distance   | <create></create>  |     |
| Basic Terrain Analysis       | << Valley Depth               | <create></create>  |     |
| Hydrology                    | << Relative Slope Position    | <create></create>  | -   |
| E Sighting, Visibility       | - Shapes                      |  |     |
|                              | << Channel Network            | < create>  |     |
| Profiler                     | << Drainage Basins            | <pre>create&gt;</pre>  |     |
| Slope Stability              | E Ontions                     | - Crock-   |     |
| Tool Chains                  | Channel Density               | E  |     |
| Visualization                | Channel Density               |  |     |
|                              |                               |  |     |
|                              |                               |  |     |
|                              |                               |  | _   |
|                              | >> Flevation                  |  |     |

Fig. 9 Extragerea indicatorilor geomorfologici utilizând Basic Terrain Analysis

Gridurile noi create vor apărea în meniul DATA, iar pentru vizualizarea acestora se execută dublu-click pe fișierul dorit.

| lanager | ,              |
|---------|--|
| Tools   | 🛬 Data 📾 Maps  |
| Tree    | Thumbhasile  |
|         |  |
| Data    |  |
| G       | inds   |
| 8-4     | 4.999401; 506/x //25y; 415/26.421038x 386311.189588y |
|         | 01. Dem_decupat_bazin_Bistrita                       |
|         | 02. Analytical Hillshading                           |
|         | US. Slope  |
|         | U4. Aspect   |
|         | 05. Plan Curvature                                   |
|         | 06. Profile Curvature                                |
|         | 07. Convergence Index                                |
|         | 08. Closed Depressions                               |
|         | 09. Total Catchment Area                             |
|         | 10. Topographic Wetness Index                        |
|         | 11. LS-Factor  |
|         | 12. Channel Network Base Level                       |
|         | 13. Channel Network Distance                         |
|         | 14. Valley Depth                                     |
| -5-6    | - EII 15. Relative Slope Position                    |
|         | napes<br>F Line                                      |
| 9-0     | / Line   |
|         | 1 Debreen  |
| -       | 1 01 Drainage Paring                                 |
|         |  |

Fig. 10 Lista noilor indici creați

#### Calcule asupra rasterelor

Fișierele care indică Geodeclivitatea (Slope) și Expoziția versanților (Aspect) sunt calculați de SAGA în radiani. Pentru a analiza acești indicatori este nevoie de schimbare a unității de măsură, din radiani în grade. Pentru a realiza aceasta, se utilizează instrumentul *Grid Calculator* care se găsește în *Librăria de Instrumente – Grid – Calculus*. Se utilizează formula <u>a\*57,2957</u> la fiecare dintre cele două fișiere. Am ales să fie salvate în locul celor vechi.



Fig. 12 Geodeclivitatea exprimată în grade







Fig. 13 Expoziția versanților, împărțirea intervalelor de culori și histograma aferentă

# Parametrii geomorfologici analizați:

## 1) Analytical Hillshading

- Hillshade-ul este un parametru important pentru crearea hărților, întrucât acesta reprezintă umbrirea versanților. Acesta este creat automat de program în funcție de poziția versanților față de direcția de unde vine lumina. Această direcție poate fi modificată manual. Acest parametru ajută la întocmirea hărților ce vor să evidențieze formele de relief. Prin suprapunerea unui hillshade cu o anumită transparență peste un MNAT, se crează un efect 3D asupra modelului altitudinal, fapt ce uşurează citirea reliefului pe hartă, dar şi îmbunătățeşte calitatea cartografică a produsului final.
- Din programul SAGA putem exporta un raster, peste acesta putând fi suprapus un



Fig. 14 Hillshade-ul bazinului râului Bistrița

Hillshade. Acest lucru se realizează utilizând instrumentul *Export Image* din fereastra *Geoprocessing*. În fereastra nouă vom selecta rasterul pe care dorim să-l exportăm (MNAT-ul în cazul acesta), iar la *Shade* alegem Hillshade-ul creat. Vom selecta și valoarea transparenței (85 în acest caz) și apoi vom exporta harta.



