

Geomorfologia aplicată în analiza hazardelor naturale

Maria Rădoane, Nicolae Rădoane

„Geomorfologia aplicată trebuie să adopte, după caz, o atitudine curativă, avansând soluții proprii de restabilire a echilibrului natural compromis, sau o atitudine preventivă, realizând prognoze asupra efectelor negative ale intervențiilor umane”

Jean Tricart (1962)

Applied geomorphology in the analysis of the natural hazards. The research proposed by us is on the role of the applied geomorphology to identify the geomorphic hazards in the drainage basins with human modifications. Concretely, we have had in attention the determination of the sediment sources, the sediment transfer and some evaluations on their effects on the various economical objectives, like as reservoirs, counter-channels of protection, water intake, highways, railways, bridges, embankments etc. The location of the researches is given in the fig. 1. In these areas the unit work methods have been used, with small differences from the river to river, in a direct relationship to the type of human intervention from that area. Geomorphic hazards identified and evaluated as rate of development and as volumes of deposits dislocated have been correlated with the human interventions, as deforestation, over-grazing, arranging of waste dumps, mining works, arranging of bridges, highways, channels etc, and the reservoirs and dams are the most numerous. All these anthropical structures have been exposed to the geomorphic hazards (especially, by the sediment movement from the source to delivery), so many human interventions have had hazardous tendencies by their response. Some data in the Table 1 are included and they are suggestive in this way.

1. Afirmarea geomorfologiei aplicate

După cum ușor se înțelege din denumirea acestei ramuri de știință a geomorfologiei, ea poate fi definită ca “o aplicare a cunoștințelor de geomorfologie la soluționarea problemelor privind folosirea terenurilor, exploatarea resurselor, planificarea și amenajarea mediului” (Jones, 1980, cf. Chorley et al., 1985, p. 573). În acest context, asemenea celorlalte științe, ea își asumă și statutul moral potrivit căruia, așa cum remarcă filozoful argentinian Mario Bunge (1984, p. 437), ”orice știință trebuie să aducă omenirii foloase economice, sociale și culturale”. Se impune însă o precizare ce trebuie bine subliniată, și anume: nu puțin dintre cei care vin sub incidența necesității de a implica geomorfologia în soluționarea problemelor menționate în definiția obiectului geomorfologiei aplicate reduc evaluarea factorului relief la descrierea geometriei lui. Or, aceasta este sarcina topografiei, de care geomorfologia se distinge ca știință aplicativă și genetică a formelor de relief, în timp ce topografia se limitează la descrierea pur geometrică, respectiv, la relevanța cu exactitate a fizionomiei terenului și elementele sau obiectivele de pe el: păduri, râuri, drumuri, construcții de altă natură ș.a. Firește, toată această bază topografică este foarte necesară, dar nu suplinește partea explicativă și genetică, partea de cunoaștere a dinamicii formelor de relief. Doar evenimentele deosebite, de multe ori denumite catastrofice, i-au pus pe practicienii la care ne-am referit, în situația de a considera că relieful nu este numai topografie. În consecință, geomorfologia și-a câștigat statutul de disciplină aplicativă, tocmai prin caracteristicile genetic și istoric intrinsece în explicarea reliefului, deci prin posibilitățile de postdicție și predicție, prin posibilitățile de a evalua relieful ca un factor dinamic și conjunctural din multe puncte de vedere.

Cercetările de geomorfologie aplicată se regăsesc în cadrul a două principale domenii de preocupare:

1) *Omul ca agent geomorfologic*. Efectele accidentale ale activității geomorfologice ale omului includ aspecte ca: modificarea terenurilor prin lucrări de inginerie, minerit, excavații și terasamente; subsidența datorită extragerii apei și petrolului; drenajul minelor; potențarea eroziunii terenurilor prin schimbarea covorului vegetal; deșertificare prin dezvoltarea agriculturii intensive; creșterea ratei meteorizației datorită intensificării poluării; accentuarea dinamicii proceselor de mișcare în masă prin dezvoltarea agriculturii intensive, prin activități inginerești; efecte asupra dinamicii albiilor prin amenajări de baraje și alte lucrări hidrotehnice pe albie; eroziunea și depunerea litorală indusă de lucrările portuare și amenajare a țărmurilor; modificarea permafrostului datorită construcțiilor (drumuri, clădiri, platforme etc).

2) *Geomorfologia în sprijinul evaluării resurselor, al ingineriei amenajărilor și planificării*. Acest rol este de mare importanță în inventarul resurselor de sol, hidrologice, controlul stabilității și eroziunii, clasificarea și tipizarea terenurilor în raport cu anumite folosințe civile sau militare. De asemenea, prospecțiunile geologice pentru o regiune, cel puțin în faza primară, se sprijină pe cunoașterea raporturilor relief - structură, relief - litologie ș.a.

Potrivit specialiștilor în filozofia științelor, o știință începe din momentul când ea este percepută și acceptată ca atare public, evident, public în sensul de lumea oamenilor de știință. Profesorul Tricart (1962) merge până acolo, încât spune că “*geomorfologia aplicată a apărut când omul și-a dat seama de faptul că relieful este un element esențial al mediului în care trăiește, dar că el nu este imuabil ci, dimpotrivă, supus unei lente evoluții, iar de la un timp la altul, unele paroxisme se exprimă prin manifestări catastrofice: inundații, erupții vulcanice, mari deplasări de teren ș.a.*”. Din afirmațiile lui Tricart, putem reține interesul timpuriu pentru cunoașterea reliefului, tocmai datorită rolului ce revine acestuia în arhitectura și dinamica mediului.

