

EVOLUȚIA ACTUALĂ A PIEMONTULUI PERICARPATIC MOLDOVENESC

Maria RĂDOANE, Nicolae RĂDOANE

Cuvinte cheie: râuri, profile longitudinale, transport aluviuni, paleoevoluție, Piemont Moldovenesc

Key words: streams, longitudinal profiles, sediment transport, paleoevolution, Moldavian Piedmont

Present-day evolution of the Moldavian Pericarpathian Piedmont. In this paper, attention is focused on the continuity of evolution of the Moldavian Piedmont. The proofs supporting this idea derived from the geomorphological analysis of East Carpathians streams, of their drainage basin areas, of their longitudinal profiles, of their sediment qualities correlated to the source areas, their spatial distribution, the tendencies in the river channel dynamics. The main rivers which drain the east and southeast side of the Eastern Carpathians have been analysed for several years by our team, regarding the sediment transit, the riverbed changes and their type of channel deposits. For example, the concavity index of the east-Carpathian rivers shows a trend to increase from North to South from the Eastern Carpathians to Carpathian Bend. The Siret River undergoes regarding of its longitudinal profile, with marked aggradation in the middle its course. This reflects selective accumulation of coarse material due to the massive contribution of the Carpathian tributaries. This phenomenon has been continuous throughout the Holocene, resulting in the gravel sheet formation of the Pericarpathian Piedmont.

1. Punerea problemei

Zona estică a Carpaților Orientali și contactul acestora cu Subcarpații și Podișul Moldovei a reprezentat întotdeauna un subiect de mare atracție pentru toți cei care s-au preocupat de descifrarea evoluției paleogeomorfologice, de delimitarea unităților de relief, de starea actuală a dinamicii reliefului, de realizarea unor previziuni asupra evoluției în continuare a reliefului. Mai întâi geologii, apoi geografii au constatat că dinamica și complexitatea transformărilor din această regiune merită o concentrare deosebită a eforturilor de cunoaștere științifică. Este vorba de evoluția rețelei hidrografice cu o continuitate din Sarmațian (pentru sectorul amonte de Troțuș), de care se leagă formarea unor

acumulări masive de pietrișuri la contactul cu marea sarmatică și care reprezenta Piemontul Sarmatic în toată desfășurarea sa, comparabil cu Piemontul Getic din Villafranchian (Martiniuc, 1956; Sârcu, 1953; Pop, Martiniuc, 1971; Donisă et al., 1973; Posea, Popescu, 1973; Tufescu et al., 1973; Brânduș, Chiriță, 2000; Miclăuș, 2001). Mișcările tectonice ulterioare, formarea Subcarpaților au deranjat puternic forma de relief piemont, dar nu și alcătuirea acestuia; resturile piemontului dispersate pe numeroase interfluvii, vizibile în numeroase deschideri au permis cercetătorilor să reconstituie cu fidelitate extinderea sa, geneza, relația cu râurile sursă.

Colectivul nostru de cercetare s-a înscris și el pe linia investigațiilor geomorfologice în această regiune celebră de acum prin problematica

fascinantă de paleoevoluție, dar și de dinamică actuală, iar mai recent, de evaluare a impactului antropic în desfășurarea naturală a proceselor. Efortul nostru a fost îndreptat mai mult spre identificarea și stabilirea ritmului de desfășurare a proceselor actuale, în domeniul versanților, a bazinelor hidrografice mici, dar mai ales în domeniul albiilor de râu, un segment de care ne-am ocupat cu neîntrerupere în ultimii 30 de ani. S-a acumulat o bază de date de mare valoare și pe care permanent o aducem la zi. Prelucrările și interpretările datelor noastre în strânsă corelație cu moștenirea științifică pe care o avem asupra cunoașterii zonei de studiu, dar și cu progresul pe plan internațional al domeniului nostru de cercetare ne-a determinat să aducem în discuție încă o dată problema Piemontului Pericarpatic Moldovenesc; ne propunem să arătăm

că deși el a fost distrus prin tectonică și eroziune și a fost încorporat altor tipuri și unități de relief, de fapt acțiunea proceselor geomorfologice, în special, a celor fluviale arată că Piemontul Moldovenesc este funcțional, a fost și se află în construcție, cel puțin în etapa holocenă a timpului nostru de referință. Dovezile pe care le aducem în sprijinul funcționalității piemontului derivă din analiza geomorfologică a râurilor est-carpătice, a bazinelor lor de recepție, a profilelor longitudinale, a calității depozitelor actuale în strânsă corelație cu sursa de proveniență, a distribuției lor spațiale, a tendințelor în dinamica albiilor minore. Comportarea acestor râuri reprezintă cheia înțelegerii evoluției unei regiuni pe un segment de timp suficient de lung ca să conchidem că Piemontul Moldovenesc se află în continuă formare.