Fig. 15 Utilizarea Hillshade-ului pentru a reprezenta relieful

#### 2) Geodeclivitatea (Slope)

 Geodeclivitatea reprezintă un important parametru geomorfologic care oferă o multitudine de informații legate de pretabilitatea utilizării terenurilor în anumite scopuri. Geodeclivitatea indică înclinarea reliefului și este calculată în grade, procente sau radiani. În cazul de față, programul SAGA calculează acest parametru în radiani, unitatea de măsură cea mai indicată pentru analiza reliefului fiind Astfel, gradele. s-a realizat o conversie utilizând instrumentul **Calculator** Grid (explicată mai sus). Valorile din legendă sunt cele standard, iar paleta de culori a fost creată manual. Valorile cele mai mari ale pantei sunt întâlnite în spatiul montan. acolo unde versanții sunt mai văile abrupți, mai adânci, iar procesele geomorfologice mai active. Valorile scad către sud. la



Fig. 16 Geodeclivitatea din bazinului râului Bistrița

confluența Bistriței cu Otăsău (principalul afluent) predominând valori mai mici de 3°.

#### 3) Expoziția versanților (Aspect)

- Reprezintă un parametru morfologic ce indică poziția versantului în raport cu punctele cardinale. La fel ca în cazul pantelor, expoziția este exprimată în radiani și necesită o conversie în grade. După această conversie, am împărțit rasterul în 9 clase pentru că există 8 puncte cardinale în care trebuie să împărțim rasterul, doar că nordul are valori de la 0 la 22,5° și de la 337,5° la 360° (deci vor fi două



intervale pentru Nord). Fiecare din cele 8 puncte cardinale va avea câte 45°. Într-un final a rezultat un raster clasificat în 8 culori alese manual.

- Bazinul hidrografic are o scurgere generală N-S, astfel, predomină versanții cu înclinare sudică, sud-estică și sudvestică, lucru vizibil în histograma rasterului specific Aspectului.

Fig. 17 Expoziția versanților în bazinul râului Bistrița

# 4) Plan curvature (Curbura în plan)

Un parametru
 util pentru a
 diferenția văile
 și interfluvii.
 Curbura în plan



Fig. 18 Curbura în plan pe un segment de bazin

indică curbura pe plan orizontal. Poate fi descrisă ca fiind curbura unei ipotetice curbe de nivel care trece printr-o anumită celulă. Curbura în plan este pozitivă pentru celulele cu curbe de nivel concave și negativă pentru celulele cu curbe de nivel convexe.



Fig. 19 Explicarea curburii în plan (sursă: http://www.etst.com/et\_surface/userguide/Raster/ETG\_RasterCurvature.htm)

## 5) Profile curvature (Curbura în profil)

 Important pentru a determina suprafețele concave și cele convexe. Curbura în profil influențează viteza de scurgere a apei curgătoare, dar și eroziunea și depunerea. Astfel, pe suprafețele cu versanți convexi va predomina eroziunea și o scurgere mai rapidă a apei, iar pe suprafețele concave va predomina acumularea stratelor sedimentare pe fondul unei scurgeri mai lente.



Fig. 20 Explicarea curburii în profil (sursă: http://www.etst.com/et\_surface/userguide/Raster/ETG\_RasterCurvature.htm)



Fig. 21 Curbura în profil pe un segment din bazinul studiat

## 6) Convergence Index (Indicele de Convergență)

 Este un parametru morfologic care indică zonele de convergență (canalele, văile) și zonele divergente (interfluviile). Prin aplicarea acestui parametru se pot evidenția foarte bine sistemele hidrografice. Valorile negative indică suprafețele convergente, iar cele pozitive pe cele divergente.



Fig. 22 Convergence Index în SAGA (secțiune din bazinul hidrografic al Bistriței)

# 7) Closed Depressions (Depresiuni închise)

- Indică arealele ce au o scurgere divergentă, asemenea unei zone endoreice.