Astăzi, în toate țările civilizate proiectele de amenajare și organizare a teritoriului prevăd structuri speciale care revin în exclusivitate geomorfologiei aplicate. S-a produs o adevărată explozie de literatură de specialitate, ramuri științifice de profil, laboratoare. Nu întâmplător, pe plan mondial, se vorbește chiar de o disciplină inginerească nouă - “geomorfologia inginerească” - o știință cu caracter interdisciplinar, predată în învățământul politehnic (de exemplu, la universitățile politehnice din Marea Britanie și Japonia) (Panizza, 1990).

La noi în țară, preocupările au fost, de asemenea, timpurii, dacă avem în vedere unele amenajări ce presupun cunoștințe despre relief, ca: lucrările de ameliorații din Tara Bârsei făcute de teutoni în secolul al XIII-lea, amenajarea primelor iazuri din Moldova în secolul al XV-lea, lucrările de ameliorare din Câmpia Banatului începute între 1717 - 1756, canalul lui Ipsilanti în 1780 pentru a feri capitala de inundații (prin abaterea apelor Dâmboviței în Argeș și Ciorogârla), regularizarea Someșului (1847), amenajarea canalului Sulina (1856) etc. Din secolul al XIX-lea apar și lucrări despre eroziunea și degradarea terenurilor și aparțin agronomilor și silvicultorilor (de exemplu, Ion Ionescu de la Brad). În ce privește literatura științifică de geomorfologie aplicată se poate vorbi de o adevărată tradiție în țara noastră, motiv pentru care a și fost organizat *Simpozionul Internațional de Geomorfologie Aplicată* (mai, 1967) sub coordonarea Profesorului Tiberiu Morariu. Evenimentul a fost marcat de apariția unui volum cu lucrările simpozionului, adevărată radiografie a reliefului sub efectul intervențiilor antropice. Domeniile de geomorfologie aplicată în care specialiștii români s-au distins se referă la sistematizarea urbană și rurală din diverse regiuni ale României (Martiniuc, Băcăuanu, 1964 ; 1969, Morariu, Mac, 1967); a ameliorării terenurilor degradate (Tufescu, Moțoc, 1969 ; Bălțeanu, 1983 ; Surdeanu, 1998 ; Cioacă, Dinu, 1998 ; Rădoane et al., 1999 ; Ioniță, 2000), importanța hărților geomorfologice în amenajarea teritoriului (Morariu et al., 1967 ; Coteț, 1978 ; Schreiber, 1980 ; Bălțeanu et al., 1989 ; Grecu, 1997, 2002 ; Cioacă, Dinu, 2001; Posea, Cioacă, 2003) ș.a.

2. Hazardele naturale și geomorfologia aplicată

Termenul de *hazard natural* implică prezența unor condiții sau fenomene naturale care acționează aleatoriu într-un spațiu și timp definit. Conceptualizările diferite ale hazardelor naturale nu au evoluat în timp, ele reflectă abordarea diferitelor discipline implicate în studiul lor. În acest sens, un hazard natural a fost exprimat ca o interacțiune a omului cu natura (White, 1973, cf. Alcantara-Ayala, 2002); acțiunea extremă a unor factori endogeni și exogeni ce produc pierderi umane, distrugerii de structuri antropice și perturbarea activității economice (Bălțeanu, 1992); un eveniment fizic care realizează un impact asupra

ființei umane și mediului lui (Alexander, 1993, cf. Alcantara-Ayala, 2002). Hazardele naturale sunt evenimente amenințătoare, capabile de producerea unor pericole spațiului fizic și social unde ele au loc nu numai în momentul producerii lor, ci și pe termen lung datorită consecințelor lor asociate. Când aceste consecințe au un impact major asupra societății și/sau infrastructurii, ele devin dezastre naturale (Zăvoianu și Dragomirescu, 1994 ; Grecu, 1997).

Termenul de hazard este adesea asociat cu diferiți agenți și procese. Unii dintre aceștia sunt de natură atmosferică, hidrologică, geologică, biologică și tehnologică. O categorie distinctă de hazardele naturale sunt hazardele geomorfologice care pot fi definite ca “*schimbări naturale sau induse de om ale formelor de relief care afectează sistemele umane*”(Schumm, 1988). După Gares et al. (1994) hazardele geomorfologice pot fi privite ca grupuri de amenințări asupra resurselor umane ce rezultă din instabilitatea formelor suprafeței Pământului. Amenințările derivă din răspunsul proceselor geomorfologice, chiar dacă procesele respective își au originea la mare distanță de forma de relief afectată. Această definiție exclude cutremurele, dar nu și răspunsul formelor de relief (cum ar fi prăbușirile, surpările) la cutremure. În mod similar, creșterea nivelului mării, tsunami, inundațiile, furtunile nu sunt hazardele geomorfologice, ele pot fi cel mult hazarde climatice sau hidrologice, în schimb, accelerarea abraziunii costiere, eroziunea laterală, colmatarea albiilor majore și minore etc., sunt hazardele geomorfologice.

