

# Cartografierea geomorfologică. Evoluție și tendințe

Maria RĂDOANE, Ionuț CRISTEA, Nicolae RĂDOANE

Departamentul de Geografie, Universitatea "Stefan cel Mare" Suceava

**Key words:** concepții de cartografiere, legende geomorfologice, harta geomorfologică generală, GIS

**Abstract.** Dacă urmărim opiniile exprimate de cele mai recente studii și preocupări în domeniu, dar și propriile observații acumulate de-a lungul carierei, constatăm că în ultimele două decenii cartografierea geomorfologică ca disciplină științifică a intrat sub un con de umbră. Motivele sunt mai multe, dar am selectat două în principal: (1) cartografierea geomorfologică este o activitate costisitoare și mare consumatoare de timp și (2) cartografierea geomorfologică s-a concentrat mai mult pe teme și aplicații decât pe hărți complexe cu abordare holistică. Este surprinzător că declinul cartografierii geomorfologice coincide cu puternica dezvoltare a tehnicilor GIS; hărțile geomorfologice bazate pe cartografierea tradițională au început să fie neglijate în schimbul posibilităților de combinare cu baza de date GIS.

În lucrarea de față ne propunem să atragem atenția asupra faptului că prin neglijarea de către geomorfologi a domeniului cartografierii reliefului s-a ajuns în prezent la realizări cartografice mediocre intitulate pompos hărți geomorfologice. Chiar dacă hărțile folosesc metoda tradițională de reprezentare simbolistică a formelor de relief sau softurile din platforma GIS, rezultatul arată că nu există o cunoaștere a normelor metodologice de întocmire a hărților geomorfologice. Acestea, de regulă, ni le însușim în anii de pregătire universitară. Vom prezenta mai multe exemple concludente în acest sens.

În partea a doua a lucrării ne propunem să oferim un model de cartografiere geomorfologică folosind tehnicile moderne de care dispunem în prezent, dar cu o foarte atentă respectare a criteriilor de reprezentare cartografică a formelor de relief. Vom încerca să oferim un răspuns la întrebarea dacă platforma de softuri GIS este fezabilă pentru o construcție a hărții geomorfologice generale. Pentru aceasta vom prezenta o aplicație concretă asupra unui sector din valea Putnei vrâncene. Comentariile și discuțiile finale privind aplicațiile vor ajuta la găsirea celei mai potrivite exprimări grafice ale distribuției formelor de relief, astfel încât cartografierea geomorfologică să fie larg folosită de tinerii cercetători.

## 1. Introducere

Hărțile reprezintă componente fundamentale ale investigației geografice. Importanța lor a fost recunoscută cu mult timp în urmă dacă amintim vechiul proverb chinezesc: „o hartă valorează o mie de cuvinte”. Pe măsură ce informația prezentată pe o hartă devine complexă sunt necesare multe cuvinte pentru a reda varietatea spațială în care un fenomen geografic se poate desfășura. Or, utilizarea hărții elimină acest neajuns; cu atât mai mult pentru geomorfologie unde, așa cum vom vedea, distribuția spațială a formelor de relief trebuie să implice multe atribute, iar tabloul final se desfășurează și mai complicat.

De peste o sută de ani hărțile geomorfologice au fost folosite pentru a ilustra distribuția spațială a formelor de relief și a proceselor geomorfologice, metoda cartografierii reliefului fiind piatra de încercare a oricărui geomorfolog. Ne-am fi așteptat ca în virtutea vechiului proverb chinezesc citat mai sus, hărțile geomorfologice și metoda cartografierii geomorfologice să capete o dezvoltare justificată de progresele enorme făcute în domeniul tehnicilor moderne (de culegere a informației din teren, de transmiterea acestora la mare distanță, de crearea de hărți mult mai atractive și mai ușor de citit de către utilizatori). Ori, dacă urmărim producțiile științifice din străinătate și de la noi, cel puțin pentru ultimii 20 de ani, observăm cu mare regret cum harta geomorfologică a fost aproape eliminată din preocupările cercetătorilor geomorfologi, fie ei consacrați sau la început de drum. Poate cea mai evidentă tendință a acestui fenomen se face remarcată în lucrările de doctorat elaborate (pe care le-am urmărit noi înșine în ultimile două decenii în România); tinerii care obțin doctoratul în geografie cu o teză de geomorfologie au o mare reticență (cu unele excepții) în elaborarea unei hărți geomorfologice pentru arealul lor de investigație. Acest fenomen crează multă îngrijorare pentru soarta domeniului nostru, știut fiind că metoda de bază prin care se manifestă obiectivul fundamental al geomorfologiei este cartografia formelor de relief.

Motivele pentru care cartografierea geomorfologică ca disciplină științifică a avut rezultate relativ modeste în ultimii 20 de ani se pare că sunt de natură economică: cartografierea geomorfologică detaliată este o activitate costisitoare și mare consumatoare de timp ([Gustavsson et al., 2006](#)). Rezultatul a fost că numeroși oameni de știință s-au orientat spre elaborarea de hărți tematice cu aplicabilitate imediată și au neglijat hărțile complexe cu abordare holistică. Alți autori, dimpotrivă, consideră că utilizarea hărților și cartografierea geomorfologică sunt supuse unui intens proces de renaștere ([Vitek et al., 1996](#)) datorită apariției noilor tehnici asistate de computere.

Este surprinzător totuși că procesul de cartografiere geomorfologică nu a ținut pasul cu puternica dezvoltare a tehnicilor GIS, timp în care s-au neglijat posibilitățile noi ce rezultă din combinarea unei baze de date GIS cu legenda geomorfologică tradițională bazată pe cartografierea în teren a formelor de relief. Se pare că și aici, așa cum vom vedea și din capitolele următoare, experții geomorfologi au pierdut ritmul de dezvoltare impus de experții GIS pentru cercetarea terenurilor; s-a ajuns ca producerea hărților în care relieful este obiectul central să fie făcută de specialiști în alte domenii care nu au nici o legătură cu geomorfologia ([van Wasten et al., 2003](#)). Asta nu înseamnă că și calitatea lor este adecvată.

Mirați noi înșine de această stare de lucru am căutat să ne aducem contribuția încă din 2007 ([Rădoane, Rădoane](#)) la revigorarea interesului cercetătorilor români pentru cartografierea geomorfologică, rezultatul fiind unul cu semnal pozitiv în literatura de specialitate. S-au republicat preocupări mai vechi de certă valoare ([Posea, 2008](#)), s-au adus contribuții noi în aplicații GIS pentru harta geomorfologică ([Mihai et al., 2008](#); [Niacșu, 2009](#); [Condurachi, in press](#)).

În același spirit, ne-am propus în lucrarea de față să continuăm demersul de creștere a interesului din partea specialiștilor pentru harta geomorfologică, dar și a diverselor categorii de utilizatori, propunând o succintă radiografie a evoluției acestei metode de cercetare și să explorăm, în final, o manieră modernă de cartografiere a terenurilor folosind tehnicile GIS. Structura unei astfel de abordări este următoarea: a) prezentarea evoluției concepțiilor de cartografiere a reliefului; b) discutarea unei legende geomorfologice care să poată fi aplicată în contextul platformei GIS; c) aplicații proprii de cartografiere geomorfologică în sistem GIS.

## 2. Evoluția concepțiilor de cartografiere a reliefului

Istoria hărților geomorfologice a fost pe larg prezentată în mai multe lucrări recent apărute (Posea, Cioacă, 2003; Gustavsson, 2005; Gustavsson et al., 2006; Posea, 2008; Mihai et al, 2008; Finkl et al., 2008). În plus la aceste treceri în revistă, am realizat noi înșine un referențial al cartografierii geomorfologice cu accent privind elaborarea legendei geomorfologice în România (Martiniuc, Băcăuanu, 1963; Martiniuc, 1971; Ungureanu, 1978; Ichim, 1979; Grigore, 1981; Posea, Badea, 1980; Posea et al., 1987; Popescu, Ielenicz, 2000). Aceste puncte de vedere au fost corelate cu principalele evoluții internaționale în elaborarea legendei geomorfologice.

Până spre sfârșitul anilor 1940 descrierea unei forme de relief sau ansamblu de forme de relief se făcea aproape exclusiv prin rapoarte scrise. Din cauza lipsei unei terminologii precis definite era extrem de dificil, dacă nu chiar imposibil, să se facă comparații inteligibile între lucrările făcute în diferite părți ale lumii. Așa numitele „hărți fiziografice” care adesea au însoțit aceste rapoarte erau de redusă utilitate, deoarece nu au rezultat în urma unei cercetări sistematice de teren și au fost construite pentru a ilustra concluziile autorului (St-Onge, 1968).

Este surprinzător că ideea construirii unui sistem de cartografiere care să permită comparații exacte nu a venit prea curând. Se pare că aceasta a apărut după al doilea război mondial când cerințele planificatorilor, agronomilor, inginerilor în construcții civile și industriale și alții au cerut insistent un instrument precis de cunoaștere și evaluare a reliefului.

Hărțile topografice au fost primele hărți care au oferit informații despre relief. Din analiza lor se pot obține numeroase informații despre dimensiunea și extinderea formelor de relief, dar mai puțin privind geneza lor, stadiul de evoluție, relațiile cu structura geologică și depozitele de versant. Prima hartă cu adevărat geomorfologică a fost prezentată de Passarge (1914) în *Morphological Atlas* în scara 1: 50 000 (cit. în *Enciclopedia of Geomorphology, 1968*) cu informații privind pantele, forma văilor, petrografia și tipuri de relief. Abia la Congresul UIG (Uniunea Internațională de Geografie) din 1956 s-a înființat o comisie specială de elaborare a hărții geomorfologice și în 1968 a fost elaborat un sistem de cartografie unificat (cunoscut sub numele de *Unified Key*) pentru cartografierea geomorfologică detaliată. La acest proiect a colaborat un număr important de specialiști din mai multe țări, iar rezultatul a fost publicat în 1972 la Brno (Demek et al., 1972).