Fig. 23 Depresiunile închise din bazinul hidrografic al Bistriței

## 8) Total Catchment Area (Suprafața totală de capatare)



Fig. 24 Suprafața totală de captare - secțiune din bazinul studiat (confluență Bistrița cu Bistricioara)

- 9) Topographic Wetness Index (Indicele **Topografic de Umiditate**)
  - Este un parametru des \_ folosit pentru а cuantifica controlul din de vedere punct topografic asupra proceselor hidrologice
  - utilizat Este pentru procesele hidrologice la scară mai mare și pentru a identifica căile de scurgere a apei. Pe lânga acestea, este util și în ceea ce privește biologia sau agricultura. Este un indice ce poate oferi informatii privind producția agricolă anuală sau informații



Fig. 25 Indicele Topografic de Umiditate în bazinul râului Bistrița

privind calitatea fondului forestier.

De asemenea este un indice folosit pentru analiza inundațiilor sau pentru stabilirea calității solului în producția agricolă.

#### 10) LS Factor

- Slope Length and Steepness factor
- reprezintă relația dintre lungimea versantului și panta acestuia. Dacă doi versanți au aceeași lungime dar pante neasemănătoare, comportamentul acestora va fi

diferit în procesele de modelare. Prin lungimea versantului se înțelege (cf. Wischmeier și Smith, 1978), "distanța de la punctul de origine al scurgerii până la punctul în care gradientul pantei scade suficient pentru a permite acumularea, sau scurgerea este concentrată într-un canal delimitat".<sup>1</sup>



Fig. 26 LS Factor - bazinul râului Bistrița

#### 11) Channel Network Base Level

- Este un indicator geomorfologic important pentru analiza hidrografică a unui areal. Acesta indică nivelul de bază (elevația) al unei rețele de drenaj. SAGA calculează la nivel de celulă altitudinea minimă din cadrul fiecărei celule peste

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> http://www.geo-spatial.org/articole/observaii-asupra-indicatorilor-morfometrici-determinai-pe-baza-mnat

care se suprapun râuri. Celulele peste care nu se suprapun ape curgătoare sunt interpolate și primesc valori în funcție de celelalte celule apropiate.

- Oferă posibilitatea de a observa direcția de scurgere a apelor din bazinul hidrografic.
- Am ales aceeaşi simbolizare ca cea a MNAT-ului pentru a observa mai uşor deosebirile dintre cele două hărți.



Fig. 27 Channel Network Base Level aplicat pe bazinul de studiu

#### **12) Channel Network Distance**

 Folosindu-se de grid-ul creat anterior, programul calculează diferența dintre altitudinea celulei (cea din DEM) și altitudinea rețelei de drenaj (cea din Channel Network Base Level) din aceeași celulă. Acolo unde valorile sunt egale, valoarea celulei va fi zero, iar celulele care nu cuprind porțiuni din rețea, vor avea diferite valori, exprimate în metri.



Fig. 28 Channel Network Distance aplicat pe bazinul de studiu

#### 13) Valley Depth

 Adâncimea văii a fost calcutată folosind programul SAGA GIS, algoritmul utilizat măsurând distanța verticală (calculată în metri) de la crestele interfluviilor (din DEM-ul cu valori inversate – Inverted DEM) până la nivelul de bază al rețelei fluviatile.



Fig. 29 Valley depth aplicat pe bazinul de studiu

# 14) Relative

Position

Poziția relativă a \_ pantei este un indicator morfometric ce reprezintă poziția pantei dintr-o 45°12'N celulă și poziția sa realativă dintre fundul văilor și crestele interfluviilor. Acest indice este calculat fiind raportul ca dintre altitudinea fiecarei celule cu altitudinea fundulului văilor și crestelor а interfluviilor.



Fig. 30 Relative Slope Position aplicat pentru bazinul studiat

Relative slope position = 
$$\left(\frac{A-B}{C-B}\right) * 100 + 0.5$$

, unde: A= altitudinea, B= altitudinea văii, C= altitudinea crestelor de interfluvii

