

## HARTA GEOMORFOLOGICĂ GENERALĂ REALIZATĂ CU AJUTORUL SIG

Daniel Condorachi<sup>1</sup>

**Key words:** *geomorphology, GIS, digital maps, satellite images, scripts, cartographic symbols*

### Abstract

*Geomorphological maps try to (re)present as accurate as possible various landforms, specific geomorphological processes and their location.*

*The classical use of monochrome cartographic symbols and pattern areas makes the reading difficult, especially in complex areas. The load of symbols are, sometimes, excessive and difficult to draw for small areas, etc.*

*The idea of creating a digital geomorphologic map has appeared while working for my Ph.D. thesis and creating relatively simple thematic maps using a GIS. At that time I wasn't completely aware of the complexity of this enterprise and the huge volume of work. However, the final product, is a very useful dynamic map with a definite personality and versatility and, to our knowledge, the first digital product of this kind in Romania.*

*Various cartographic sources are easy enough to integrate in a GIS and make updates quickly and accurately.*

### Introducere

Relieful nu trebuie privit în exclusivitate, ci se impune căutarea legăturilor funcționale între elementul conducător și celelalte componente ale cadrului geografic. Extinderea destul de mare a arealului cercetat de noi (2.200 km<sup>2</sup>) ne permite individualizarea câtorva subunități fizico-geografice bine conturate.

Din punct de vedere litologic, zona studiată prezintă o cvasiuniformitate litologică cu depozite sedimentare care aparțin în exclusivitate de basarabian, kersonian, meoțian, ponțian, dacian și romanian, la care se adaugă, depozite loessoide (mai ales în jumătatea sudică) și cuaternare. Aceste depozite sunt formate în general din luturi, nisipuri, nisipuri argiloase, argile, cu intercalații subțiri de gresie lumașelică, ușor friabilă, care nu se impune în relief.

Structura monoclinală și rețeaua hidrografică au imprimat trăsăturile generale ale reliefului, fiind definatorii pentru identificarea unor subunități fizico-geografice iar celelalte elemente ale cadrului natural vin să întărească acest aspect, inclusiv componenta antropică.

Relieful, prin caracteristicile morfometrice și morfografice, induce diferențieri climatice, mai puțin vizibile latitudinal cât mai ales altitudinal, cu valori termice ceva mai reduse în jumătatea estică, mai înaltă și cu precipitații ceva mai bogate, influențează și distribuția vegetației și a solurilor.

---

<sup>1</sup> Universitatea „Al. I. Cuza” Iași



Având în vedere aspectele menționate mai sus, în cadrul arealului cercetat de noi am identificat următoarele subunități fizico-geografice, care se încadrează în unitatea fizico-geografică de rang superior - Podișul Bârladului:

- Depresiunea Huși
- Depresiunea Elan
- Dealurile Fălciului

*Depresiunea Huși* – este situată în extremitatea nordică a zonei studiate. Are ca limite, în nord valea Moșnei, cu cuesta Pietrăriei, la est Lunca Prutului, la sud, cuesta Draslavățului, iar la vest valea Lohanului, din Dl. Dobrina și apoi Dl. Lohanului, până în nord-vest unde limita fiind dată de interfluviul Dl. Pribasca (324,6 m), Dl. Tabăra și Dl. Rotarul (338,0 m) până în valea Moșnei (la NE de satul Podolenii de Jos).

Din punct de vedere litologic se caracterizează prin prezența depozitelor basarabiene (format, în cea mai mare parte, din argile, nisipuri, calcare oolitice și gresii oolitice) și kersoniene (constituite dintr-o succesiune de depozite argilo-nisipoase cu intercalații subordonate grezoase și prezintă, foarte frecvent, o structură încrucișată). Primul are caracteristic un nivel de gresie calcaroasă fosiliferă cu mactre mici (calcarul de Șcheia) prezent în cuesta Pietrăriei (pe Moșna) și scade treptat în altitudine, afundându-se spre sudul depresiunii sub talvegul văilor. Limita nordică dintre faciesurile depozitelor chersoniene este linia ce ar uni Vasluiul, NE Tanacu, Bălțați și apoi spre SE spre Huși. La nord de această limită, chersonianul în facies salmastru este substituit de faciesul deltaic, ceva mai argilos față de depozitele de suprafață din restul arealului cercetat. Meoțianul, alcătuit mai ales din depozite nisipoase este localizat doar la nivelul culmilor interfluviale din Dealurile Lohanului, ce constituie limita vestică a acestei subunități fizico-geografice.