În România există preocupări numeroase privind aplicarea conceptelor de hazard natural, hazard geomorfologic și noțiunile subsecvente de risc natural și risc geomorfologic pentru evaluarea stării de sensibilitate a reliefului României, cele mai numeroase lucrări apărând odată cu deceniul '90, deceniul internațional al dezastrelor naturale (Coteț, 1978 ; Schreiber, 1980 ; Bălțeanu et al., 1989 ; Bălțeanu, 1992; Zăvoianu, Dragomirescu, 1994; Grecu, 1997, 2002 ; Cioacă, Dinu, 2001). Abordarea problematicei hazardelor geomorfologice s-a făcut prin implicarea geomorfologiei aplicate și aici pot fi citate contribuțiile geomorfologilor români în cadrul unor conferințe internaționale, precum, Conferința Carpato-Balcanică, 1998 (volum editat de Bălțeanu, Ielenicz, Popescu) sau Grupul româno-italian de Geomorfologie, 2003 (volumul *Geomorphological sensitivity and system response*, editat de Castaldini et al., Camerino, Italia) sau articole în volumele *Riscuri și catastrofe, I, II* (editate de Sorocovshi, 2002, 2003) Astfel se arată că o contribuție practică a geomorfologiei, atât pentru perioade scurte de timp, cât și pentru perioade lungi este identificarea stabilității formelor de teren sau gradului lor de instabilitate și a situațiilor care pot fi tratate ca hazardele geomorfologice.

Cele mai des citate hazardele geomorfologice sunt : eroziunea solului, deplasările în masă, eroziunea fluvială, abraziunea țărmurilor. La acestea se adaugă laharele, procesele legate de deplasările de ghețari, procesele periglaciare ca *frost heaving* (elevația periglaciară), avalanșele, furtunile de nisip, tasările și altele. Progresele realizate în studiul hazardelor geomorfologice pe plan mondial au fost pe larg prezentate în volumul special al Simpozionului Binghampton din 1994, intitulat *Geomorfologia și hazardele naturale* (vol. 10), iar în România, în publicațiile mai sus citate. Spațiul acordat acestei lucrări nu ne permite să facem un rezumat al acestor progrese, ci doar referiri în contextul analizei hazardelor din unele bazine hidrografice din România.

3.Evaluarea hazardelor geomorfologice din bazine hidrografice antropizate din România

Cercetarea pe care o propunem se referă la rolul geomorfologiei aplicate în identificarea hazardelor geomorfologice în bazine hidrografice cu modificări antropice importante. Concret, cercetările noastre au avut în vedere determinarea surselor de aluviuni, transportului aluviunilor și aprecierea efectului acestora asupra diferitelor obiective economice cum ar fi, lacuri de baraj, contrac canale de protecție, prize de captare, șosele, poduri, diguri etc. Localizarea cercetărilor este redată în fig. 1, din care reiese o distribuție areală importantă privind urmărirea proceselor geomorfologice cu efecte asupra diferitelor structuri antropice, în special, baraje, lacuri de acumulare, rectificări de albi. Astfel, cercetările proprii de geomorfologie aplicată care s-au derulat în perioada 1992-2002 au fost localizate în bazinul hidrografic Jiu amonte de valea Sadului, valea Oltului între Făgăraș și Drăgășani (confluența cu Oltețul), Valea Argeșului amonte de Oiești, în bazinele Topolog, Buzău, Putna, Bistrița, Bârlad, Jijia, Prut. Suprafața totală a bazinelor hidrografice cercetate însumează 35 000 km².

În aceste zone de cercetare au fost aplicate **metode de lucru** unitare, cu mici diferențieri de la un râu la altul, în relație directă cu tipul intervenției antropice în respectiva zonă. Metodele de cercetare sunt redată pe larg în articolele care se ocupă de evaluarea unui hazard geomorfologic punctual (Ichim et al., 1994 ; Rădoane et al., 1995, Rădoane, Rădoane, 2001 ș.a.), astfel încât aici doar le rezumăm, și anume:

1. cartografierea geomorfologică a proceselor geomorfologice actuale, în special, cele care asigură transferul direct al depozitelor din domeniul versant în domeniul albiei de râu;
2. aplicarea modelelor proprii de calcul al producției de aluviuni pe bazine mici lipsite de măsurători directe ;
3. eșantionarea depozitelor de versant, de mal de albie, de pat de albie, conuri de dejecție, conuri deltaice, fan-delte, sedimente din lacuri ;
4. determinarea ratei de evoluție a albiilor (raport eroziune-acumulare), utilizând hărți și documente istorice sau măsurători repetate pe secțiuni transversale.

Rezultatul unei asemenea activități a fost stabilirea unor **rate de evoluție** a proceselor geomorfologice actuale cu cea mai mare frecvență pentru teritoriul României și anume : 1. eroziunea în suprafață pentru diverse condiții de rocă, relief, utilizare a terenurilor etc. ; 2. eroziunea în ravene; 3. volumul de depozite transportate prin procese de mișcare în masă (creep, alunecări lente și medii cu intervale de recurență de 10 – 12 ani) ; 4. eroziune fluvială ; 5. acumulare fluvială ; 6. buget de aluviuni.