Cu toate aceste eforturi, nici până în prezent nu au fost acceptate o formă, un conținut sau o simbolică cartografică care să facă hărțile să fie comparate, chiar și când e vorba de același areal. În schimb, putem aprecia că s-a ajuns la recunoașterea unor principii comune care trebuie să stea la baza hărții geomorfologice. Unul dintre acestea este următorul: **hartă geomorfologică trebuie să redea aspectul exterior al formelor de relief (M), geneza(G) și vârsta (V) lor.** Nicolae Popp a intuit extraordinar această necesitate încă din 1936: *“O hartă morfologică nu e de fapt decât traducerea grafică a unei anumite concepții. Ea nu valorează decât atât cât valorează această concepție”* pe care Klimașevski (1960, 1982, 1990) a concretizat-o astfel: *„Harta geomorfologică trebuie să informeze asupra distribuției formelor de relief sub aspectul dimensiunii, originii și vârstei. Ea trebuie să includă informații morfografice, morfometrice, morfogenetice și morfocronologice”* (p. 267).

Acceptarea unui principiu fundamental al hărții geomorfologice de către majoritatea oamenilor de știință s-a concretizat în cele din urmă cu o legendă cvasi-acceptată (Demek et al, 1972) și cu o producție cartografică impresionantă pentru numeroase regiuni ale Globului.

## 2.1. Cartografierea geomorfologică la nivel internațional

Maniera în care fiecare realizează cartografierea geomorfologică, concret, pe hartă este încă foarte diferit. Pentru a exemplifica situația, ne-am propus să urmărim evoluția celor mai cunoscute sisteme de legende și modul cum acestea ilustrează principiul Morfometrie-Geneză-Vârstă (MGV) enunțat mai sus. Contribuția școlilor de cartografie geomorfologică a fost succint evocată de către [Posea și Cioacă \(2003\)](#) în care, mai mult sau mai puțin, s-au referit și la principiul MGV.

În ce ne privește, am ales să evidențiem modul cum fiecare din școlile importante de cartografie geomorfologică a folosit principiul MGV sau variante ale acestuia (tabel 1).

Tabel 1. Modul cum a fost interpretat și aplicat principiul Morfometrie-Geneză-Vârstă pentru harta geomorfologică detaliată (scări 1:10000 – 1:50000) de cele mai importante școli de cartografie geomorfologică (prelucrare după [St-Onge, 1964](#)).

Denumirea legendei geomorfologice	Autori reprezentativi	Descriere
Legenda rusă	<a href="#">Bașenina et al. (1960)</a>	Fondul general dat de tonuri de gri ce reprezintă <b>litologia (L)</b> . HG se concentrează <b>pe geneză (G) și vârstă (V)</b> , și <b>neglijează morfometria</b> . HG sunt foarte atractive, dar dificil de citit din cauza complexității legendei (500 de simboluri), suprapunerii culorilor, varietatea de umbre. Valoare redusă din pdv practic. <b>Principiul: LGV</b>
Legenda cehoslovacă (sau legenda cehă și slovacă)	Institutul Geografic al Academiei de Științe din Praga (1963)	Legenda se bazează pe clasificarea genetică Relieful grupat în 4 mari cap: structural, denudational, acumulativ și antropogenic <b>Geneza</b> = prin culoare <b>Vârsta</b> = indici peste culori Lipsește <b>informația morfometrică</b> . <b>Principiul: GV</b>
Legenda poloneză	Institutul Geografic al Academiei de Științe din Cracovia (1950, 1952, 1963)	Polonezii au creat cele mai atractive, mai clare și mai ușor de citit hărți geomorfologice <b>Fondul:</b> umbre de culoare pentru 3 valori de pantă (sub 4°, 4 - 20°, peste 20°) <b>(M)</b> <b>Varsta:</b> prin culoare doar trei perioade: Neogen, Pleistocen, Holocen ( <b>V</b> ) <b>Geneza:</b> prin simboluri cu diferite culori ( <b>G</b> ) Nu au nici o referire la informația litologică <b>Principiul: MGV</b>
Legenda franceză	Centrul de Geomorfologie Aplicată Strasbourg (1962)	Fondul este dat de <b>litologie</b> prin culori ( <b>L</b> ) <b>Geneza</b> - simboluri suprapuse peste culorile litologice ( <b>G</b> ) <b>Vârsta</b> reliefului - prin culori ale simbolurilor pe 8 clase din "Neocen" până în prezent ( <b>V</b> ) <b>Lipsește informația morfometrică</b> Harti greu de citit ptr ca se suprapun culorile simbolurilor cu cele ale litologiei <b>Principiul: LGV</b>
Legenda belgiană	<a href="#">Gullentops (1964)</a>	<b>Pantele</b> = prin hasuri de diferite intensități cf. cu valoarea pantei ( <b>M</b> ) <b>Geneza</b> = culoarea simbolurilor ( <b>G</b> ) <b>Varsta</b> = tente de intensitate ale aceleși culori ( <b>V</b> ) Litologia formelor de origine sedimentară = puncte de diferite dimensiuni ( <b>L</b> ) Aceste hărți sunt dificil de realizat prin tehnici tradiționale dar sunt fezabile în tehnicile moderne <b>Principiul: MGVL</b>
Legenda unificată (Unified Key)	Demek et al. (1972)	<b>Geneză</b> = culoarea simbolurilor ( <b>G</b> ) <b>Pantele</b> = tente de gri ( <b>M</b> ) <b>Vârsta</b> = simboluri ( <b>V</b> ) <b>Principiul: GMV</b>

Din această sinteză reținem faptul că toate contribuțiile importante internaționale sunt preocupate să respecte un principiu fundamental al hărții geomorfologice, acceptat de comunitatea științifică încă din 1968, și anume, Morfometrie, Geneză și Vârstă. Se remarcă totuși mici variații pe această temă și anume, unele legende includ și prezentarea litologiei (legenda belgiană), sau înlocuiesc morfologia cu litologia (legenda rusă și franceză) sau renunță de tot la cele două entități, păstrând doar geneza și vârsta (legenda cehoslovacă). Legenda poloneză a fost apreciată la vremea respectivă (St-Onge, 1964) că este la originea celor mai expresive, mai atractive și mai clare hărți geomorfologice.

O atenție specială trebuie să acordăm *legendei unificate* (Demek et al., 1972) care a reușit să îmbine în jurul unui concept clar complexitatea formelor de relief și, în prezent, formează baza pentru legenda geomorfologică în sistem GIS. Astfel, principalul accent în legendă este pus pe *morfoeneză*, exprimată în zece culori (roșu, maro, violet, roz, galben, ultramarin, negru, gri și albastru). Diferitele forme de relief sunt reprezentate prin 353 de simboluri. Geneza formelor de relief este grupată în 3 categorii reprezentând procesele endogene și 13 categorii reprezentând procesele exogene. Culoarea roșie este rezervată formelor endogene, negru pentru cele biogene/antropogene, gri pentru curbele de nivel și clase de pante, albastru pentru apele de suprafață și rețeau hidrografică. Restul de culori descriu diferite forme exogene erozionale și depozitionale. Pentru a descrie formele de relief cu geneză complexă pot fi folosite două culori, una din ele drept culoare de bază ce indică originea inițială și a doua prin simboluri ce arată transformările ulterioare ale formei de relief. Pantele sunt divizate în 6 categorii de gradienti (0-2°, 2-5°, 5-15°, 15-35°, 35-55° și >55°). Pentru indicarea vârstei formelor de relief se folosește un cod de litere negre. În concluzie, *este singura legendă din cele discutate în care ordinea prezentării celor trei elemente fundamentale pe harta geomorfologică începe cu Geneza, apoi Morfologia și Vârsta*. Acest element îl accentuăm pentru că în harta geomorfologică creată de noi folosind sistemul GIS va fi principiul dominant.

## 2.2. Cartografierea geomorfologică la nivel național

În România, preocupările pentru legenda și harta geomorfologică au fost sincrone cu manifestările de la nivel internațional. Realizările cele mai importante sunt prezentate în ordine cronologică într-un tablou centralizator (tabel 2).

Tabel 2. Principalele realizări în cartografia geomorfologică românească

Realizarea cartografică	Sursa	Descriere
<b>1960</b> Harta geomorfologică a României 1:1000000	Monografia geografică (1960) Autori: P.Coteț et al.	Fondul general = structura și litologia prin culori și hasuri ( <b>L</b> ) Varsta = complexe geomorfologice prin tente de culori și hasuri ( <b>V</b> ) Geneza = lasată în plan secundar, descrisă în casuta legendei și prin câteva simboluri diferențiate prin culori ( <b>G</b> ) ( <b>fig. 1</b> )
<b>1964</b> Prima legendă geomorfologică elaborată în România Scara 1:50000	G. Posea, N. Popescu (1964)	Fondul hărții este dat de suprafețe morfogenetice etajate și de versanți ( <b>M</b> ) Vârsta = prin culori ( <b>V</b> ) Geneza = simboluri prin culori diferite ( <b>G</b> ) <i>Eșantionul de hartă realizat de autori accentuează suprafețele plane și înclinate diferențiate prin vârsată și trece în plan secund geneza formelor de relief. (fig. 2)</i>
<b>1976</b> Harta geomorfologică a României 1:1000000	Institutul de Geografie al Academiei Române	Harta pune accent pe morfografie și morfometrie Morfometria = redată prin tente de culoare funcție de treptele de relief ( <b>M</b> ) Varsta = specificată în principalele titluri ale legendei în conformitate cu marile unități morfografice ( <b>V</b> ) Geneza = este trecută în plan secundar, aproape neglijată ( <b>G</b> ) ( <b>fig. 3</b> ).
<b>1971-1978</b>	C. Martiniuc	Geneza reliefului prin 306 simboluri grupate pe culori