Exondarea mai timpurie este reliefată din aspectele morfometrice și morfografice, care evidențiază un relief monoclinal mai evoluat decât restul arealului. Acest lucru este demonstrat cantitativ prin analiza corelativă a integralelor hipsometrice ale bazinelor de ordinul IV din arealul cercetat (în capitolul de relief) și care ne indică un grad mai mare de îndepărtare a materialelor din bazinele din nordul arealului (Depresiunea Huși) și ceva mai mic în zona centrală și sudică a arealului cercetat.

Relieful monoclinal domină această subunitate cu interfluvii prelungi, de tip colinar, adâncimea fragmentării este în mare parte cuprinsă între 40-80 m, și doar în zonele marginale aceasta depășește 100-120 m (în zona cuestei Pietrărie și a Draslavățului). Densitatea fragmentării este, în medie de 0,8 km/km<sup>2</sup>, datorat frecvenței mai reduse a ravenelor. Dintre procesele geomorfologice actuale, dominante sunt eroziunea areolară și alunecările, ravenația fiind subordonată ca frecvență și magnitudine.

Majoritatea cursurilor de apă din depresiune au traseu consecvent, caracter comandat de structura monoclinală, cu regim hidrologic torențial și caracter semipermanent, cu frecvente secări, de unde și prezența unor iazuri, în trecut mai



numeroase, pentru a compensa deficitul de apă din perioadele de secetă. Apele freatice sunt destul de bune calitativ, unele cu debit apreciabil, mai ales la extremitățile subunității (linii de izvoare) folosite de către locuitorii satelor.

Clima este specifică unui areal depresionar, cu dealuri joase, cu temperaturi medii anuale de  $9,8^{\circ}\text{C}$ , ușor mai ridicate chiar decât în sudul zonei cercetate datorat unui relativ microclimat de adăpost generat de cuesta Lohanului și Draslavățului care domină altitudinal Depresiunea Huși.

*Depresiunea Elanului* ocupă partea centrală și sudică a zonei studiate, încadrându-se între Depresiunea Huși, la nord, Lunca Prutului la est, cuesta Horincei la sud și Dealurile Fălciului cu lunca Bârladului la vest. Ca litologie, domină depozitele kersonian-meoțiene pe cea mai mare parte a arealului, iar în sud apar și formațiuni ponțian-daciene. Sedimentarul este foarte puțin diferențiat litologic, cu un facies salmastru al depozitelor chersoniene, cu alternanțe de argile vinete, nisipuri, nisipuri-lutoase și argiloase, și orizonturi subțiri de calcare și gresii oolitice foarte friabile. În partea sudică devin dominante formațiunile mai nisipoase.

Relieful are altitudini reduse, în general sub 220 m, cu aspect colinar, larg vălurat, cu interfluvii mai largi. Pantele sunt în general cu valori mici, excepție făcând zonele cu asimetrii structurale de ordinul I și II (frunțile de cuestă) unde aceasta are valori mai mari ( $> 12-15^{\circ}$ ) și sunt dominante procesele de eroziune în adâncime și apar alunecările de teren. Densitatea fragmentării variază între  $1,5-2,0 \text{ km/km}^2$ . Adâncimea fragmentării este dominată de valorile cuprinse între 40-80 m, doar în arealele de cuestă depășind 100 m.