Tab. 1. Date generale asupra râurilor studiate.

Nr. crt.	Râul	Sectiunea de măsurare	Suprafața bazinului Sb (km ²)	Lungimea râului (km)	Debitul mediu anual (m ³ s ⁻¹)	Debitul de aluviuni în suspensie (kg s ⁻¹)	Productia de aluviuni (t km ⁻² an ⁻¹)
1	Suceava	Cf. Siret	2616	172.3	14.1	13.6	180.4
2	Moldova	Tupilati	4016	169.9	32.8	35.3	277.74
	Moldova	Roman	4316	205.0		16.1	117.64
3	Bistrița	Frunzeni	6974	239.8	52.0	8.30	37.53
	Bistrita(reconstituit)	“	5695	278.8	62.8	20.23	98.15
4	Trotuș	Cf. Siret	4456	149.2	33.0	38.45	394
5	Putna	“	2518	146.5	13.4	91.80	1400
6	Milcov	Cf. Putna	395	73.5	1.1	16.9	1349
7	Ramna	“	334	63.0	0.6	36.0	3399
8	Rm. Sarat	Cf. Siret	935	139.5	2.65	32.2	1086
9	Buzau	Racovita	5264	293.0	25.7	80.30	811
10	Siret	Siret	1647	140.0	14.2	8.64	165.4
		Hutani	2164	207.9	16.9	13.5	196.7
		Lespezi	5945	306.8	37.2	52.9	280.6
		Dragesti	11899	446.1	78.8	62.1	164.6
		Racatau	19639	516.2	170.0	114.0	183.0
		Lungoci	36123	651.8	211.0	261.0	227.9
		Cf. Dunare	43933	725.8	254.0		

2. Fondul de date și metoda de lucru

Pentru argumentarea observațiilor proprii, cercetările noastre s-au axat pe râurile importante care drenează flancul estic al Carpaților Orientali și sunt afluențe directe ale râului Siret. În total sunt 10 râuri

(tabelul 1) și acțiunea lor a fost și, așa cum vom vedea, continuă să fie la originea dezvoltării ariei piemontane de la exteriorul Carpaților Orientali. Câteva date generale asupra lor sunt conținute în tabelul 1, iar poziția geografică a zonei de studiu este reprezentată în fig.1.