Legenda geomorfologică detaliată 1:50000; 1:25000	(nepublicat), I. Ungureanu (1978) prelucrare după Klimașevski (1965)	Hărțile geomorfologice realizate de Ichim et al (1976), Ichim (1979) au avut la bază această legendă
1976-1987 Harta geomorfologică a României 1:200000	L. Badea (coord)	Fondul general al hărții este dat de geodeclivitate (M) Tipul depozitelor superficiale prin hașuri (L) Geneza reliefului – peste 220 simboluri prin culori separate (G) Vârsta reliefului nu este specificată <i>Hărțile rezultate sunt greu de citit, se confundă hașurile structural-litologice cu cele de fragmentare; simbolurile categoriilor morfografice se confundă cu simbolurile genetice</i>
1976 Harta geomorfologică generală 1:50000	I. Ichim N. Rădoane M. Rădoane	Categoriile structurale și litologice (fondul general al hărții) - 15 simboluri (L) Geodeclivitatea – săgeți cu valoarea pantei (M) Geneza – prin 108 simboluri (G) Vârsta – prin litere și cifre (V) <i>Hărțile rezultate (foile Piatra Neamț și Gheorgheni) sunt expresive, dar destul de greu de citit din cauza lipsei culorilor (fig. 4)</i>
1979 Harta geomorfologică generală 1:50000	I. Ichim	Geodeclivitatea = patru categorii de pante (fondul general al hărții) prin tente de culoare (M) Geneza reliefului = simboluri de diferite culori (G), grupate cronologic (V) <i>Harta rezultată (Munții Stânișoara) în 8 culori este expresivă, ușor de citit. Concepția hărții se apropie cel mai mult de principiul MGCV al legendei poloneze (fig. 5)</i>
1980 Harta geomorfologică a României 1:400000	G. Posea, L. Badea	Autorii se declară adepții principiului MGCV prin conturarea exactă a arealului de extindere a diferitelor tipuri de suprafețe morfogenetice sau prin semne convenționale, toate grupate pe categorii de agenți și vârste. Morfologia = curbe de nivel (M) Morfogeneza = delimitarea suprafețelor morfogenetice (G), plane sau înclinate, dominate de un anumit agent și cu o anumită Vârsta (V). <i>Obv. Prea mare subiectivism în aprecierea genezei și vârstei unei suprafețe care de regulă este poligenetică.</i>
2000 Harta geomorfologică generală 1:50000	N. Popescu, M. Ielenicz	Legenda este dominată de aceeași concepție a suprafețelor morfogenetice (Posea, Popescu, 1964). Se renunță la principiul MGCV, punându-se accent aproape exclusiv pe geneza formelor de relief. <i>Obv. Versanții sunt prezentați generic cu tente de culoare pentru trei categorii de pante. Or, tot cu tente de culoare sunt prezentate și alte forme de relief ce intra în categoria de pante considerate pentru versanți (glacisurile terminale de versant, piemonturile etc) ceea ce duce la confuzii, deoarece nu se pot combina două tente diferite de culoare. (fig. 6)</i>

Prima hartă geomorfologică a României este elaborată de un grup de geografi, avându-l în frunte pe Coteț (fig. 1), în cadrul *Monografiei geografice a R.P. Române* (1960). Profund influențată de experiența rusă, harta este dominată de elementul structural și litologic. Pe acest fundal sunt separate unități de relief prin tente de culori și hașuri. Partea genetică a reliefului este lăsată în plan secundar, fiind descrisă vag la căsuța legendei sau printr-o simbolistică sumară în diferite culori (principiul LVG). Această caracterizare nu diminuează importanța primei hărți a reliefului României. Realizată în scara 1: 1500000, este o construcție de mare valoare și deschizătoare de drumuri pentru geomorfologia românească și, în ce ne privește, pentru cartografia geomorfologică.

În 1964 a fost publicată prima legendă geomorfologică generală în România (Posea, Popescu, 1964) (fig. 2). Accentul este pus pe conturarea formelor de relief ca suprafețe morfogenetice etajate (ca suprafețe orizontale și cvasi-orizontale) și ca suprafețe înclinate (versanți), toate separate geocronologic. Peste acestea se suprapun semne ce redau diferite forme genetice de relief reprezentate la scara hărții. În plus, harta cuprinde și câteva curbe de nivel semnificative. Legat de principiile care stau la baza hărții geomorfologice, putem aprecia că cei



doi autori au pus accentul pe morfologie (prin identificarea suprafețelor plane și înclinate și curbe de nivel), apoi vârstă și abia în al treilea rând pe geneză (principiul **MVG**).

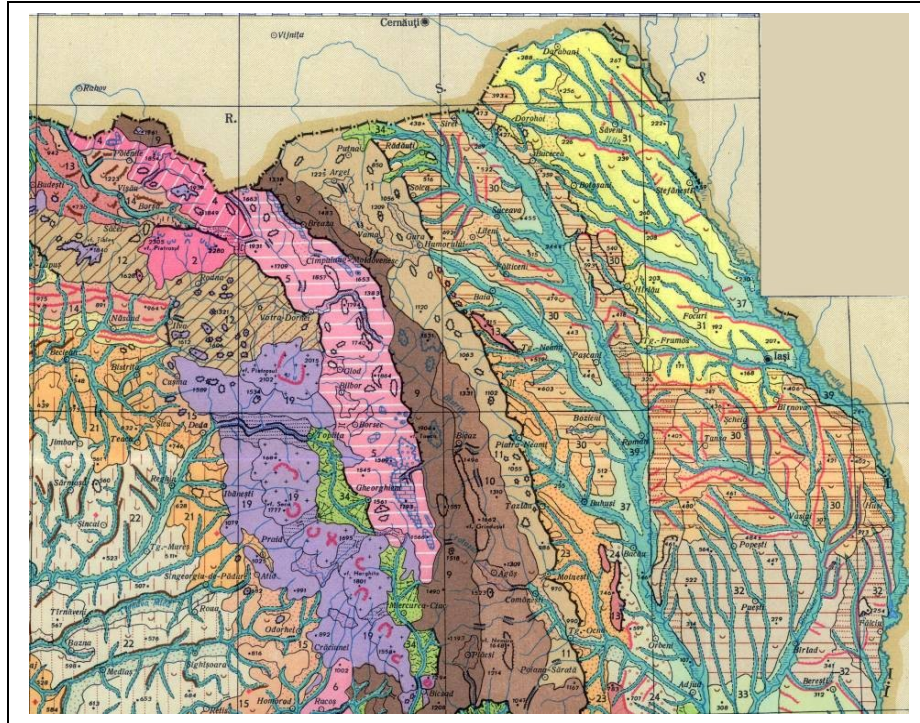


Fig. 1. Extras din Harta geomorfologică a României, scara 1: 1 500 000 (Coteț, 1960).

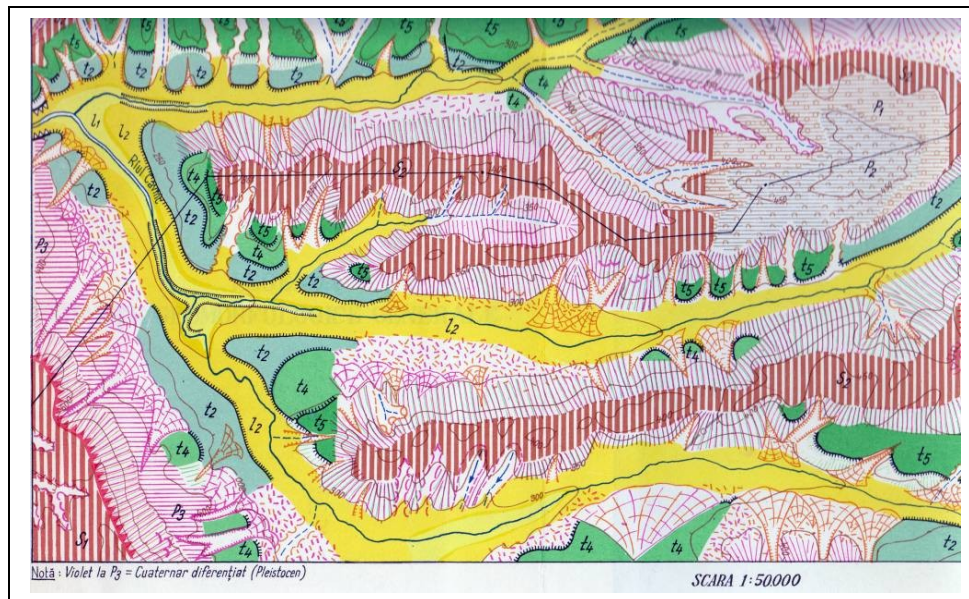


Fig. 2. Extras din Harta geomorfologică generală, 1:50 000 (Posea, Popescu, 1964).



Între 1972-1978, o echipă de geomorfologi de la Institutul de Geografie al Academiei Române, coordonată de Lucian Badea, elaborează *Harta geomorfologică a R.S. România* în scară 1:1000000 (fig. 3). Fondul general al hărții este dat de morfometria reliefului prin tente de culoare în funcție de altitudinea treptelor de relief (**M**). La legendă sunt descrise apoi apartenența fiecărui etaj altitudinal la complexul tectono-structuralo-litologic corespunzător (**L**). În ce privește geneza formelor de relief, problema este enunțată sumar în textul legendei (**G**), iar vârsta, doar la capitolele principale ale legendei (**V**). Astfel, principiul ales este **MLGV**. Interesant de observat că dacă suprapunem arealele principalelor forme de relief identificate și pe o hartă (1960) și pe cealaltă (1978), chiar dacă au fost elaborate pe principii diferite, acestea coincid în proporție foarte mare. Coincidența respectivă a fost deseori comentată malițios în cadrul reuniunilor științifice la vremea respectivă (I. Ichim, comunicare personală).

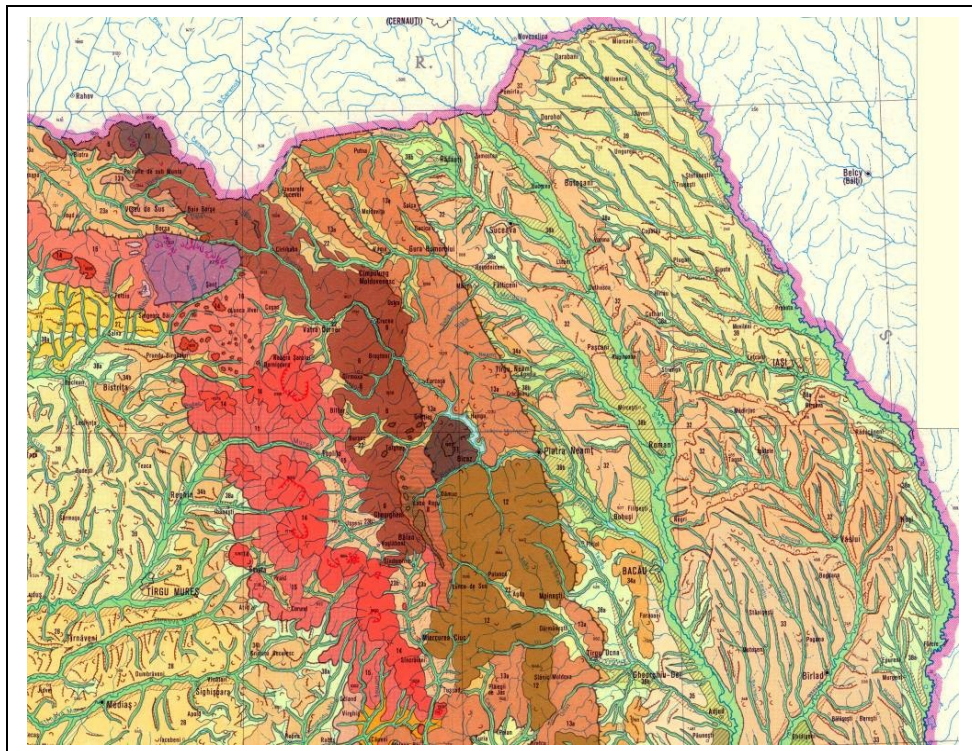


Fig. 3. Extras din Harta geomorfologică a României, scara 1: 1 000 000 (Institutul de Geografie, 1976).