Clima are un caracter secetos, cu temperaturi medii anuale cuprinse între  $8,9-10,2^{\circ}\text{C}$  precipitații în general scăzute ( $460-480 \text{ mm/an}$ ), au caracter torențial, ca de altfel pe întreg teritoriul cercetat, unde sunt specifice topoclimatele de interfluvii largi și de versanți, divers orientați. Vânturile sunt dominante pe direcția impusă de relief, pe direcția NV-SE.

Rețeaua hidrografică este în cea mai mare parte consecventă, excepție făcând cursul mijlociul al Elanului care este subsecvent, Mihoanea, ș.a. Afluenții de ordinul II și III sunt, de regulă, consecvenți. Debitele apelor sunt reduse, secând deseori vara, alimentarea acestora fiind de tip pluvio-nivală. Apele freatice au o mineralizare destul de mare, de unde și apariția arealelor sărăturate, mai ales în lunci.

*Dealurile Fălciului* ocupă partea estică a regiunii studiate având ca limite la nord Depresiunea Huși, la est Depresiunea Elan, la sud valea Jeravățului, la vest valea Bârladului și nord-vest valea Crasnei și a Lohanului.

Din punct de vedere litologic, constituția este asemănătoare cu cea din Depresiunea Elanului, cu mențiunea că domină depozitele meoțiene (nisipoase) în treimea nordică, depozite kersonian-meoțiene în treimea centrală, iar în sud, depozitele ponțian-daciene care suportă, în treimea sudică, depozite romaniene, unde se remarcă Pietrișurile de Bălăbănești.

Această subunitate prezintă altitudinile cele mai ridicate din întreg arealul cercetat  $280-350 \text{ m}$ . Se remarcă compartimentul nordic al acesteia, unde domină Cuesta

Lohanului (Dl. Curteni – 375,9 m, Dl. Dobrina – 362,7 m, ș.a.), cu energii de relief în unele areale de peste 140 m, cu aspect puternic colinar, cu versanți având declivități relativ mari (15-25°), văile ceva mai înguste decât în celelalte subunități, cu multe frunți de cuestă de ordinul I și II. Procesele geomorfologice dominante sunt eroziunea areolară, ravenația și alunecările de teren.

În zona de tranziție între compartimentele nordic și sudic se remarcă o ușoară scădere a altitudinii generale a axului deluros (240-260 m), posibil a fi indusă și de către cursul obsecvent al Idriciului, exemplu elocvent de captare din Podișul Moldovei și care izolează un areal de o remarcabilă netezime, de lărgime apreciabilă – Platoul Idrici.

Compartimentul sudic prezintă altitudini ceva mai reduse, relieful are aspect colinar-deluros, este ceva mai tânăr decât compartimentul nordic, mai timpuriu exondat. Aspectul mai deluros este condiționat, într-o bună măsură și de substratul dominant nisipos al acestui compartiment, care a permis crearea unei rețele hidrografice vag radiare, având ca zonă centrală un masiv deluros mai compact cu altitudini de cca 300 m (Dl. Drăghieni – 303 m, Dl. La Colțul Ghiresii – 300,3 m, Dl. Schineni – 310,3 m ș.a.). Succesiunile de cueste din bazinul Bârladului dau o notă specifică acestui compartiment sudic (Idrici, Pietrișoara, Banca, Bujorani, Zorleni și Jeravăț – aceasta din urmă constituind și limita sudică a arealului cercetat). Se remarcă densitatea foarte mare a ravenelor, unele de dimensiuni apreciabile, apariția și evoluția lor rapidă fiind favorizată de substratul dominant nisipos.