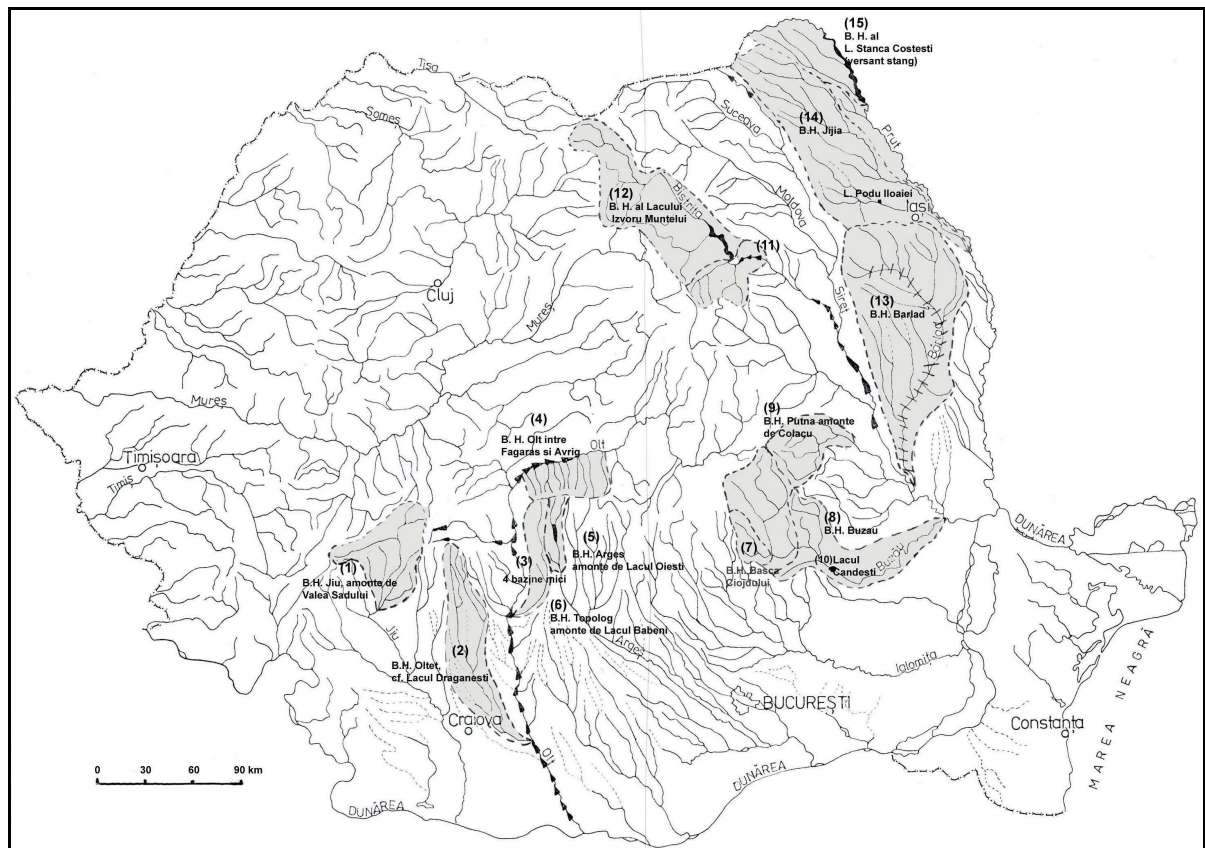


Fig. 1. Localizarea cercetărilor proprii asupra hazardelor geomorfologice

Hazardele geomorfologice identificate și evaluate ca rată de evoluție și volume de depozite dislocate au fost puse în relație cu **intervențiile antropice** în bazinele respective, precum defrișarea pădurilor, suprapășunat, amenajarea de halde de steril, lucrări de minerit, amenajarea de poduri, șosele, diguri, canale, dar cele mai numeroase au fost amenajările de baraje și lacuri de acumulare. Toate aceste lucrări au fost direct expuse hazardelor geomorfologice (mai ales prin mișcarea aluviunilor de la sursă la efluență), astfel

că multe din intervențiile antropice au căpătat tendințe hazardoase prin comportarea la rate diferite de evoluție ale proceselor geomorfologice. Cele câteva date incluse în tabelul 1 sunt edificatoare în acest sens.

Pe baza acestor cercetări, a experienței acumulate din analiza și a altor tipuri de forme și procese geomorfologice care nu se încadrează în categoria hazardelor și a corelațiilor cu bogata literatură geomorfologică a ultimilor ani putem enunța câteva observații cu caracter general privind rolul hazardelor geomorfologice în dinamica reliefului din România, și anume :

1. Eroziunea în suprafață, eroziunea în adâncime și procesele gravitaționale de tipul alunecărilor de teren reprezintă cele mai importante surse de aluviuni în sistemele de drenaj din România. Bazinele hidrografice mici, de ordinul IV sau V, și care au o suprafață a ariei de drenaj de sub 100 km², chiar dacă sunt situate pe roci cu relativă rezistență la eroziune, eliberează mari cantități de aluviuni care ajung în timp relativ scurt spre punctul de evacuare. Lucrările transversale la gura acestor mici bazine, precum podurile rutiere (de exemplu, șoseaua europeană de pe valea Oltului, podul Valea lui Antim), podurile de cale ferată (de exemplu, podul Valea Satului de la confluența cu lacul Călimănești), contrac canalele Făgăraș – Avrig sau Geamăna de pe valea Oltului sunt foarte vulnerabile la colmatarea cu materiale solide nesortate, având drept surse procesele geomorfologice menționate care, în această situație, sunt hazarde geomorfologice. În medie, noi am apreciat că bazinele hidrografice de ordinul III evacuează între 40 și 80% din materialele puse în mișcare prin procese geomorfologice, rolul principal în separarea acestor limite revenind litologiei.