Oricum, preocupările privind acest domeniu de cercetare era unul deosebit de efervescent în toate centrele unde activau geomorfologii, fie universități, institute sau stațiuni de cercetare. În perioada 1971-1978 la Iași, [C. Martiniuc \(1971, manuscris\)](#), [Irina Ungureanu \(1978\)](#) au elaborat legenda geomorfologică detaliată în care principiul fundamental este geneza reliefului reprezentat prin 306 simboluri. De fapt, legenda elaborată este o adaptare după legenda poloneză a lui Klimašewski (1963). Autorii nu au realizat hărți pe baza acestei legende, dar elevii lui Martiniuc au folosit-o în lucrările lor ([Ichim et al., 1976 - fig. 4](#); [Ichim, 1979](#)). Harta geomorfologică a Munților Stânișoara ([Ichim, 1979](#)) (fig. 5) rămâne și în prezent un model de claritate, de logică și profesionalism în cartografia geomorfologică românească. Construită în 8 culori, este expresivă, ușor de citit și respectă principiul MGCV al legendei poloneze.



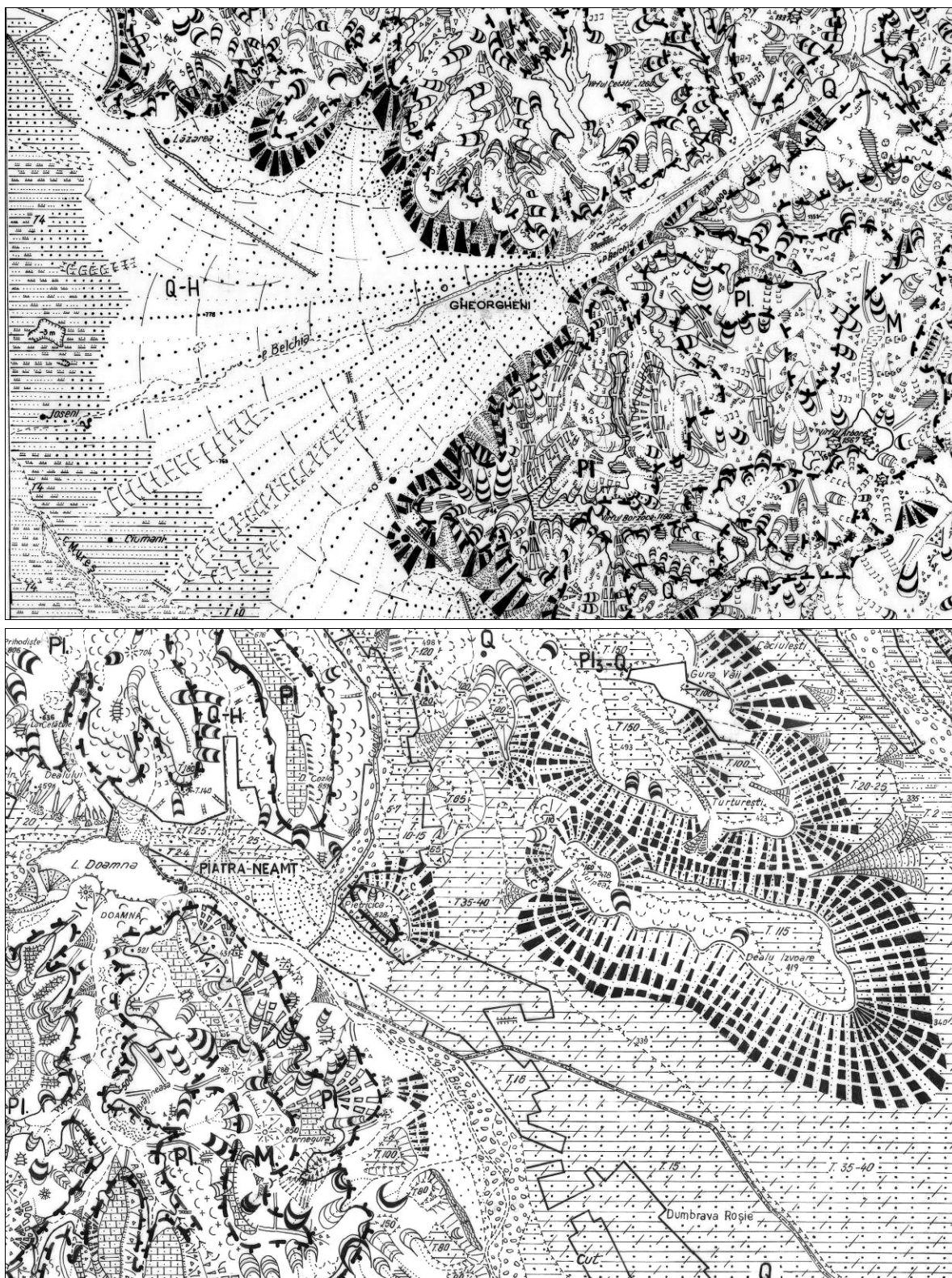


Fig. 4. Extrase din Harta geomorfologică generală scara 1: 50 000, foile Gheorgheni și Piatra Neamț realizate în alb-negru pe baza legendei Martiniuc (1971) (Ichim, Rădoane, Rădoane, 1976-manuscris).







Fig. 6. Extras din Harta geomorfologică generală, 1: 50000, foaia Victoria (Popescu, 2000)

Cu aceasta se încheie trecerea în revistă a celor mai importante realizări cartografice în geomorfologie din România. În ultimul deceniu nu am mai remarcat preocupări pentru harta geomorfologică generală, foarte mulți autori preferând abordarea pragmatică în acest domeniu și anume, realizarea de hărți cu un scop specific. Un exemplu popular în acest sens îl reprezintă hărțile de hazard și risc geomorfologic care se concentrează numai pe acele procese responsabile de hazarduri într-o anumite regiune (Keinholz, 1978; Bălțeanu et al, 1989; Cioacă et al., 1993; Grecu, 2002; Mihai, Șandric, 2004; Armaș, 2006; Mihai et al, 2010; Bălțeanu et al, 2010).

În schimb, din 2006 înapoi se manifestă o preocupare timidă, mai ales, din partea tinerilor geomorfologi (Condurachi, 2006; Mihai et al, 2008), de elaborare a hărții geomorfologice în sistem GIS, în strânsă relație cu manifestările internaționale în domeniu. Dar despre acest fenomen vom discuta în următorul capitol.

### 3. Este GIS o soluție pentru cartografierea geomorfologică?

*Din istoricul internațional și național al elaborării hărților geomorfologice putem reține clar observația generală asupra dificultății în realizarea manuală a unei asemenea lucrări și cum treptat s-a renunțat la construcția hărților geomorfologice generale în schimbul hărților aplicative. Odată cu dezvoltarea softului și diverselor aplicații în GIS din anii '90 s-a trecut, cum era și firesc, către un interes crescut pentru reprezentarea distribuțiilor formelor de relief folosind această platformă (Evans, 1990). Până acum aplicațiile GIS au vizat numeroase domenii în care elemente de relief au fost în centrul atenției, precum: inventarierea formelor de relief (Jakobsen, 2003; Vasiliniuc, Ursu, 2008); analiza pantelor și zonarea hazardelor naturale (Dai, Lee, 2002; Otto, Dikau, 2004; Voiculescu, 2009; Bălțeanu et al., 2010); ordonarea formelor de relief din datele de teledetecție în combinație cu Modelul Digital al Terenului (Bocco et al., 2001; Patriche, 2004; Gaspar et al, 2004). Toate aceste aplicații conțin o bază de date geomorfologică consistentă, mai ales cu privire la morfometria*

teritoriului și care a fost asamblată în sistem GIS. În schimb, nu se manifestă un proiect clar de creare a unei baze de date GIS ce să conțină informații structurate privind morfometria/morfografia, geneza și vârsta reliefului. Mai mult chiar, experții în domeniul geomorfologic au dificultăți în formularea cunoștințelor lor în regulile decizionale necesare în modelarea bazată pe GIS. O analiză în acest sens a fost făcută de [Van Westen et al \(2003\)](#) privind realizarea hărților de susceptibilitate a terenurilor la alunecări. Astfel, s-a constatat că experții GIS sunt nevoiți să ia decizii în lipsa cunoștințelor geomorfologice legate de procesele și tipurile de alunecări. Dacă experții geomorfologi ar umple acest gol, acuratețea hărților de susceptibilitate la hazarde naturale realizate în sistem GIS ar crește de la 52% la 76% și aceasta numai prin adăugarea informației de pe hărțile geomorfologice detaliate ([Van Westen et al., 2003](#)). Din păcate, sistemele de cartografiere geomorfologice bazate pe simboluri nu pot fi ușor folosite în GIS din cauză că ele trebuie să fie transformate în poligoane clasificate înainte de digitalizare. Dacă ar exista reguli de conversie elaborate de experți, atunci informația de pe hărțile geomorfologice clasice ar putea fi transferată în baze de date GIS, funcționale geomorfologic. Or, pentru aceasta ar trebui să fie semnul egal între expertul geomorfolog și expertul GIS.

Cel care și-a propus în mod explicit o astfel de misiune este un autor suedez care, împreună cu echipa sa, au o activitate cu totul remarcabilă în acest sens ([Gustavsson, 2005](#); [Gustavsson et al, 2006](#); [2008](#); [Gustavsson, Kolstrup, 2009](#)). O prezentare destul de detaliată a rezultatelor echipei suedeze a fost făcută în Rădoane, Rădoane (2007) și nu mai revenim aici. Tot în această lucrare am evocat și principalele realizări românești de până acum a hărții geomorfologice în sistem GIS.