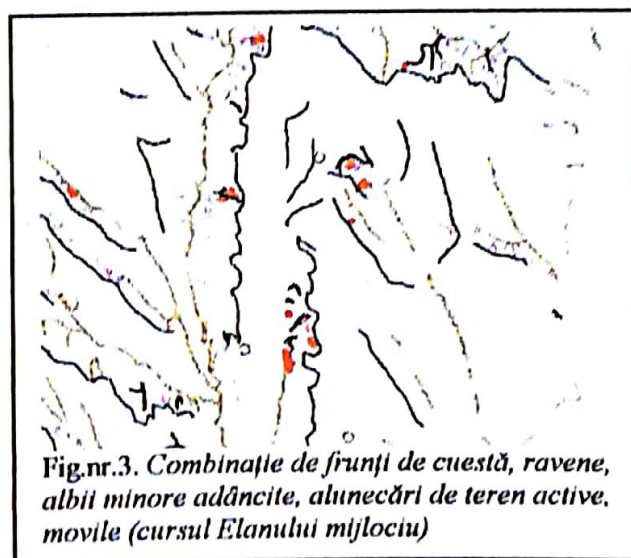
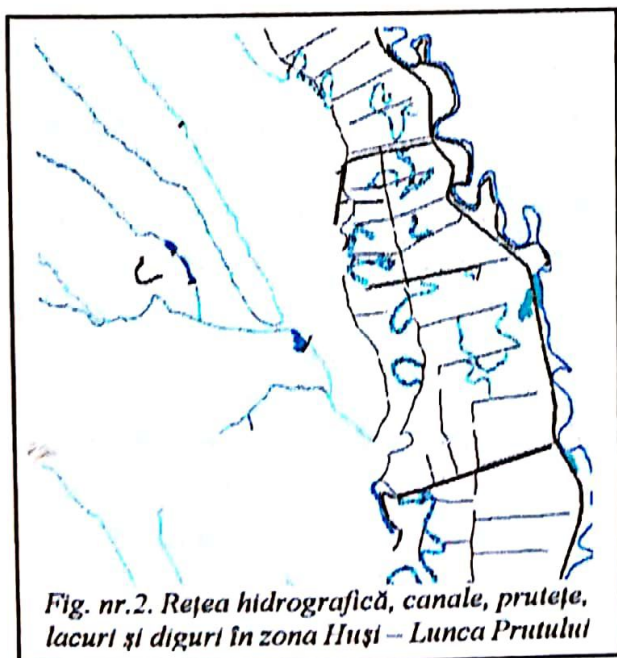
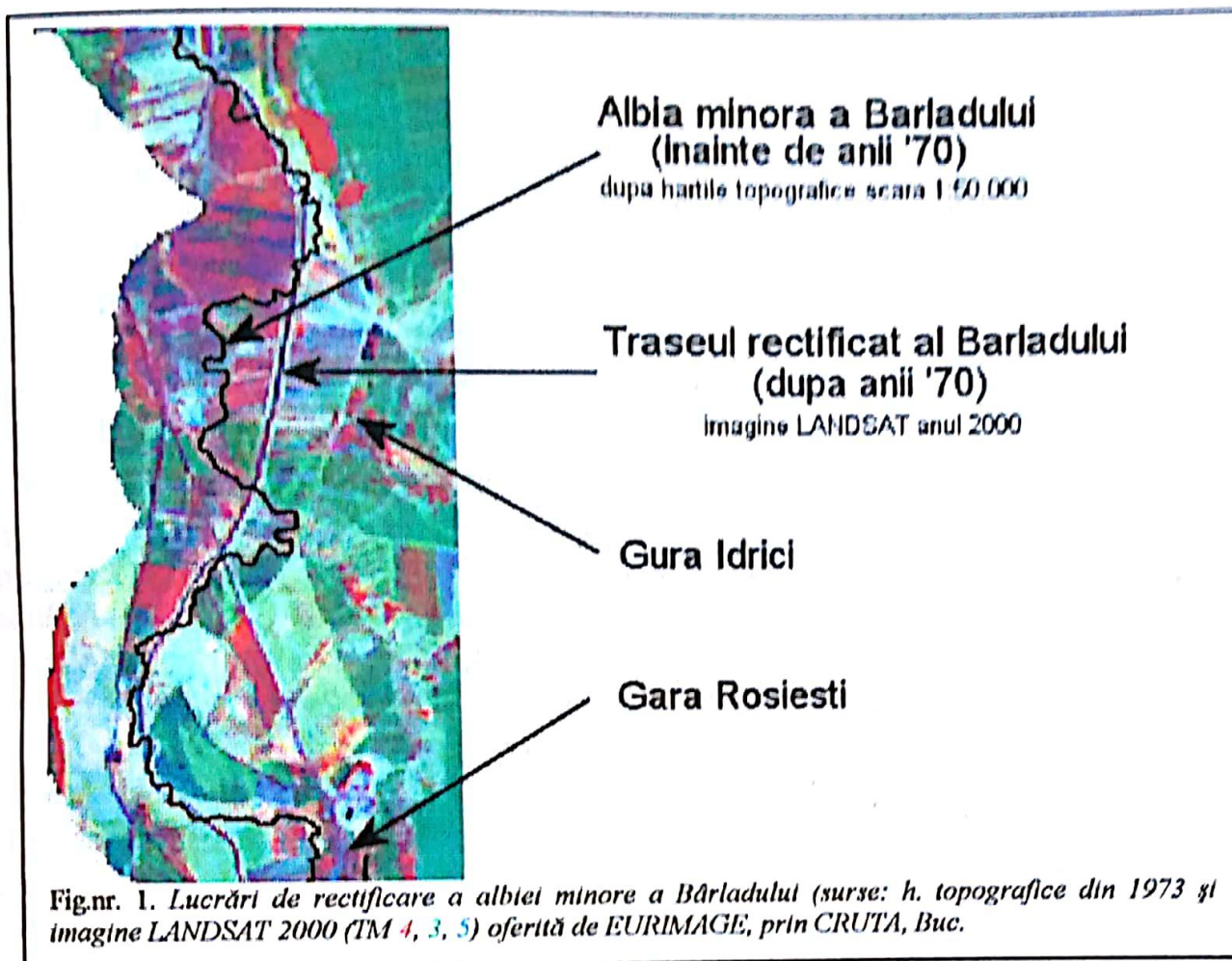
Relieful imprimă în această subunitate, o diferențiere climatică ceva mai clară față de celelalte subregiuni, cu temperaturi medii anuale de cca 8,4°C pe culmile cele mai înalte și precipitații de cca 560-580 mm. Vânturile dominante sunt pe direcția NE-SV, dar prezența văii largi a Bârladului reorientează parțial masele aer pe direcția N-S.