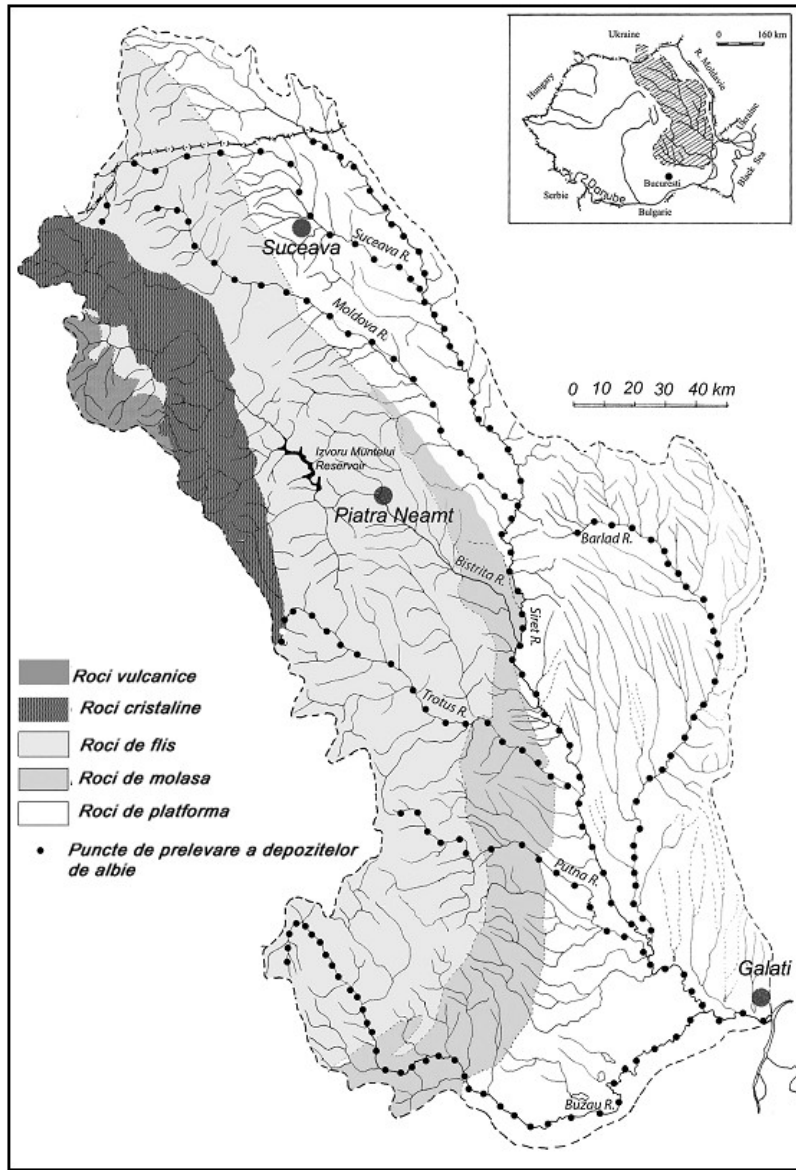


Fig.1. Poziția râurilor studiate și localizarea secțiunilor de prelevare a probelor de material de albie.

Aceste râuri au fost luate în studiu de mai mulți ani de către echipa noastră, astfel încât acum avem o bază de date consistentă privind tranzitul de aluviuni, dinamica albiilor, depozitele actuale. Noi le considerăm cazuri reprezentative pentru condițiile morfodinamice din această regiune, atât ca raportare la condițiile naturale, dar și la impactul antropic, în principal, prezența barajelor și exploatărilor de balast. Privind poziția acestor râuri se impune și observația că peste 50% din lungimea albiilor lor se dezvoltă în afara ariei carpatice, dar depozitele păstrează caracteristicile induse de aria montană.

Râurile au fost investigate asupra formei profilelor longitudinale, aplicându-se o serie de modele matematice pentru a deduce forma profilului de echilibru (Rădoane et al., 2003); s-au făcut cercetări asupra

tendențelor în dinamica actuală a patului albiilor printr-o metodă proprie, utilizând informația de la peste 60 de secțiuni transversale în zona posturilor hidrometrice (Rădoane et al., 1991). Dar cea mai importantă și laborioasă investigație s-a făcut asupra depozitelor de albie ale râurilor din bazinul Siretului. Secțiunile de albie din care s-au eșantionat depozitele au fost situate în lungul fiecărui râu la o distanță de 8 - 10 km una de alta.

Prelucrarea datelor experimentale s-a făcut, în principal, pe baza metodelor statistice, iar rezultatele obținute s-au constituit în conturarea unor argumente privind funcționalitatea piemontului și anume: 1) Tendențe manifestate în forma profilelor longitudinale; 2) Producția și transportul de aluviuni în bazinul râului Siret.

3. Tendențe manifestate în forma profilelor longitudinale

Forma profilelor longitudinale ale râurilor est-carpatice a fost studiată îndeaproape de noi, folosind cele mai recente metode de analiză și interpretare (Rădoane et al., 2003). Rezultatele acestei analize au arătat că:

Gradul de concavitate a profilului longitudinal măsurat prin coeficientul de concavitate, ($Ca \rightarrow 0.0$, indică un profil ce tinde spre linia dreaptă, $Ca \rightarrow 1.0$, indică un profil ce tinde spre flexură maximă) arată că cele mai mici valori le au Suceava, Moldova, Bistrița și Trotuș, între 0,431 și 0,503, apoi Putna, Buzău, și Siret cu valori între 0,651 și 0,765. Comparând forma profilelor cu a râurilor de pe rama sudică a Carpaților Meridionali am constatat pentru acestea din urmă o mai mare concavitate decât pentru râurile din bazinul Siretului. Astfel, pe ansamblu, dacă am lua în considerație

poziția de la nord la sud a fiecărui râu considerat, în cadrul Carpaților Orientali și a Carpaților de Curbură, am constata că există o tendință de creștere a coeficientului de concavitate (fig. 2).

Modelarea matematică a formei profilului longitudinal a permis alte observații importante; astfel, râurile Suceava, Moldova, Bistrița, Trotuș, Putna și Buzău – toate afluențe Siretului tind spre forma exponențială, exponențial – logaritmică și chiar liniară a exprimării matematice a profilului lor longitudinal. Pentru comparație, am analizat și profile longitudinale ale râurilor de pe rama sudică a Carpaților Meridionali (Ialomița, Dâmbovița, Argeș, Olteț, Jiu) și am constatat că acestea preferă o ajustare după modelul logaritmic și chiar cel de putere. O asemenea tendință este redată în fig. 3, unde am

prezentat o relație între lungimea râului și coeficientul de regresie “a” al funcției exponențiale. De aici se poate vedea cum dreapta de regresie “împarte” râurile cu mare concavitate

(Olteț, Dâmbovița, Argeș, Ialomița, Jiu) de cele cu o concavitate redusă (Suceava, Moldova, Bistrița, Trotuș, Putna), confirmând și prin aceasta observațiile făcute mai sus (fig. 3).