Din realizările acestor autori tragem concluzia că la *proiectarea unui nou sistem de cartografiere folosind GIS trebuie ales unul din principiile legendelor geomorfologice clasice*. Am văzut deja că toate gravitează în jurul categoriilor: morfometrie/morfografia - geneză - vârstă – litologie (MGVL). Alegerea combinației de informație ce trebuie să fie prezentată pe harta geomorfologică ține nu atât de subiectivismul autorului, cât de specificul regiunii ce trebuie cartată. De exemplu, o regiune în care domină versanții și panta versanților controlează stabilitatea depozitelor și gradul de activitate a deplasărilor în masă, evident că se poate alege o combinație MGVL sau GMV cu accent pe forma și înclinarea terenurilor. Pentru o astfel de regiune, depinzând și de scara hărții, să mai adaugi și litologia, ar face destul de greu de citit harta. Dimpotrivă, pentru o regiune unde predomină șesurile aluviale, câmpiile de toate tipurile, suprafețele plane se poate alege LGVM, harta rezultată ar fi destul de „luminoasă” ca să suporte și informația privind substratul geologic.

În sistem GIS multe din aceste neajunsuri pot fi depășite prin faptul că o hartă geomorfologică suportă, în spatele ei, oricâtă informație gândim că este necesară (de rocă, de vegetație, de sol, de ape freactice etc) și care nu trebuie neapărat să fie prezentate pe hartă, ci doar în anexele ei (și care țin mai degrabă de puterea computerului și de resursele lui) și pe baza cărora putem face mixajele pe care le dorim ca să ne explicăm un fenomen.

În concluzie, răspunsul la întrebarea retorică de la începutul acestui subcapitol este unul cu putere afirmativ: *platforma de programe GIS este o soluție pentru harta geomorfologică dacă și geomorfologii înșiși sunt pregătiți să o acceseze*. Bagajul de cunoștințe teoretice ale unui geomorfolog și educația pe care o are pentru identificarea în teren a formelor și proceselor sunt de mare necesitate pentru îmbogățirea platformei de programe GIS, pentru experții GIS, condiția fiind ca și experții geomorfologi să fie destul de familiarizați cu principiile informatice ale softului GIS.



Răspunsul la această observație se află în noile tendințe ce se manifestă în prezent în învățământul geografic superior unde tinerii geografi sunt obligați să urmeze cel puțin un curs de inițiere în GIS sau, la nivel și mai înalt, au posibilitatea să urmeze un master doar în acest domeniu. Tot la fel și specializarea prin doctorat. Astfel, putem considera că cel puțin la nivelul tinerei generații, geomorfologii sunt pregătiți pentru expertiză atât în geomorfologie, cât și în platforma de programe GIS și toate acestea pentru binele cunoașterii științifice și soluționării corecte a numeroase probleme practice.

#### **4. Aplicații de cartografiere geomorfologică bazată pe GIS**

În această secțiune a lucrării vom prezenta pașii pe care i-am urmat în realizarea hărții geomorfologice generale folosind tehnicile GIS. Toată documentarea realizată până la acest punct are calitatea de a ordona, simplifica și a conferi greutate întreprinderii proprii în realizarea unui asemenea obiectiv. Din documentarea realizată sunt de reținut câteva linii directoare ale întocmirii hărții geomorfologice generale pe care le enumerăm mai jos (Verstappen, 1970; Klimaszewski, 1982):

(1) Cercetarea de teren în combinație cu analiza aerofotogramelor sunt cerințele recomandate pentru cartografierea geomorfologică;

(2) Cartarea la scări între 1 : 10.000 și 1 : 100.000 reprezintă adecvat relieful și particularitățile lui;

(3) Cartarea trebuie să includă toate aspectele reliefului, respectiv, morfografie, morfometrie, morfogeneză și morfocronologie, în felul acesta va fi înțeles trecutul, prezentul și viitorul evoluției reliefului;

(4) Culoarea și simbolurile sunt folosite pentru a transmite informația prin hartă;

(5) Ordinea cronologică a evoluției formelor de relief trebuie stabilită și înfățișată la legendă și pe hartă;

(6) Litologia ar trebui încorporată în unitățile de cartografiere, atât cât este posibil sau practic;

(7) Legenda hărții trebuie să fie aranjată în ordinea genetico-cronologică;

(8) Hărțile geomorfologice detaliate sunt esențiale pentru dezvoltarea viitoare a geomorfologiei.

În conformitate cu cele arătate mai sus, prima activitate pe care am realizat-o a fost să stabilim care este *cea mai adecvată legendă pentru reprezentarea pe hartă a reliefului României* și după ce principii să ne ghidăm în construirea hărții. Din lista lungă a diferitelor legende prezentată în capitolele anterioare și comentariile ce le însoțesc am considerat că:

##### **4.1. Geneza formelor de relief**

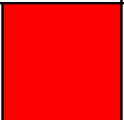
este cea mai importantă trăsătură ce trebuie reprezentată pe o hartă geomorfologică generală. Pentru aceasta este nevoie de simboluri și culori.

##### ***Culoarea***

este cea mai bine captată de ochiul uman și de aceea o folosesc aproape toate legendele pentru a reda geneza formelor de relief. Lista de culori reprezentată în tabelul 3 este una simplificată la culorile de bază (în număr de 11) pentru a putea fi identificate cu ușurință de

ochiul uman. Culorile sunt ordonate pe criteriul genetic al formelor de relief, incluzând agentul, procesul și vârsta. Pentru fiecare culoare am indicat și codurile RGB pentru a indica precis nuanța folosită. Menționăm că unele legende au propus un număr foarte mare de culori, de ex. [Klimașevki \(1965\)](#) are nu mai puțin de 69 de culori și nuanțe pentru a reprezenta geneza, procesul (de construcție sau distrucție) și vârsta formelor de relief. Identificarea acestora pe harta geomorfologică lasă loc la multe confuzii.

Tabel 3. Culorile propuse pentru harta geomorfologică în scara 1:25 000 editată în sistem GIS (în conformitate cu scala internațională de culori ale legendei geomorfologice).

Forme de relief	Agentul	Procesul	Vârsta	Culoarea	Coduri RGB	
(A) Tectonice (B) Vulcanice (C) Structurale	Forțe endogene Forțe exogene (gravitația)	Constructiv Distructiv	Terțiar Pleistocen Holocen	Rosu		254,0,0
(D) Denudationale, (E) Fluvio- denudationale	Gravitația și apa	Distructiv Constructiv	Paleogen Neogen Pleistocen Holocen	Maro		127,51,35
(F) Carstice (G) Sufozionate	Apa de suprafață, subterana	Distructiv/soluție Constructiv	Terțiar Pleistocen Holocen	Oranj închis		251,149,1
(H) Fluviale	Apa curgătoare	Distructiv Constructiv	Terțiar Neogen Pleistocen Holocen	Verde		0,153,0
(I) Fluvio-glaciari	Apa curgătoare pro- și subglaciara	Distructiv Constructiv	Pleistocen Holocen	Oliv		148,151,0
(J) Marine, lacustre	Apa lacustră și marină	Distructiv Constructiv	Pleistocen Holocen	Albastru turcoaz închis		0,168,255
(K) Glaciari	Ghetari	Distructiv Constructiv	Pleistocen Holocen	Violet fucsia		204,0,205
(L) Periglaciare	Inghet-dezghet, zăpada	Distructiv Constructiv	Pleistocen Holocen	Violet deschis		255,201,253
(M) Eoliene	Vantul	Distructiv Constructiv	Pleistocen Holocen	Galben închis		254,180,3
(N) Biogene	Plante, animale	Distructiv Constructiv	Holocen	Kaki mustar		173,129,3
(O) Antropic	Omul	Distructiv Constructiv	Holocen	Negru		0,0,0

### **Simbolurile**

reprezintă cea mai obișnuită modalitate de a descrie genetic o formă de relief și de a generaliza formele de relief prea mici pentru a fi cartate la scară. Simbolurile sunt desenate pentru a sugera cât mai apropiat înfățișarea formei de relief respective. De exemplu, liniile sunt folosite pentru a indica râurile, faliile sau limitele între diferite unități geomorfologice, modelele de hașuri sunt folosite pentru a descrie litologia unei forme de relief (de exemplu, un platou structural pe calcar sau pe gresie este reprezentat prin asemenea modele de hașuri). O problemă cu aceste modele de hașuri este atunci când se desenează în culori prea puternice și prea îngroșate, deoarece tind să domine cealaltă informație reprezentată pe hartă. Un exemplu în acest sens este harta geomorfologică generală [Posea, Popescu \(1964\)](#) (fig. 2) unde hașurile prea

îngroșate reprezentând ”suprafețe morfogenetice plane” lasă cu totul în umbră ”suprafețele morfogenetice înclinate” pentru care se folosesc semne mai puțin îngroșate. Pe de altă parte, modelele de hașuri sunt binevenite atunci când se redă o hartă geomorfologică în alb-negru (exemplu sugestiv sunt hărțile Ichim et al, 1976, foile Piatra Neamț și Gheorgheni, 1:50 000).

Simbolurile utilizate de noi (tabel 4) sunt adaptate după lista simbolurilor publicate de [Klimașewski \(1963\)](#) și prelucrate și adaptate de [Martiniuc \(1978, manuscris\)](#) pentru relieful României. Din această cauză sunt prezentate aici doar 203 simboluri, dintr-o listă de peste 400. Simboluri pot fi create de fiecare autor care cartografiază o regiune și identifică forme de relief ce nu sunt inventariate în această listă. Problema este să se respecte culoarea ce dă cadrul genetic al formei respective.

#### 4.2. Morfometria (descrierea cantitativă a reliefului) / morfografia (descrierea calitativă a reliefului)

Pe hărțile geomorfologice de până acum aceste elemente sunt reprezentate sub forma claselor de pantă și a curbilor de nivel. În sistemul GIS harta topografică scanată și georeferențiată reprezintă harta de bază pentru cartarea geomorfologică, astfel că informația privind curbele de nivel și gradientii de pantă sunt incluși de la început. Prezentarea acestei informații pe harta geomorfologică finală se poate face prin desenarea curbilor de nivel principale folosind culoarea gri; prin crearea unor areale cu nuanțe ale aceleiași culori cu anumite valori de pantă (pentru clasele de pante - [Legenda unificată, 1972](#); [Ichim, 1979](#) sau în funcție de scopul urmărit pentru o anumite regiune); curbe de nivel și săgeți cu vârful în direcția pantei, iar pe săgeată este înscrisă valoarea pantei în grade, folosind culoarea neagră ([Gustavsson, 2005](#)). Discontinuitățile de pantă, undulațiile mici de pe versant sunt arătate prin simboluri în culoarea procesului morfogenetic respectiv. În acest fel harta nu se mai umple cu subdiviziuni de pantă în culori diferite și care ar încălca prea mult.