2. În zonele miniere, precum Valea Jiului amonte de Valea Sadului, complexitatea hazardelor geomorfologice crește prin intervenția omului în amplificarea ratei de desfășurare a proceselor naturale. Este vorba de ponderea cărbunelui în aluviunile transportate de Jiu care poate ajunge la 80% din totalul suspensiilor transportate de râu, această situație fiind un efect al spălărilor hidraulice la stațiile de preparare și sortare a cărbunelui.

3. Realizarea bugetului de aluviuni pentru bazine afluate lacurilor de baraj antropic ne-a permis să evaluăm cu destulă acuratețe când procesele geomorfologice care compun un buget de aluviuni devin hazardoase pentru lacul de baraj respectiv. Am constatat că lacurile de baraj mari, precum Stâncă – Costești de pe Prut sau Izvoru Muntelui de pe Bistrița, sunt relativ puțin afectate de volumul de aluviuni intrate în lac, dar procesele geomorfologice de țărni (abraziune, surpare) sunt hazarde geomorfologice prin pericolele asupra proprietăților și structurilor antropice din zona litorală. În cazul lacurilor în cascadă de pe râurile Olt, Argeș, Buzău, Bistrița, de regulă, lacuri de mică și mijlocie dimensiune, sunt foarte vulnerabile la acțiunea hazardelor geomorfologice din bazin, concretizată prin efluența aluvionară.

Tabel 1. Centralizarea cercetărilor de geomorfologie aplicată în sprijinul cunoașterii hazardelor geomorfologice în bazine hidrografice antropizate din România (Maria Rădoane, N. Rădoane)

	Localizarea cercetărilor	Probleme de geomorfologie aplicată abordate	Hazardele geomorfologice identificate	Intervenții antropice și /sau structuri antropice afectate
1	Bazinul hidrografic Jiu Sb = 1356 km ² Sectorul Livezeni – Valea Sadului L = 33 km	<ol style="list-style-type: none"> 1. Prezentarea în ansamblu sub aspect geomorfologic a bazinului și a principalelor cauze și surse de aport aluvionar târât și în suspensie 2. Evaluarea debitului solid târât și în suspensie transportat în anul mediu și la diverse viituri 3. Granulometria și mineralogia aluviunilor în suspensie 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Surse de aluviuni în aria Depresiunii Petroșani (prezența rocilor sedimentare, relief de glacis și piemont fragmentat) 2. Bugetul de aluviuni la intrarea în defileu = 730000t/an 3. Efluența aluvionară la ieșirea din defileu = 723000 t/an 4. Rostogoliri, prăbușiri, rockcreep în zona de defileu = 55000 t/an 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Defrișarea pădurilor 2. Lacul de acumulare Valea de Pești (7 mil. mc) 3. Lucrări de minerit (haldări, spălări hidraulice la stațiile de preparare și sortare a cărbunelui) 4. Îmbogățirea aluviunilor în minerale argiloase datorită mineritului 5. Efectul asupra nivelului de bază a albiei r. Jiu datorită confluenței cu lacul Rovinari
2	Bazinul hidrografic Olteț 56 de bazine Sb = 0,87 - 90 km ²	<ol style="list-style-type: none"> 1. Prezentarea în ansamblu sub aspect geomorfologic a bazinului și a principalelor cauze și surse de aport aluvionar târât și în suspensie 2. Evaluarea debitului solid târât și în suspensie transportat în anul mediu și la diverse viituri 3. Determinarea producției de aluviuni a principalilor afluenți 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 84% din suprafață ocupată de roci cu mare susceptibilitate la eroziune 2. viitura din 3 iulie 1991 de 1190 mc/s și 19900 kg/s 3. eroziunea laterală între 1,78 și 35,7 m/an (aval de Balș) 4. acumularea în albie a 2,5 mil. mc aluviuni mobile în albie 5. procese de versant (prăbușiri, surpări, alunecări) direct în albie 500-5000 mc/an 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizarea terenurilor : terenurile agricole arabile 64%; terenurile cu păduri, 27%; terenuri cu vii și livezi 6%, pășuni montane 0,30%, alte folosințe 2,7%. 2. Efectul asupra nivelului de bază a albiei r. Olteț datorită confluenței cu lacul Drăgășani