Rețeaua hidrografică care drenează această subunitate fizico-geografică aparține bazinelor hidrografice Prut (prin colectorul principal – Elanul) și Bârlad. Se remarcă traseele subsecvente și obsecvente ale afluenților Bârladului care segmentează lunga cuestă a Bârladului, cu profile longitudinale mai abrupte și lungimi mai scurte, iar pentru cei ai Elanului, orientarea aproape constant consecventă, lungimi mai mari (Vutcani, Bujorani, Oțeleni, Barboși, Culubăț etc.) unele dintre aceste râuri având și mici iazuri.

### **Metodologia de lucru**

Realizarea hărții geomorfologice generale s-a sprijinit pe surse diverse, baza constituind-o fondul topografic la scara 1:50.000, ediția 1973, apoi unele hărți topografice la scara 1:25.000, modelul numeric al terenului, harta geologică digitală, hărțile morfometrice și morfografice realizate anterior, rețeaua totală de drenaj, cartări de teren, imagini SPOT (1996) și LANDSAT (1990, 1996, 2000) oferite pentru cercetare de EURIMAGE, prin CRUTA, București.







Datorită faptului că sistemul internațional de reprezentare a formelor și proceselor geomorfologice nu avea în vedere posibilitățile digitale de realizare a semnelor convenționale am fost nevoiți să adaptăm aceste semne după posibilitățile pachetului de programe SIG în vederea realizării hărții geomorfologice generale. Pentru unele semne convenționale au fost create scripturi sau modificate cele din biblioteca software-ului folosit (Microimages TNTMips).

Unele semne convenționale hibride, ca aspect grafic, au fost realizate separat, sau regrupate, dat fiind conceptul SIG de a lucra cu obiecte clar definite, rastere și vectori (poligoane, puncte, linii).