#### 4.3. Vârsta

este înscrisă pe hartă prin coduri de litere de culoare neagră (tabel 5), urmărind scara timpului geologic (model [Haq, 2006](#), editată de Elsevier). Alți autori combină vârsta cu tipul de roci folosind coduri de litere de culoarea stratului geologic expus ([Gustavsson, 2005](#))

Tabel 5. Scara timpului geologic și codurile de litere și cifre corespunzătoare

Perioada geologică		Codul
Precambrian		Pc
Cambrian		Cb
Paleozoic		Pz
Ordovician		O
Silurian		S
Devonian		D
Carbonifer		C
Permian		P
Triasic		T
Jurasic		J
Cretacic (inferior, mediu, superior)		K (K <sub>1</sub> , K <sub>2</sub> , K <sub>3</sub> )
Paleocen		Pg <sub>1</sub>
Eocen		Pg <sub>2</sub>
Oligocen		Pg <sub>3</sub>
Miocen inferior, mijlociu, superior		M <sub>1</sub> , M <sub>2</sub> , M <sub>3</sub>
	Sarmațian	Buglovian Vohinian
		Bg Vh

		Basarabian	Bs
		Kersonian	Ks
	Meotian		m
	Pontian		p
Pliocen (Pl)	Dacian		dc
	Romanian		rm
Cuaternar (Q)	Pleistocen	Inf.	Qp <sub>1</sub>
		Mijlociu	Qp <sub>2</sub>
		Superior	Qp <sub>3</sub>
	Holocen		Qh

#### 4.4. Litologia

este subdivizată în roci dure și materiale neconsolidate. În modelul Gustavsson (2005), tipul de roci in situ este redat prin litere, vârsta lor prin culori (conform cu standardul geologic), iar rocile neconsolidate prin simboluri și hașuri. Prin combinația celor trei se pot reprezenta o multitudine de situații din teren. Din punctul nostru de vedere, adăugarea litologiei pe harta geomorfologică generală (mai ales dacă avem în analiză o zonă montană și folosim o scară 1: 50 000 sau 1 : 25 000) ascunde mesajul genetic pe care trebuie să-l transmită harta cu prioritate. Excepție fac acele areale unde rocile cuaternare ar domina, iar geodeclivitatea ar fi redusă. Cel mai bine s-ar preta crearea unui layer distinct cu alcătuirea geologică care să conțină informație calitativă și cantitativă atât cât este necesară explicării genetice a formelor de relief.

#### 4.5. Alte semne pe harta geomorfologică generală

*Hidrografia* este redată prin culoarea albastră, la fel ca pe multe alte hărți, dar mult mai simplificat, prin linii, areale și simboluri.

*Elementele structurale și tectonice* sunt redată prin culoarea roșie pentru procese endogene și simboluri distincte pentru falii, fracturi, anticlinale etc. (dacă nu încarcă prea mult harta, altfel acestea se pot include în layerul distinct discutat mai sus).

*Areele locuite, în special cele urbane.* Unii geomorfologi recomandă indicarea arealului urban dacă cartografierea reliefului de sub acesta a fost dificil sau imposibil de făcut. Oricum, legenda prevede un simbol la relieful antropoc pentru așa ceva.

#### 4.6. Harta geomorfologică generală a văii Putna, Vrancea

*Rezultatul aplicării principiilor enunțate mai sus este ilustrat în extrasul din harta geomorfologică a văii Putna, Vrancea (fig. 7). Baza de date conține informații spațiale privind morfometria/morfografia, hidrografia, geneza și vârsta formelor de relief și a proceselor geomorfologice. O parte din acestea au necesitat identificarea pe teren (de exemplu, extinderea și înălțimea teraselor, tipologie procesele actuale), în timp ce altele au fost derivate pe baza unor modele numerice ale terenului, a planurilor topografice la scara 1:5000 sau a literaturii de specialitate (vârsta formelor de relief).*

*Analiza și prelucrarea grafică a detaliilor geomorfologice s-a efectuat în Arc View 9.2, fiind necesară, în prealabil și generarea unor simboluri convenționale, conform legendei stabilite. Au fost astfel create clase de simboluri pentru fiecare tip de relief, utilizate apoi în alcătuirea hărții. Deși software-ul utilizat s-a dovedit destul de flexibil în generarea diverselor tipuri de linii sau areale, pentru crearea simbolisticii de tip punct (ex. tipuri de vârfuri, procese geomorfologice ș.a.) a fost necesară generarea unor font-uri în programul FontLab, instalate ulterior și folosite în Arc View. Pentru partea de fundal s-au încercat mai multe variante, scopul fiind acela de a găsi modalitatea optimă de*



reprezentare a diversității reliefului, fără însă a încălca suplimentar harta și de a facilita interpretarea simbolurilor cartografice. În cele din urmă s-a optat pentru utilizarea unei hărți discrete a pantelor (patru clase de pantă, cu nuanțe de gri).

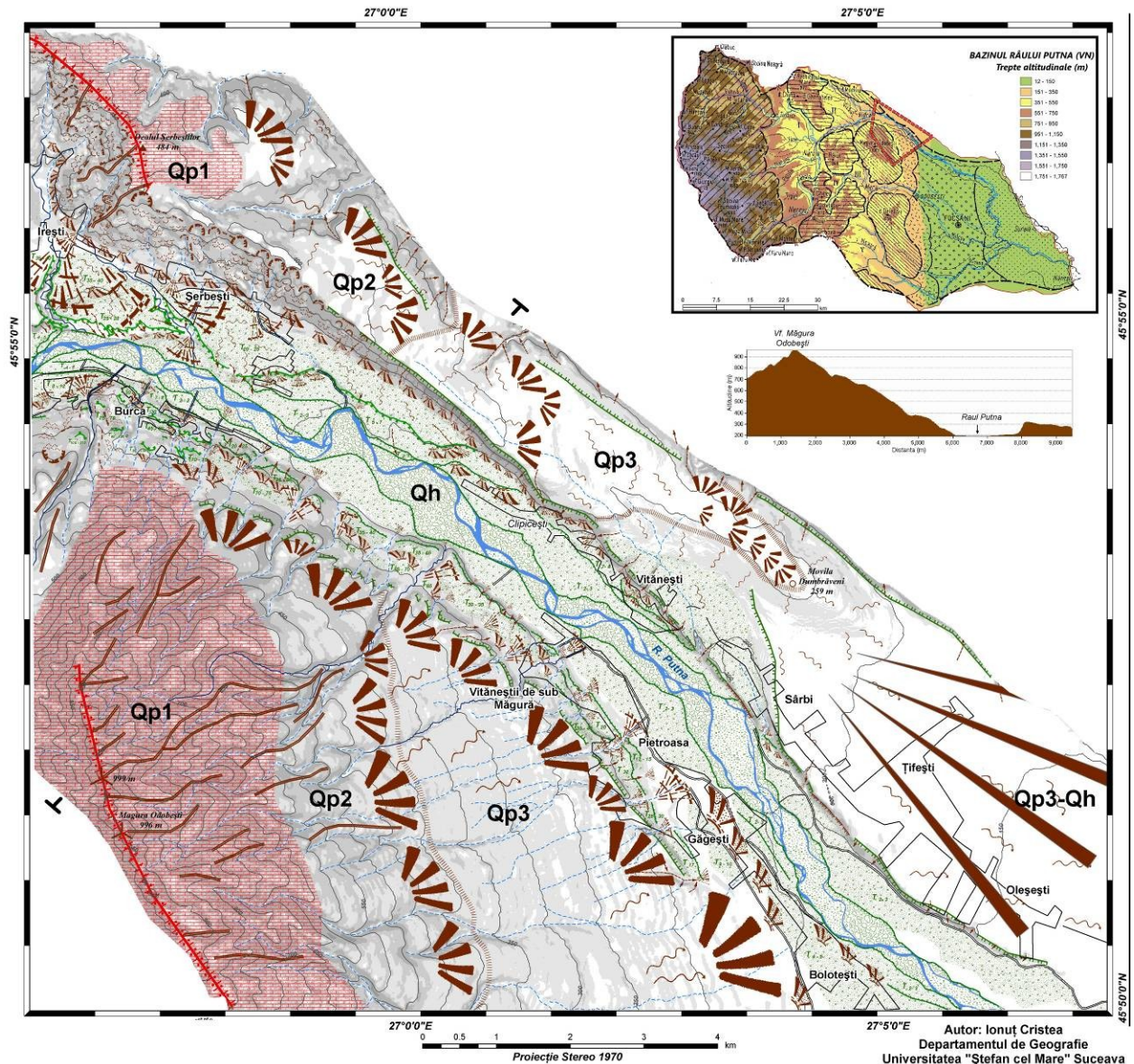


Fig. 7. Extras din harta geomorfologică a văii râului Putna, Vrancea, generată prin combinarea GMV, folosind platforma GIS (legenda folosită este cea din tabelul 4)

*Considerăm că unul dintre avantajele majore ale cartografiei digitale este acela de a putea modifica în mod dinamic conținutul unei hărți, în funcție de ceea ce urmărește autorul, astfel încât partea de fundal se poate constitui într-un element variabil, care să indice anumite raporturi (de exemplu, între litologie / forme și procese geomorfologice, tipuri de versanți / forme și procese geomorfologice etc.)*

*Obiectivul principal avut în vedere în realizarea hărții geomorfologice a fost reducerea subiectivismului cât mai mult posibil, cititorul ei să poată vedea cu ușurință informațiile pe care s-au bazat concluziile hărții, astfel încât harta să fie deschisă la interpretări alternative.*

Elementele de litologie, de pantă pot fi ușor verificate și cuantificate, situație în care obiectivitatea nu se pune la îndoială. Iată, de exemplu, pentru extrasul nostru de hartă geomorfologică, putem avea date asupra distribuției pantelor (în valori absolute, cât și procentuale), curburii versanților, orientării lor, suprafeței ocupate de anumite litologii ș.a. Tot la fel putem genera informații cantitative privind suprafețele ocupate de anumite procese geomorfologice după varii criterii, sau forme de relief cum ar fi extinderea podurilor de terasă, a piemonturilor, glacisurilor sau platourilor structurale. Singura discuție rămâne la interpretarea genetică și de vârstă a formelor de relief în care subiectivismul este inerent.