## **Terrain Analysis – Surface Specific Points**

Metoda prezentată reprezintă o analiză cantitativă a MNAT-ului la nivel de celulă, astfel încât să rezulte la sfârșit un strat raster din care să putem diferenția diferitele microforme de relief existente în arealul analizat. Celulele din care este alcătuit MNAT-ului sunt analizat astfel încât dacă o celulă este înconjurată din toate părțile de celule cu valori altitudinale mai mari va

rezulta faptul că se află acolo 0 groapă. Invers, dacă celula este înconjurată din toate părțile de celule cu valori altimetrice mai mici va rezulta că în acea celulă se află vârf un de deal/munte. Dacă într-o parte a celulei se află alte celule cu valori altimetrice mai mari, iar în cealaltă parte vor fi celule cu valori mai mici, rezultă faptul că acolo se află o râpă/un versant <u>abrupt</u>. De



asemenea,

analiză

din pot fi

extrase și văile sau crestele interfluviilor. În urma analizei a rezultat un grid cu următoarele valori și semnificații: 9 (vârfuri), 7 (creste), 2 (versanți convecși), 1 (șa), 0 (versanți cu aspect neted), -2 (versanți concavi), -7 (canale de scurgere), 9 (gropi).

Fig. 31 Aplicarea instrumentului



Fig. 32 Segment din rasterul obținut și clasificat în QGIS

În continuarea analizei vom extrage cele 8 clase stabilite anterior în strate diferite și separate. Pentru aceasta vom folosit Grid Calculator, unde vom aplica următoarea formulă: *Ifelse* (eq(a,n),a,0). Această formulă permite extragerea fiecărei valori dorite din raster. Trebuie doar să introducem valoarea dorită în locul literei "n".

De exemplu dacă vrem să extragem doar canalele de scurgere, vom aplica formula următoare: *Ifelse* (eq(a,-7),a,0).



Fig. 33 Aplicarea formulei și extragere canalelor de scurgere în strat individual

# Analiză hidrologică

Următorii pași reprezintă tehnici de a obține rețeaua de drenaj și limitele bazinelor hidrografice plecând de la modelul altitudinal al terenului.

#### a) Sink Drainage Route Detection

 Programul SAGA GIS poate identifica gropile/ microdepresiunile care împiedică scurgerea apelor curgătoare. Pentru a obține acest raster accesăm instrumentul Sink Drainage Route Detection din meniul Terrain Analysis – Preprocessing.

| SAGA [D:\GIS (anul 2)\Semestrul 1\Aplicatii SIG in hidrologie\Pr | oiect_Saga.sprj]              |   | – ø ×             |
|--|-------------------------------|---|-------------------|
| File Geoprocessing Window ?                                      |                               |   |                   |
| 🖻 🖬 🔜 🗣 🚯 🐄 💡  |                               |   |                   |
| Manager  | ×                             | Properties: Sink Drainage                               | Route Detection × |
| 🍬 Tools 🝋 Data 🔚 Maps  | Sink Drainage Route Detection |   | ×                 |
| 🗟 🔷 Table  | Data Objects                  |   | Okay              |
| Channels   | Grids                         | 4 000401, 5067,, 7775,, 415776 421029,, 296211 190599,, | Cancel            |
| Compound Analyses  | Child System                  | 4.999401; 3007X 77239; 413720421030X 300311.1093009     |                   |
| Hydrology  | >> Elevation                  | 01. Dem_decupat_bazin_bistrita                          |                   |
| E- Lighting, Visibility  | << Sink Route                 | <create></create>                                       |                   |
| Morphometry  | Options                       |   | Load              |
| Preprocessing  | Ihreshold                     |   | Save              |
| Fill Sinks (Planchon/Darboux, 2001)                              | Ihreshold Height              | 100   |                   |
| Fill Sinks (Wang & Liu)  |                               |   | Defaults          |
| Fill Sinks XXL (Wang & Liu)                                      |                               |   |                   |
| Section 1  |                               |   |                   |
| Sink Drainage Route Detection                                    |                               |   | Info >>           |
| Sink Removal   | ~                             |   |                   |
|  |                               |   |                   |
| Data Sources   |                               |   |                   |
| File System COBC PostgreSQL                                      |                               |   |                   |
| Local Disk (C:)  |                               |   |                   |
| Local disk (D:)  |                               |   |                   |
| DVD RW Drive (E:)  |                               |   |                   |
|  | >> Elevation                  |   |                   |
|  | Grid (input)                  |   |                   |
|  |                               |   |                   |
|  |                               |   |                   |
|  |                               |   |                   |
|  |                               |   |                   |
|  |                               |   |                   |
|  |                               |   |                   |
|  |                               |   |                   |
|  |                               |   |                   |
| Recognized Files   | ~                             | Apply Restore Ex  | ecute Load Save   |
| reachy   |                               |   |                   |