Pentru o manipulare mai ușoară a obiectelor și a lucra cu fișiere cât mai mici, harta geomorfologică este integral realizată în format vectorial, excepție făcând fundalul (background-ul) care este reprezentat de o imagine raster (în tonuri de gri) a iluminării reliefului, folosită pentru a da mai multă plasticitate hărții (prin efectul de transparență a celorlalte straturi tematice).

Arealele color au, în funcție de poziția lor în arhitectura hărții (specifică SIG, de tip „sandwich”), diferite grade de transparență, care permite o vizualizare bună a tuturor elementelor afișate.

Pentru un bun management al datelor au fost realizate straturi tematice separate pentru fiecare formă de relief sau proces geomorfologic (peste 25), enumerăm doar câteva dintre ele: panta, expoziție, suprafețe structurale, alunecări de teren (active, inactive, fiecare având delimitate perimetrul, cornișa de desprindere, înălțimea cornișei etc.), ravene și torenți (activi, inactivi, având ca atribute lățimea și adâncimea lor), conuri aluviale, terase (altitudine, vârstă), văi consecvente, subsecvente, obsecvente, văi cu albie minoră, albiile minore adâncite, ș.a.

Fiecărui strat tematic i s-a creat o mică bază de date/atribute și apoi stiluri sau scripturi de afișare cartografică (linii, hașururi, culori, denumiri, etc.) pentru fiecare poligon sau segment de poligon, linie sau segment de linie și punct din straturile tematice.

În mod automat, pachetul SIG creează și o bază de date internă pentru fiecare element, conținând datele statistice ale acestora (arii, perimetre, lungimi, suma și numărul lor, etc.) având valori reale cu cele din teren, care pot fi oricând folosite pentru analize cantitative.

Pentru extragerea elementelor (prin digitizare direct pe monitor) s-a lucrat pe fondul topografic georeferențiat, mozaicat și la o scară relativă de afișare pe monitor de 1:15.000, pentru o cât mai bună detaliere a lor.

Informațiile de pe hărțile morfometrice anterior realizate nu au fost preluate ca atare, ci s-au efectuat diferite operații specifice de aglutinare a unor clase de valori, dizolvări de poligoane, aplicarea unor filtre specifice SIG, selectarea anumitor tipuri de elemente pentru a obține straturi tematice cu suficientă informație dar care să fie și ușor de urmărit, etc. Unele dintre aceste operații sunt extrem de cronofage și a fost necesară reluarea unora dintre ele (prin încercări cu diferiți parametri de operare) până la obținerea unui rezultat satisfăcător pentru fiecare strat tematic.



Suprapunerea tuturor acestor straturi tematice într-o ordine favorabilă vizualizării lor complete, rezultă într-un ansamblu care reprezintă harta geomorfologică generală. Bineînțeles că se pot afișa, selectiv, doar unele din aceste straturi tematice, în funcție de necesități, de evidențierea anumitor forme sau procese geomorfologice, etc.

Unele elemente au fost actualizate folosind imagini LANDSAT și SPOT cele mai reprezentative fiind modificările albiilor minore, crearea de noi lacuri de acumulare, identificarea zonelor cu exces de umiditate etc.

Mai jos prezentăm câteva extrase din metodele folosite precum și unele combinații de straturi tematice și mostre din harta geomorfologică generală.

### **Concluzii**

Câteva din avantajele unei astfel de hărți geomorfologice generale digitale realizată în mediu SIG sunt:

- posibilitatea utilizării unei palete largi de surse cartografice (analoge și digitale), informații din teren (minute, schițe), date preluate de GPS, de stații totale, din imagini satelitare cu diferite rezoluții (ORBVIEW, IKONOS, ASTER, SPOT, LANDSAT, etc.), imagini radar, aerofotograme;
- precizia datelor, formelor și fenomenelor afișate (spațial și dimensional);
- posibilitatea extinderii bazei de date pentru fiecare element sau proces;
- actualizarea selectivă și rapidă a elementelor sau proceselor care ne interesează (datorită realizării hărții pe straturi tematice);
- evitarea redesenării întregii hărți geomorfologice, deci economie de timp;
- afișarea selectivă a straturilor tematice sau afișarea informațiilor prin interogare complexă între straturi;
- utilizarea straturilor tematice în analiza integrată fizico-geografică;
- utilizarea în realizarea unor hărți de risc și hazarde;
- în amenajarea teritoriului și localităților;
- hărți turistice;
- etc.