Consultând numeroase documente și materiale cartografice reprezentând relieful ne-a atras atenția realizările excepționale privind redarea în viziune 3D a fondului topografic. Unul dintre site-uri cu astfel de materiale este <http://earth.unibuc.ro/>. Într-adevăr, relieful este prezentat sub aspect morfometric într-un mod cu adevărat spectaculos în ce privește rezoluția și detaliile care se pot vedea din diverse unghiuri, dar acestea nu sunt hărți geomorfologice, așa cum le intitulează autorii. Doar simple hărți morfometrice. Din cele prezentate de noi în această lucrare dorim să arătăm că analiza geomorfologică a unui teritoriu este mult mai complexă decât o redare simplă a fondului topografic, indiferent în ce viziune spectaculară ar fi ea.

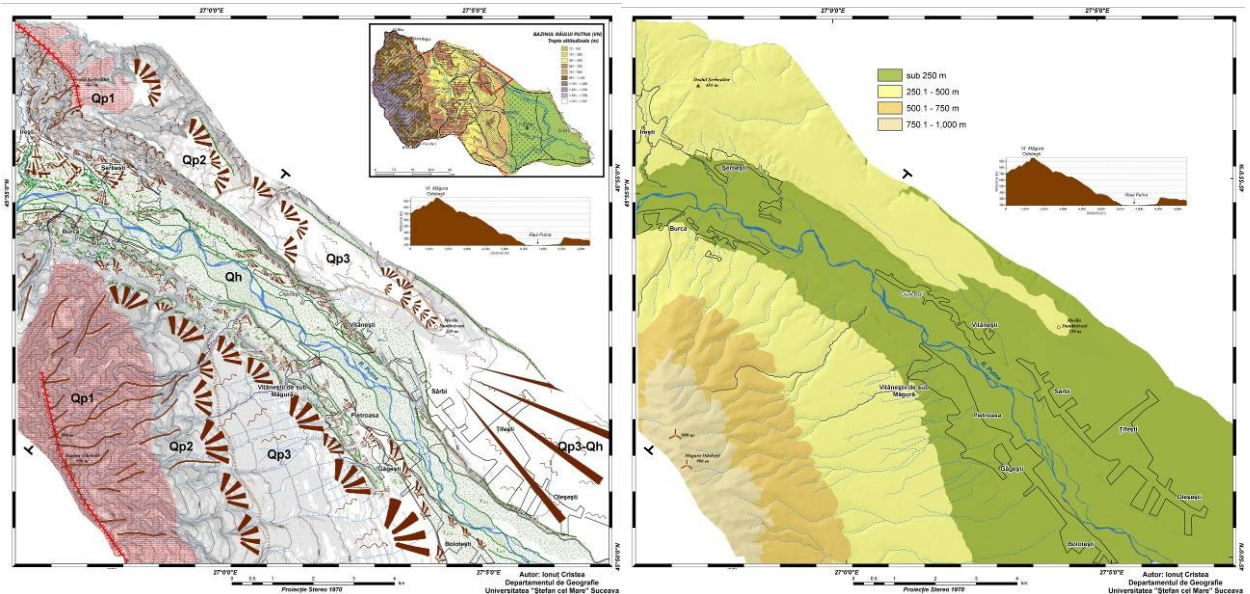


Fig. 8. Alăturarea hărții geomorfologice cu harta hipsometrică 3D pentru aceeași zonă reprezintă un sprijin în citirea cu ușurință și mai mare rapiditate a genezei și vârstei reliefului.

Pentru citirea mai ușoară a geomorfologiei unui teritoriu considerăm că este, într-adevăr foarte utilă alăturarea hărții geomorfologice cu una din viziunile 3D asupra spațiului cercetat. Familiarizarea imediată a ochiului omenesc cu forma topografică contribuie la o creștere a vitezei de citire genetică și cronologică a reliefului. O asemenea practică este folosită în prezent în multe studii și rapoarte privind cercetarea geomorfologică, geologică, seismică, de resurse naturale a unei regiuni (Finkl et al., 2008). În fig. 8 am realizat și noi această alăturare și din start observăm relația între zonele joase și relieful fluvial, între pantele Măgurii Odobești și asocierea acestora cu extinderea unor mari glacisuri, fragmentarea mare a unor versanți și imediat asocierea acestora cu procesele de alunecări de teren.



## 5. Discuții și concluzii

Mesajul pe care vrem să-l transmitem prin această lucrare este în legătură cu atenția ce trebuie acordată cartografierii geomorfologice de către geomorfologii înșiși, astfel încât piața realizărilor cartografice de orice fel să aibă o cotă net superioară la capitolul relief. Din istoricul cercetărilor privind realizarea hărții geomorfologice am putut constata că problema centrală în jurul căreia s-au purtat cele mai ample dezbateri a fost **legenda geomorfologică**. Chiar dacă au trecut aproape 100 de ani de cartografiere geomorfologică profesionistă, nici până în prezent comunitatea noastră științifică nu respectă în totalitate o anumită legendă. Totuși, efortul anilor '60-'70 s-a făcut remarcabil prin concentrarea unui mare număr de geomorfologi în jurul principiului „*harta geomorfologică trebuie să informeze asupra distribuției formelor de relief sub aspectul dimensiunii, originii și vârstei. Ea trebuie să includă informații morfografice, morfometrice, morfogenetice și morfocronologice*”. Acest fapt a condus la **Legenda unificată** (Demek et al., 1972), cvasi-acceptată și cu o producție cartografică impresionantă pentru numeroase regiuni ale Globului.

Un adevărat colaps în cartografierea geomorfologică s-a produs odată cu dezvoltarea tehnicilor GIS în anii '90 când au început să se realizeze numeroase reprezentări spațiale, mai puțin formele genetice de relief. Cauzele au fost, pe o parte, rămânerea în urmă a experților geomorfologi în accesarea cunoștințelor de informatică, iar pe de altă parte, dificultățile utilizării în GIS a sistemelor de cartografiere geomorfologică bazate pe simboluri.

Începând cu anii 2000 se remarcă o preocupare a experților geomorfologi de a vorbi un limbaj comun cu experții GIS, astfel încât să fie realizat un proiect fezabil al hărții geomorfologice în sistem GIS. Echipa noastră se înscrie în această tendință. Proiectul realizat de noi respectă principiile legendelor geomorfologice clasice (GMV, MGV sau MGVL). Rezultatul prezentat va fi supus în continuare la numeroase îmbunătățiri odată cu creșterea numărului de aplicații proprii, dar și în relație cu progresele realizate de alți autori.

În concluzie, reamintim liniile directoare ale realizării hărții geomorfologice în sistem GIS (ca și în cel clasic, de altfel) într-o formă mai succintă, astfel:

1. O hartă geomorfologică trebuie să fie rezultatul cartării în teren;
2. Harta trebuie să ofere un tablou global al reliefului prezentând morfografia, morfometria, geneza și vârsta
3. În funcție de scară, de zona cercetată, de interesul cercetătorului, o hartă geomorfologică trebuie să marcheze și litologia cu simboluri speciale.
4. Legenda trebuie să fie aranjată în ordinea genetico-cronologică.
5. Hărțile geomorfologice detaliate în scară 1:10 000 sunt esențiale pentru dezvoltarea viitoare a geomorfologiei.

## BIBLIOGRAFIE

- ARAMAȘ IULIANA. 2006. *Risc și vulnerabilitate. Metode de evaluare aplicate în geomorfologie*, Editura Universității din București, 200 p.
- BASHENINA, N. V., J. GELLERT, F. JOLY, M. KLIMASZEWSKI, AND E. SCHOLZ. 1968. Project of the Unified Key to the Detailed Geomorphological Map of the World. Folia

- Geographica (Krakow, Polska Akademia Nauk). Series Geographica-Physica Volume II, pp. 11–12. and 18.
- BASHENINA, N. V., N. S. BLAGOVOLIN, J. DEMEK, N. V. DUMITRASHKO, G. S. GANESHIN, J. F. GELLERT, O. K. LEONTYEV, A. V. MIRNOVA, AND E. SCHOLZ. (Compilers). 1971. *Legend to the International Geomorphological Map of Europe 1 : 2,500,000*. 5th version. Brno, Czechoslovakia: Czechoslovak Academy of Sciences, Institute of Geography. 30. p.
- BADEA L.(coord.).1976-1987. *Harta geomorfologică generală*. Sc. 1:200 000, Institutul de Geografie al Academiei Române, București (manuscris).
- BĂLTEANU D., DINU MIHAELA, CIOACĂ A. (1989), *Hărțile de risc geomorfologic, Exemplificări din Subcarpații și Piemontul Getic*, Studii și Cercetări de Geografie, 36. Bălțeanu D., Chendeș V., Sima M. 2009. GIS landslide hazard map of Romania, GIM International, vol. 23, nr. 4.
- BĂLTEANU D., CHENDEȘ V., DINU MIHAELA , ENCIU P. 2010. *A country-wide spatial assessment of landslide susceptibility in Romania*, Geomorphology, 125, publicat online.
- BOCCO, G., MENDOZA, M., VELÁZQUEZ, A. 2001. *Remote sensing and GIS-based regional geomorphological mapping — a tool for land use planning in developing countries*. Geomorphology 39, 211–219.
- CIOACĂ A., BĂLTEANU D., DINU MIHAELA, CONSTANTIN MIHAELA. 1993. *Studiul unor cazuri de risc geomorfologic în Carpații de Curbură*, Studii și cercetări de geografie, XL, 1, 43-55.
- CONDORACHI, D. 2006. *Studiu fizico-geografic al zonei deluroase dintre văile Lohan și Horincea*, Editura Stef, Iași.
- CONDORACHI, D. 2010. *Geomorphological mapping using GIS for large tableland areas - An example for Fălciu Hills, in Eastern Romania*, Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, in press.
- COTEȚ P. 1960. *Harta geomorfologică a R.P. Române*, în Monografia geografică a R.P.R., vol.I, Geografia fizică, Editura Academiei Române, București.
- DAI F.C., LEE C.F. 2002. *Landslide characteristics and slope instability modeling using GIS, Lantau Island, Hong Kong*, Geomorphology 42, 213– 228
- DEMEK, J. (ed.). 1972. *Manual of Detailed Geomorphological Mapping*. Prague, Czechoslovakia: Academia (for the International Geographical Union, Commission on Geomorphological Survey and Mapping). 344. p.
- DEMEK, J. (ed.). 1976. *Geomorphological Mapping 1972–1976* (Proceedings of the 11th Meeting, IGU Commission of Geomorphological Survey and Mapping, 23rd International Geographical Congress, Kiev, Ukraine). Studia Geographica 55:302. p.
- DEMEK, J. 1982. *Geomorphological mapping: progress and problems*. In: Sharma, H.S. (ed.), *Perspectives in Geomorphology, Volume III—Applied Geomorphology*. New Delhi, India: Concept Publishing, pp. 21–235.
- EVANS, I.S., 1990. *Cartographic techniques in geomorphology*, In: Goudie, A., Anderson, M., Burt, T., Lewin, J., Richards, K., Whalley, B., Worsley, P. (Eds.), *Geomorphological Techniques*, 2nd Ed. Routledge, London, pp. 97–108.
- FAIRBRIDGE, R.W. (ed.). 1968. *The Encyclopedia of Geomorphology*. vol. III, New York
- FINKL C.J., BECERRA J.E., ACHATZ V., ANDREWS J.L. 2008. *Geomorphological Mapping along the Upper Southeast Florida Atlantic Continental Platform*; I: Mapping Units, Symbolization and Geographic Information System Presentation of Interpreted Seafloor Topography, Journal of Coastal Research 24(6):1388-1417.