Fig. 34 Accesarea Sink Drainage Route Detection

#### b) Fill Sink (Wang & Liu)

- Prin această operație se vor crea mai multe rastere: unul în care vor fi umplute acele gropi indicate la punctul anterior, un alt raster care să indice direcția de scurgere (din punct de vedere cardinal) și un altul privind bazinele hidrografice.

| 😵 SAGA [D:\GIS (anul 2)\Semestrul 1\Aplicatii SIG in hi   | drologie\Proiect_Saga.sprj] - [17. Sink Route]   |   | _   |
|---|--|---|---|
| File Geoprocessing Window ?   |  |   |   |
| i 🖻 🖬 🔛 🖼 🚯 🦄 🤶   | Fill Sinks (Wang & Liu)  |   | ×   |
| Manager<br>Tools Data Maps<br>Compound Analyses<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology<br>Hydrology | Fill Sinks (Wang & Liu)   Data Objects Grids Grid system <-> DEM <-< Filled DEM <-< Flow Directions <-< Watershed Basins Dottions Minimum Slope [Degree] | 4.999401; 5067x 7725y; 415726.421038x 386311.189588y<br>01. Dem_decupat_bazin_Bistrita<br><create><br/><create><br/><create><br/>0.1</create></create></create> | X<br>Okay<br>Cancel<br>Load<br>Save<br>Defaults |
| Tool Chains  Data Sources  File System ODBC PostgreSQL  Local Disk (C:)  Local disk (D:)  DVD RW Drive (E:)   | >> DEM<br>Grid (input)<br>Digital elevation model  |   | -   |

Fig. 35 Fill sink aplicat în SAGA GIS asupra MNAT-ului studiat

Pentru Flow direction, celulele au valori cuprinse între 1 și 8 (1=NE, 2=E, 3=SE, 4=S, 5=SV, 6=V, 7=NV și 8=N)