		ai r. Olteț, aval de Balș 4.Granulometria și petrografia depozitelor de albie 5.Evoluția actuală a albiei râului Olteț		
3	Bazinul hidrografic Olt între Gura Lotrului și Drăgășani Sb = 3889 km ² Bazinele de versant Valea lui Antim (Sb =1 km ²) Valea Satului (Sb =9,6 km ²) Valea Nisipoasa (Sb =60 km ²) Valea Geamăna (Sb =54,3 km ²)	1.Prezentarea în ansamblu sub aspect geomorfologic a diferenței de bazin al Oltului și a principalelor cauze și surse de aport aluvionar târât și în suspensie 2.Evaluarea producției de aluviuni	1.Producție de aluviuni a bazinului Valea lui Antim (409 – 10445 t/km ² /an) 2. Producție de aluviuni a bazinului Valea Satului (326 – 10120 t/km ² /an) 3. Producție de aluviuni a bazinului Nisipoasa (96 – 4800 t/km ² /an) 4. Producție de aluviuni a bazinului Geamăna (150 – 5000 t/km ² /an)	1. Pericol pentru distrugerea podului peste Valea lui Antim a șoselei europene 2.Pericol de colmatare a deschiderii podului C.F. de peste V. Satului la cf. cu L. Călimănești 3.Efect de remuu și colmatarea albiei V. Satului datorită confluenței cu L. Călimănești 4.Colmatarea cu aluviuni grosiere a contracanalului Geamăna (L. Zavideni) 5.Colmatarea cu aluviuni grosiere a contracanalului L.Zavideni
4	Bazinul hidrografic Olt, sectorul Făgăraș – Avrig Sb = 1057 km ²	1.Prezentarea în ansamblu sub aspect geomorfologic a diferenței de bazin 2.Evaluarea surselor de aluviuni și a producției de aluviuni a bazinelor aferente contracanalului Faragas-Avrig	1. Producția de aluviuni a afluenților Oltului = 280000-630000t/an 2.Eroziune laterală pe r. Porumbacu, Arpașu, Sâmbăta, Breaza	Colmatarea contracanalului Făgăraș-Avrig
5	Bazinul hidrografic Argeș între baraj Vidraru și lacul Oiești Sb = 147 km ²	1.Prezentarea în ansamblu sub aspect geomorfologic a diferenței de bazin 2.Evaluarea debitului solid târât și în suspensie transportat în anul mediu și la diverse viituri 3.Determinarea producției de aluviuni ai afluenților r. Argeș 4.Evoluția albiilor în zonele de confluență cu r. Argeș și lacul Oiești	1.86% din suprafața bazinului ocupată de roci de molasă cu mare susceptibilitate la eroziune 2.Surse de aluviuni: grohotiș=2-5 cm/an; mișcări în masă=113000t/an;producții aluviuni tributari direcți)867000t/an 3.Procese de acumulare fluvială 300000 t/an	1. Aterisarea lucrărilor transversale de reținere aluviuni 2.Colmatarea lacului Oiești
6	Bazinul hidrografic Topolog Sb=543 km ²	1.Prezentarea în ansamblu sub aspect geomorfologic a diferenței de bazin 2.Evaluarea debitului solid târât și în suspensie transportat în anul mediu și la diverse viituri 3.Determinarea producției de aluviuni a principalilor afluenți ai r. Topolog 4.Granulometria și petrografia depozitelor de albie 5.Evoluția actuală a albiei râului Topolog	1.43% din suprafață ocupată de roci cu mare susceptibilitate la eroziune 2.Sursa de aluviuni din domeniul versant =58%, iar albia =42% 3.Producția de aluviuni a bazinelor mici afluențe=880000t/an 4. procese de versant (prăbușiri, surpări, alunecări) direct în albie 150-1500 mc/an 5.106 sectoare de eroziune laterală – 5,7 m/an 6.Zone de stocare a aluviuni-1564000 m ³	1.Prizele de captare Topologelu și Vadu Frumosu cu influență asupra tranzitului de aluviuni 2.Colmatarea lacului Suici la 54 km de confl., V=255000 m ³ 3. Lacul de baraj Băbeni- evaluarea colmatării
7	Bazinul hidrografic Bâsca Chiojd Sb=345 km ²	1.Prezentarea în ansamblu sub aspect geomorfologic a diferenței de bazin 2.Evaluarea debitului solid târât și în suspensie transportat în anul mediu și la diverse viituri 3.Determinarea producției de aluviuni a principalilor afluenți ai r. Bâsca Chiojd 4.Granulometria și petrografia depozitelor de albie 5.Evoluția actuală a albiei râului Bâsca Chiojd	1.42% din suprafață ocupată de roci cu mare susceptibilitate la eroziune 2.Efluența aluvionară a bazinului – 592000 t/an 3.Procese de versant (prăbușiri, surpări, alunecări) direct în albie 253000 mc/an 4.Zone de stocare aluviuni-2600000 m ³	Amenajarea unei acumulări nepermanente cu rol de reținere a aluviunilor
8	Bazinul râului Buzău Sb = 5240 km ²	1.Erodabilitatea terenurilor din bazinul hidrografic 2.Surse de aluviuni 3.Bilanțul aluviunilor r. Buzău	1.Potențialul total depozite transferate în rețeaua ord. I-II = 8,3 mil. t/an 2.Procese de mișcare în masă, între Varlaam-Nehoiu – 70 % din aluviunile intrate în albie; între Nehoiu-Cândești – 4,2% din aluviunile intrate în albie. 3.Eroziune laterală 28 m/an; stocaje de albie, megaunde de transport h= 2 m. 4. Debit târât = 31%	1.Barajul și lacul Siriu 2.Barajul Cireșu-Surduc 3.Barajul și lacul Cândești
9	Bazinul râului Putna (amonte de Colacu) Sb = 1100 km ²	1.Erodabilitatea terenurilor din bazinul hidrografic 2.Surse de aluviuni 3.Transportul de aluviuni și dinamica albiilor 3.Bugetul de aluviuni al r. Putna	1.Eroziune în suprafață – 1970 – 2900 t/km ² /an 2.Procese de creep – 7900 – 9500 t/an 3.Alunecări de teren – 158000 – 2 370 000 t/an 4.Prod. aluv. bazine hidrografice mici –1255 – 4900 t/km ² /an	Evaluarea duratei de viață a viitorului lac Prisaca
10	Bazinul lacului Cândești (r. Buzău)	1.Surse de aluviuni 2.Caracteristicile sedimentelor din lac		Colmatarea lacului Coeficient mare de captare a aluviunilor