Avantajele incontestabile ale hărților geomorfologice digitale (și a altor hărți tematice) rezidă în versatilitatea afișării informațiilor disponibile, crearea și actualizarea cu ușurință a unei baze de date specifice (lungimi, adâncimi, suprafețe, atribute calitative) rapida actualizare dimensională a diferitelor procese geomorfologice (alunecări de teren, ravenație etc.), precizia localizării acestora, analiza corelativă cu alte componente fizico-geografice (alcătuire și structură geologică, aspecte morfometrice, climatice, hidrologice, utilizarea terenului etc.), executarea de interogări complexe cu acestea și posibilitatea delimitării mult mai precise a arealelor supuse diferitelor riscuri geomorfologice, hidrologice etc.



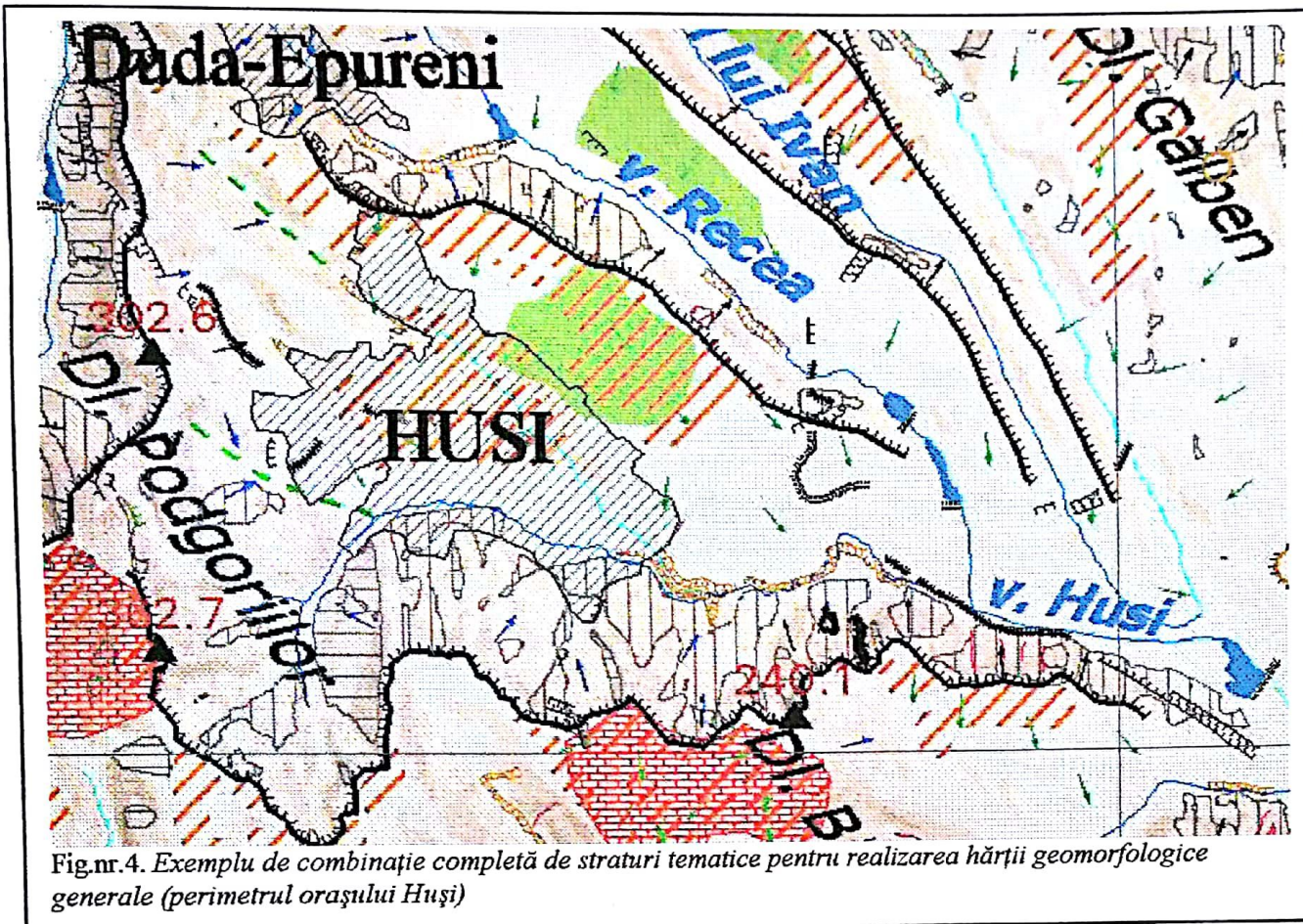


Fig.nr.4. Exemplu de combinație completă de straturi tematice pentru realizarea hărții geomorfologice generale (perimetrul orașului Huși)



**Bibliografie selectivă**

- Burrough P., McDonnell Rachael (1998)** - *Principles of Geographical Information Systems*, Oxford University Press, Oxford
- Condorachi, Daniel, (1999)** - *MNT - instrument de analiză morfometrică a reliefului*, An. St. ale Univ. „Al. I. Cuza” Iași, tom XXI, s. II, c. Geografie, 2000, ISSN 1223-5334
- Donisă V., Donisă I. (1998)** - *Dicționar explicativ de teledetecție și sisteme informaționale geografice*, Ed. Junimea, Iași.
- Ichim, I., Rădoane, Maria, Rădoane, N., Surdeanu, V., AmăriucăI, M., (1979)** - *Problems of meander geomorphology with particular emphasis on channel of the Bîrlad River*, Rev. Roum., Géol., Géoph. et Géogr., Géographie, tom. 23, București.