- GASPAR, J.L., GOULART, C., QUEIROZ, D., SILVEIRA, D., GOMES, A. 2004. *Dynamic structure and data sets of a GIS database for geological risk analysis in the Azores volcanic island*. Natural Hazards and Earth System Sciences 4, 233–242.
- GELLERT, J. F. 1972. *The nature and aims of detailed geomorphological mapping*. In: Demek, J., Embleton, C., Gellert, J.F., and Verstappen, H.T. (eds.), *Manual of Detailed Geomorphological Mapping*. Prague: Academia, pp. 15–28.
- GRECU FLOARE (2002), *Risk – Prone Lands in Hilly Regions: Mapping Stages, Applied geomorphology: Theory and Practice*, Edited by R.J. Allison, J. Wiley & Sons, Ltd.
- GULLENTOPS F. 1964. *Trois exemples de cartes géomorphologiques détaillées*. Acta Geographica Lovaniensa, 3, 425 - 488.
- GRIGORE M. 1981. *Munții Semenic. Potențialul reliefului*. Editura Academiei Române, București.
- GUSTAVSSON M. 2005. *Development of a Detailed Geomorphological Mapping System and GIS Geodatabase in Sweden*, Teza de doctorat, Universitatea Uppsala, Suedia.
- GUSTAVSSON M., KOLSTRUP E., SEIJMONSBERGEN A.C. 2006. *A new symbol-and – GIS based detailed geomorphological mapping system: Renewal of a scientific discipline for understanding landscape development*, Geomorphology, 77, 1-2, 90-111.
- GUSTAVSSON M., SEIJMONSBERGEN A.C., KOLSTRUP E. 2008. *Structure and contents of a new geomorphological GIS database linked to a geomorphological map — With an example from Liden, central Sweden*, Geomorphology 95 (2008) 335–349
- GUSTAVSSON M., KOLSTRUP E. 2009. *New geomorphological mapping system used at different scales in a Swedish glaciated area*. Geomorphology, 110, 1-2, 37-44.
- HAQ, B.U., VAN EYSINGA, F.W.B. 1987. *Geological Time Table*, Elsevier.
- HAYDEN, R. S. 1986. *Geomorphological mapping*. In: Short, N.M. and Blain, R.W., Jr. (eds.), *Geomorphology from Space: A Global Overview of Regional Landforms*. Washington, DC: NASA, Scientific and Technical Information Branch, pp. 637–656.
- ICHIM I. 1979. *Munții Stânișoara. Studiu geomorfologic*. Ed. Academiei, Bucuresti.
- ICHIM I., RĂDOANE MARIA, RĂDOANE N. 1976. *Harta geomorfologică generală, sc. 1:50000, foile Piatra Neamț și Gheorgheni*, Universitatea "Ștefan cel Mare" Suceava (manuscris).
- JAKOBSEN, P.R. 2003. *GIS based map of glaciotectionic phenomena in Denmark*. Geological Quarterly 47, 331–338.
- KIENHOLZ H. (1978), *Maps of Geomorphology and Natural Hazards of Grindelwald, Switzerland, Scale 1:10 000*. Arctic and Alpine Research, 10.
- KLIMASZEWSKI M. 1965. *The detailed hydrographical map of Poland*. Przegląd Geograficzny 28, supplement. Polish Academy of Sciences, Institute of Geography, 41- 47.
- KLIMASZEWSKI, M. 1982. *Detailed geomorphological maps*. ITC Journal 1982–1983:265–271.
- KLIMASZEWSKI M. 1990. *Thirty years of geomorphological mapping*, Geographia Polonica, 58, 11-18.
- MARTINIUC C. 1971. *Legenda hărților geomorfologice detaliate*, Universitatea "Al.I.Cuza" Iași (manuscris).
- MARTINIUC, C., BĂCĂUANU, V. 1964. *Problèmes de géomorphologie appliquée dans la systématisation des villes en Moldavie*, RR GGG, serie de Geographie, 8.
- MIHAI, B.A., ȘANDRIC, I. 2004. *Relief accessibility mapping and analysis in middle mountain areas. A case study in Postavaru-Piatra Mare-Clabucetele Predealului Mts. (Curvature Carpathians)*, Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica, 38, p. 113-122.
- MIHAI B.A. 2005. *Munții Timișului (Carpații Curburii). Potențial geomorfologic și amenajarea spațiului montan*, Editura Universității din București, 409 p.

- MIHAI B.A., ȘANDRIC I., CHIȚU Z. 2008. *Some contributions to the drawing of the general geomorphic map using GIS tools. An application to Timis Mountains (Curvature Carpathians)*, Revista de Geomorfologie, 8, 39-50.
- MIHAI B.A., ȘANDRIC I., SĂVULESCU I., CHIȚU Z. 2010. *Detailed mapping of landslide susceptibility for urban planning purposes in Carpathian and Subcarpathian towns of Romania*, in Gartner and Ortog (eds), *Cartography and Central and East Europe*, Springer-Verlag Berlin, 417-429.
- NIACȘU L. 2009. *Atlasul solurilor din bazinul Pereschivului (Colinele Tutovei)*, Performantica, Iași, 78 p.
- OTTO, J.-CH., DIKAU, R., 2004. Geomorphologic system analysis of a high mountain valley in the Swiss Alps. *Zeitschrift für Geomorphologie N.F.* 48, 232–341.
- PATRICHE C.V. 2004. *Cuantificarea eroziunii solului pe baza USLE folosind SIG și impactul acesteia asupra fertilității. Aplicație la teritoriul Podișului Central Moldovenesc dintre râurile Vaslui și Stăvnic*. *Analele șt. ale Universității "Ștefan cel Mare" Suceava*, s. geografie, XIII.
- POPESCU N., IELENICZ M. 2000. *La carte geomorphologique generale*, Acte de la premiere rencontre géographique franco-roumaine, 13 – 20 mai 1999, Ed. Universitatii Bucuresti, 19 – 20.
- POPP N. 1936. *Clasificări geografice în Subcarpații Românești*. *Bul.Soc.rom.geogr.*, vol. LX.
- POSEA GR., POPESCU N. 1964. *Harta geomorfologică generală*, *Anal. Univ. București*, Șt. Naturii, geologie – geografie, XIII, 1.
- POSEA GR., POPESCU N. 1967. *Importanța hărții geomorfologice în amenajările teritoriale*, *Studia Universitas Babeș - Bolyai, geologie – geografie*, 2, Cluj Napoca.
- POSEA GR., BADEA I. 1980. *România – harta geomorfologică, scara 1: 400 000*, Editura Didactică și Pedagogică, București.
- POSEA GR., POPESCU N., IELENICZ M., GRIGORE M. 1987. *Harta geomorfologică generală*, în vol. *Sinteze geografice. Lucrări practice. Materiale pentru perfecționarea profesorilor*, Universitatea București.
- POSEA GR., CIOACĂ A. 2003. *Cartografierea geomorfologică*, Edit. Fundației „România de Măine”, București.
- RĂDOANE M., RĂDOANE N. 2007. *Geomorfologia aplicată*, Editura Universității Suceava, 377 p.
- SMITH, M.J., ROSE, J., BOOTH, S., 2006. *Geomorphological mapping of glacial landforms from remotely sensed data: an evaluation of the principal data sources and an assessment of their quality*. *Geomorphology* 76, 148–165.
- ST-ONGE, D.A.1964. *Geomorphological map legends, their problems and their value in optimum land utilization*. *Geographical Bulletin*, 22, 5-12.
- ST-ONGE, D.A.1981. *Theories, paradigms, mapping and Geomorphology*. *Canadian Geographer*, XXV, 4: 307-315.
- UNGUREANU I. 1978. *Hărți geomorfologice*. Editura Junimea, Iași.
- VAN WESTEN, C.J., RENGERS, N., SOETERS, R. 2003. *Use of geomorphological information in indirect landslide susceptibility assessment*. *Natural Hazards* 30, 399–419.
- VASILINIUC I., URSU A. 2008. *Studiul alunecărilor de teren ca factor de risc cu ajutorul SIG*, in Rusu C (coord), *Impactul riscurilor hidroclimatice și pedo-climatice asupra mediului în bazinul Bârladului*, Performantica, 298-322.
- VERSTAPPEN, H.TH., 1970. *Introduction to the ITC system of geomorphological survey*. *Koninklijk Nederlands Aardijkkundig Genootschap, Geografisch Nieuwe Reeks*, 4.1: 85-91.

- VITEK JD, GIARDINO JR, FITZGERALD JW, 1996. Mapping geomorphology: A journey from paper maps, computer mapping to GIS and Virtual Reality, *Geomorphology*, 16, 223-249.
- VOICULESCU M. 2009. *Snow avalanche evaluation in the Doamnei glacial valley of the Fagaras massif-Southern Carpathians, Romanian Carpathians*, *Natural Hazards*, 51:459–475.
- \*\*\* 2008. *Analele Universității Spiru Haret*, nr. 11, București, *Volum omagial*, Editura Fundației România de mâine, 455 p.
- \*\*\* [www. http://earth.unibuc.ro/](http://earth.unibuc.ro/)