11	Bazinul lacurilor Pângarați, Vaduri, Bâta Doamnei, Reconstrucția (r. Bistrița)	1.Surse de aluviuni 2.Caracteristicile sedimentelor din lac	Cercetări geomorfologice experimentale în bazinele mici Pângarați (Sb = 18 km ²) și Oanțu (Sb = 38 km ²)	Drumuri forestiere Corectarea torenților Colmatarea lacurilor Coeficient de captare a aluviunilor
12	Bazinul lacului Izvoru Muntelui	1.Surse de aluviuni 2.Dinamica țărumurilor 3.Delte antropice 4.Dinamica albiei aval de baraj	Cercetări geomorfologice experimentale asupra covei lacului Izvoru Muntelui	Efectul barajului Drumuri forestiere Corectarea torenților Colmatarea lacului
13	Bugetul de aluviuni al bazinului Bârlad Sb = 7395 km ²	1.Eroziunea efectivă a versanților 2.Transportul aluviunilor în rețeaua hidrografică 3.Inventarierea iazurilor și evaluarea coeficientului de captare a aluviunilor 4.Bugetul de aluviuni	1.Eroziunea în suprafață și rigole - 28 t/ha/an 2.Eroziunea în ravene - 11 t/ha/an 3.Alunecările de teren - 3200 t/ha/eveniment	Efectul celor 427 iazuri și lacuri în reținerea aluviunilor
14	Bugetul de aluviuni al bazinului Jijia Sb = 5722 km ²	1.Eroziunea efectivă a versanților 2.Transportul aluviunilor în rețeaua hidrografică 3.Inventarierea iazurilor și evaluarea coeficientului de captare a aluviunilor 4.Bugetul de aluviuni	1.Eroziunea în suprafață și rigole - 28 t/ha/an 2.Eroziunea în ravene - 11 t/ha/an 3.Alunecările de teren - 3200 t/ha/eveniment	
15	Bugetul de aluviuni al bazinului versant al lacului Stâncă – Costești (versant drept) Sb = 620 km ²	1.Producția de aluviuni în bazinul versant 2.Efluența aluvionară	Procesele geomorfologice din bazinul versant – 33 262 mc/an	Colmatarea lacului Stâncă Costești
16	Bugetul de aluviuni al bazinului lacului Podu Iloaiei, Sb = 525 km ²	1.Producția de aluviuni în bazinul versant 2.Efluența aluvionară	Efluența aluvionară în Lacul Podu Iloaiei = 181 497 t/an	Colmatarea lacului Podu Iloaiei
17	Albia r. Bârlad L = 247 km	1.Evoluția albiei r. Bârladului 2.Forma profilului longitudinal 3.Forma secțiunii transversale	1.Agradarea albiei 2.Tendența de meandrare	Efectul rectificării albiei r. Bârlad

4. Elementele ce compun bugetul de aluviuni ale celor două mari bazine ce drenează Câmpia și Podișul Moldovei (respectiv, Jijia și Bârlad) prezintă fiecare argumente de a fi incluse în categoria hazardelor geomorfologice. Astfel, eroziunea în suprafață și în rigole poate îndepărta anual de pe un teren lipsit de vegetație în medie 28,00 t/ha/an; această cantitate de material reprezintă sol fertil, a cărei refacere depășește perioada timpului istoric dacă nu au loc lucrări de remediere a degradării solului. Tot la fel și eroziunea în ravene, a căror densitate în această zonă este de 2 – 4 ravene /km², cu rate de avansare de peste 10 m/an și dislocare într-un timp scurt a unor imense cantități de sol și rocă, sunt hazarde geomorfologice prin faptul că afectează terenuri propice utilizării economice. Efectul celor 427 de iazuri prin captarea aluviunilor transportate de rețeaua hidrografică modifică relația între surse și efluență, diminuând considerabil efluența aluvionară a râurilor principale.