- Ionită, I., (2000)** - *Relieful de cuate din Podișul Moldovei*, Edit. Corson, Iași.
- Maguire D.J., Goodchild M.F., Rhind D. (1991)** - *Geographical Information Systems: Principles and Applications*, Longman Scientific and Technical.
- Rădoane, Maria, Ichim I., Rădoane, N., Dumitrescu Gh., Ursu, C., (1996)** - *Analiza cantitativă în geografia fizică*, Ed. Univ. „Al. I. Cuza”, Iași.
- Rădoane, Maria, Rădoane, N., Ichim, I., Surdeanu, V. (1999)** – *Ravenele. Forme, procese, evoluție*, Ed. Presa univ. clujeană, Cluj-Napoca.
- Thornbury, W., (1969)** - *Principles of Geomorphology*, Wiley, New York.
- Vârlan, M., Donisă, V., (1993)** - *On the morphometry of the Bîrlad flood-plain*, Analele Șt. ale Univ. „Al. I. Cuza”, s. II. c., Geografie, tom XXXVIII - XXXIX, Iași.
- \*\*\* (1972) - Hărțile topografice scara 1:50.000 și 1:25.000
- \*\*\* (1996) – Hărțile topografice scara 1:50.000 și 1:25.000
- \*\*\* (1965) – Hărți cadastrale scara 1: 5.000 (pentru confluența Elan-Prut)
- \*\*\* Imagini LANDSAT TM5 din anii 1990, 1996, 2000 (oferite pentru cercetare de EURIMAGE prin CRUTA, București)
- \*\*\* Imagini SPOT din anul 1996 (oferite pentru cercetare de EURIMAGE prin CRUTA, București).
- \*\*\* (1996) - *Dinamica peisajului geografic din Podișul Bârladului*, contract nr. 5011/254/1996 – Cercetări asupra dinamicii peisajului geografic din Moldova extracarpatică pentru stabilirea categoriilor de favorabilitate economică și de protecție a mediului, director grant – Prof.univ.dr. Ion Bojoi