Fig. 36 Direcția de scurgere opținută prin procedeul prezentat

## c) Catchment Area (Parallel)



#### Fig. 37 Obținerea Catchment Area

#### d) Channel Network

| SAGA [D:\GIS (anul 2)\Semestrul 1       | plicatii SIG in hidrologie\Proiect_Saga.sprj] - [21. Catchment area]               |  |                | - 0 >                              |  |  |
|---|--|--|----------------|------------------------------------|--|--|
| File Geoprocessing Map Wi               | dow ?<br>I @ @ #a #a @ I II. #I `> @ @ @ ! > @ @   /                               |  |                | _ 8                                |  |  |
| Manager<br>** Tools 😜 Data 🚰 Maps       |  | 434400 435200 438000 438800 437600 438400 439200     | Properties: Cl | hannel Network<br>Is 🚺 Description |  |  |
| Simulation<br>Spatial and Geostatistics | Channel Network  |  | ×              |                                    |  |  |
| TIN                                     | Data Objects     Grids   |  | Okay           | Channel Network                    |  |  |
| 🖶 🔷 Terrain Analysis                    | 🖻 Grid system  | 4.999401; 5067x 7725y; 415726.421038x 386311.189588y | Cancel         | (c) 2001 by                        |  |  |
| 🖨 🔖 Channels                            | >> Elevation   | 01. Dem_decupat_bazin_Bistrita                       |                | O.Conrad                           |  |  |
| Channel Network                         | > Flow Direction   | 19. Flow Directions                                  |                | n 1.0                              |  |  |
| Channel Network and                     | << Channel Network   | <create></create>                                    | Load           | ta channels                        |  |  |
| Strahler Order                          | << Channel Direction   | <create></create>                                    | Save           | 0                                  |  |  |
| 📲 Valley Depth                          | > Initiation Grid  | 21. Catchment area                                   | Jave           |                                    |  |  |
| 📲 Vertical Distance to Ch               | Initiation Type  | Greater than   | Defaults       | cation grid                        |  |  |
| 🦄 Watershed Basins                      | Initiation Threshold   | 1e+06  |                | Terrain Analysis >                 |  |  |
| Watershed Basins (Exte                  | Divergence   | <not set=""></not>                                   |                | Channels                           |  |  |
| <                                       | Tracing: Max. Divergence   | 5  | Info >>        |                                    |  |  |
| Data Sources                            | > Tracing: Weight  | <not set=""></not>                                   |                |                                    |  |  |
| 🔚 File System   🍓 ODBC 🛛 🚔 Pos          | Shapes   |  |                | ription                            |  |  |
| Aplicatii SIG in hidrolo                | << Channel Network   | <create></create>                                    |                |                                    |  |  |
| 👜 - 📙 Lucru                             | Options  | 01. Channels   |                | derives a channel network          |  |  |
| Analytical Hillshad                     | Min. Segment Length  | < create>  |                | i gridded digital elevation        |  |  |
| Aspect.sgrd                             |  |  |                | initiation options to              |  |  |
| Channel Network B                       | Channel Network Channel Network Channel Network Constraints                        |  |                |                                    |  |  |
| Channel Network L                       |  |  |                |                                    |  |  |
| Channels.shp                            | Shapes (output)  |  |                |                                    |  |  |
| Channels_1.dbf                          | This shapes layer will contain the resulting channel network in vector format (lir | nes).  |                |                                    |  |  |
| Channels_1.shp                          |  |  |                |                                    |  |  |
| Closed Depression:                      | -3·  |  |                |                                    |  |  |
| Convergence Index                       | sqrd Meters  |  | Paran          | neters                             |  |  |

Fig. 38 Obținerea Channel Network (Rețeaua de drenaj)

# e) Watershed Basines

| SAGA [D:\GIS (anul 2)\Semestrul 1 | \Aplicatii SIG in hidrologie\Proiect_Saga.sprj] - [21. Catchment area]<br>indow _ ? |               |          |
|-----------------------------------|---|---------------|----------|
|                                   | ? [ ◆ ◆ 存 存 例 ┗ 冊 \ ┗ ♡ ☆ 30 ┗ 自   ━ ♪  |               |          |
| Manager                           | X 424000 428000 428000 432000 432000 432000 438000 438000 440000                    | Properties: \ | Nater    |
| 🦄 Tools 🝋 Data 🖷 Maps             |   | 🔛 Settin      | gs 1     |
| Simulation                        | Watershed Basins  | ×             |          |
|                                   | B Grids   | Okay          |          |
| Errain Analysis                   | Grid system 4.999401-5067x 7725y 415726.421038x 386311.189588y                      | Cancel        |          |
| Channels                          | >> Elevation 01. Dem decupat bazin Bistrita   |               |          |
| - 🍬 Channel Network               | >> Channel Network 22. Channel Network  |               |          |
| Channel Network and               | > Sink Route 17. Sink Route   | Load          |          |
| Strabler Order                    | < Watershed Basins < create>  | 0             |          |
| Valley Depth                      | Options   | Save          |          |
| Vertical Distance to Ch           | Min. Size 4000  | Defaults      | cati     |
| * Watershed Basins                |   |               |          |
| Watershed Basins (Ext             | 4   |               |          |
| <                                 |   | Info >>       | -        |
| Data Sources                      |   |               |          |
| 🖽 File System 📫 ODBC 📫 Po         |   |               | ripi     |
| 🚊 📕 Aplicatii SIG in hidrolo      |   |               |          |
| 🗈 – 📙 Lucru                       |   |               | -        |
| Analytical Hillshad               |   |               |          |
| Aspect.sgrd                       |   |               | ne       |
| Channel Network                   |   |               |          |
| Channels.dbf                      | Min. Size   |               | he       |
|                                   |   |               | <u> </u> |
|                                   | Minimum size of basin (cells)   |               |          |
| Channels_1.shp                    | Default: 0  |               | bn       |
| Closed Depression                 | dugu  |               | 1        |
|                                   | x-sgro Meters   | Chann         | el       |