În final, putem conchide că geomorfologia aplicată poate fi considerată ca o disciplină strategică în reducerea vulnerabilităților umane și naturale. Prin contribuția la înțelegerea proceselor geomorfologice, metodologiile de a predicta tipurile de desfășurare a evenimentelor hazardoase pot fi dezvoltate și aplicate. Geomorfologii asistă la reducerea vulnerabilității naturale în trei moduri diferite: primul, prin îmbogățirea cunoașterii teoretice a geomorfologiei care este baza aplicării disciplinei noastre; al doilea, prin dezvoltarea modelelor de predicție pentru diferite procese cum ar fi alunecările de teren, inundațiile, vulcanismul etc; și în final prin abordarea diversificată a geomorfologiei aplicate pentru prevenirea dezastrelor naturale.

Bibliografie

- Alcantara-Ayala, Irasema (2002), *Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries*, Geomorphology, 47, 107-124.
- Bălțeanu, D., Dinu Mihaela, Cioacă Adrian (1989), *Hărțile de risc geomorfologic*, SS GGG, seria Geografie, t 36, 9-14.
- Bălțeanu, D. (1992), *Natural hazards in Romania*, RR GGG, s. Geographie, t 36, 47-55.
- Chorley, R.J., Schumm, S.A., Sugden, D.E. (1985), *Geomorphology*, Methuen, London.

- Cioacă A. (2001), *Efectele activităților tehnologice asupra riscurilor geomorfologice în regiunile de extracție a resurselor naturale ale subsolului*, Revista Geografică, t 7, 132-137.
- Coteț, P. (1978), *O nouă categorie de hărți – hărțile de risc – și importanța lor geografică*, Terra, X, 3.
- Gares, P.A., Sherman, D.J, Nordstrom K.F. (1994), *Geomorphology and natural hazards*, Geomorphology, 10, 1-18.
- Greco, F. (1997), *Fenomene naturale de risc, geologice și geomorfologice*, Editura Universității București, 144 p.
- Greco, F. (2002), *Risk-prone lands in hilly regions: mapping stages*, in Applied geomorphology, Wiley and Sons, Chichester, 49 – 64.
- Ianoș, I. (1994), *Riscul în sistemele geografice*, SC GGG, seria Geografie, XLI, 19-27.
- Ichim, I., Rădoane, Maria., Rădoane, N., Catană, C.(1994), *Sediment balance in the Argeș drainage basin(Vidraru Dam - Oești Reservoir)*, RR GGG, serie de Geographie, 38, 105 – 110.
- Ioniță, I.(2000), *Geomorfologie aplicată*, Editura Universității “Al.I.Cuza” Iași, 230 p.
- Martiniuc, C., Băcăuanu, V. (1964), *Problemes de geomorphologie appliquee dans la systematisation des villes en Moldavie*, RR GGG, serie de Geographie, 8.
- Morariu, T.(1967), *Les problemes actuels de la geomorphologie appliquee en Roumanie*, Travaux du Symposium International de Geomorphologie Appliquee, Bucarest, 5-9 p.
- Panizza, M. (1990), *Geomorfologia applicata*, NIS, Roma, 342 p.
- Posea, G., Cioacă, A.(2003), *Cartografierea geomorfologică*, Editura Universității “Spiru Haret”, București.
- Rădoane Maria, Rădoane, N., Ichim, I., Surdeanu V.(1999), *Ravenele. Forme, procese, evoluție*, Editura Presa Universitara, Cluj-Napoca, 268 p.
- Rădoane Maria, Rădoane N.(2001), *Eroziunea terenurilor și transportul de aluviuni în sistemele hidrografice Jijia și Bârlad*, Revista de Geomorfologie, București , vol. 3, 73-86.
- Rădoane N., Rădoane, Maria, Ichim, I., Miclăuș Crina (1995), *Influențele mineritului asupra tranzitului de aluviuni pe râul Jiu, amonte de Sadu*. St. cercet. geol., geof., geogr., s. Geografie.
- Rădoane, N. (2002), *Geomorfologia bazinelor hidrografice mici*, Editura Universității Suceava, 255 p.
- Schreiber, W.E. (1980), *Harta riscului intervenției antropice în peisajul geografic al Munților Harghita*, SC GGG, seria Geografie, t 27, 1.
- Schumm, S.A. (1988), *Geomorphic hazards: problems of prediction*, Z. Geomorphol. Suppl., 67, 17-24.
- Sorocovshi, V.(editor) (2003), *Riscuri și catastrofe*, I, II, Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 651 p
- Surdeanu, V. (1998), *Geografia terenurilor degradate*, Editura Presa Universitară clujeană, 274 p.
- Tricart, J. (1962), *L'Epiderme de la Terre, esquisse d'une geomorphologie appliquee*, Masson et Cie, Paris, 167 p.
- Tufescu, V., Moțoc M.(1969), *La geomorphologie au service de l'amelioration des terrains degrades en Roumanie*, Travaux du Symposium International de Geomorphologie Appliquee, Bucharest, 49 – 54.
- Tufescu, V. (1966), *Modelarea naturală a reliefului și eroziunea accelerată*, Editura Academiei, București.
- Zăvoianu, I., Dragomirescu, Ș. (1994), *Terminologia folosită în studiul fenomenelor naturale extreme*, SC GGG, seria Geografie, XLI, 59-65.
- ***(1994), *Geomorphology and natural hazards*, 25th Binghamton Symposium in geomorphology, vol. 10, 353 p.