Fig. 39 Extragerea bazinelor hidrografice utilizând rasterele obținute anterior



Fig. 40 Vizualizarea rezultatelor în SAGA GIS în urma obținerii bazinelor hidrografice

# f) Channel Network and Drainage Basins

| 😵 SAGA (D:\GIS (anul 2)\Semestrul 1\Aplicatii SIG in hidrologie\Proiect_Saga.sprj] - [24. Watershed Basins [Layout]] |                                     |  |                                       |  |  |  |  |  |
|--|-------------------------------------|--|---------------------------------------|--|--|--|--|--|
| 🖬 File Geoprocessing Layout Window ?   |                                     |  |                                       |  |  |  |  |  |
|  |                                     |  |                                       |  |  |  |  |  |
| Manager  | × b hà zà sà 40 50 60 7             | לה אלה שלה ולה ולה ולה ולה ולה ולה ולה ולה ולה ו     | Properties: Chi                       |  |  |  |  |  |
| 🦄 Tools 🗧 Data Γ Maps  |                                     |  | Settings                              |  |  |  |  |  |
| 🗄 🔷 Table  | Channel Network and Drainage Basins |  | ×                                     |  |  |  |  |  |
| 🖶 🔖 Terrain Analysis   |                                     |  | _                                     |  |  |  |  |  |
| - Schannels  | Data Objects                        |  | Okay                                  |  |  |  |  |  |
| Channel Network  | Grids                               |  |                                       |  |  |  |  |  |
|  | Grid system                         | 4.999401; 5067x 7725y; 415726.421038x 386311.189588y | Cancel                                |  |  |  |  |  |
| Checkles Order   | >> Elevation                        | 01. Dem_decupat_bazin_Bistrita                       |                                       |  |  |  |  |  |
| Vallay Dopth   | < Flow Direction                    | 19. Flow Directions                                  |                                       |  |  |  |  |  |
| Vertical Distance to Ch  | < Flow Connectivity                 | <create></create>                                    | Load 1                                |  |  |  |  |  |
| Watershed Basins   | < Strahler Order                    | <create></create>                                    | Sauce                                 |  |  |  |  |  |
| Watershed Basins (Exte   | < Drainage Basins                   | <create></create>                                    | v Jave                                |  |  |  |  |  |
|  | ⊟ Shapes                            |  | Defaults                              |  |  |  |  |  |
| 🗉 🐟 Hydrology  | << Channels                         | <create></create>                                    | C                                     |  |  |  |  |  |
| 🗈 🐟 Lighting, Visibility   | << Drainage Basins                  | <create></create>                                    |                                       |  |  |  |  |  |
| <  | < Junctions                         | <create></create>                                    | Info >>                               |  |  |  |  |  |
| Data Sources   | Options                             |  |                                       |  |  |  |  |  |
| Elle System A ODBC A Por   | Threshold                           | 5  |                                       |  |  |  |  |  |
|  |                                     |  | ri -                                  |  |  |  |  |  |
|  |                                     |  | · · · · · · · · · · · · · · · · · · · |  |  |  |  |  |
| Analytical Hillshad  |                                     |  | ni:                                   |  |  |  |  |  |
| Aspect.sgrd  |                                     |  |                                       |  |  |  |  |  |
| Channel Network E  |                                     |  |                                       |  |  |  |  |  |
| Channel Network  | Channel Network C Prainage Racins   |  |                                       |  |  |  |  |  |
|  | Grid (optional output)              |  |                                       |  |  |  |  |  |
| Channels.shp   |                                     |  | n                                     |  |  |  |  |  |
| Channels_1.dbf   |                                     |  |                                       |  |  |  |  |  |
| Channels_1.shp   |                                     |  |                                       |  |  |  |  |  |
| Closed Depression:   |                                     |  |                                       |  |  |  |  |  |

Fig. 41 Aplicarea operației Channel Network and Drainage Basins



Fig. 42 Vizualizarea canalelor, juncțiunilor și a ariei bazinului hidrografic



Fig. 43 Rezultate obținute în urma analizei hidrografice din SAGA GIS