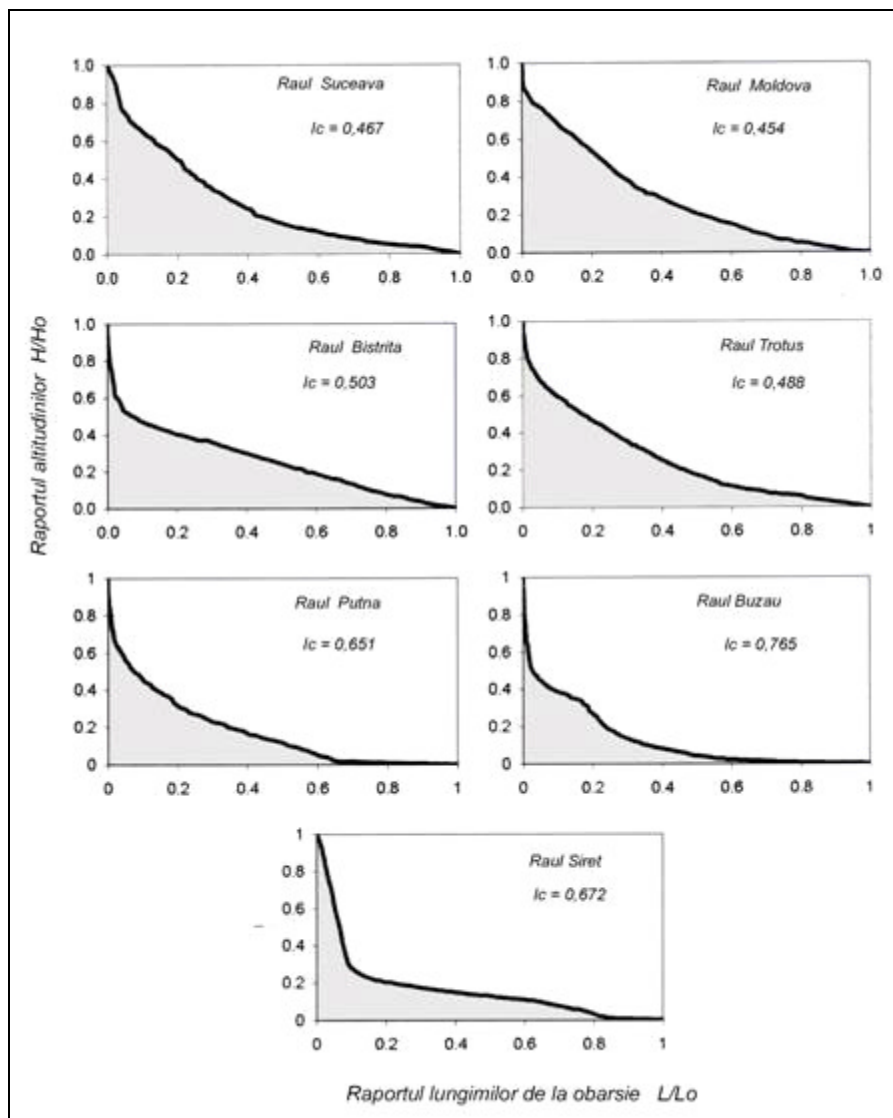


Fig. 2. Profilele longitudinale ale râurilor est-carpătice.

Între forma profilului longitudinal și tipul depozitelor de albie

există o relație dovedită de numeroase studii de foarte mult timp. Râurile care

au ca depozite de albie materiale de calibru mare (bolovănișuri, pietrișuri) se caracterizează prin *dominarea proceselor de transport*, existând un echilibru între eroziune și acumulare în lungul lor. Aceste râuri prezintă profile longitudinale de mică concavitate, aproape drepte și, bineînțeles, sunt modelate de o *funcție liniară și exponențială*. În cazul nostru, tipice sunt râurile de la nord de Trotuș, râuri cu o pantă accentuată de transport, unde depozitele de albie sunt grosiere

pe toată lungimea lor.

Pentru râurile care înregistrează *o descreștere accentuată a dimensiunii materialului de albie*, de la bolovănișuri și pietrișuri în cursul superior, la nisipuri fine în cursul inferior, *modelul logaritm* oferă cea mai bună aproximare a curbei profilului longitudinal. Este caracteristica dominantă pentru majoritatea cazurilor studiate de noi, în special, râurile de la sud de Trotuș.

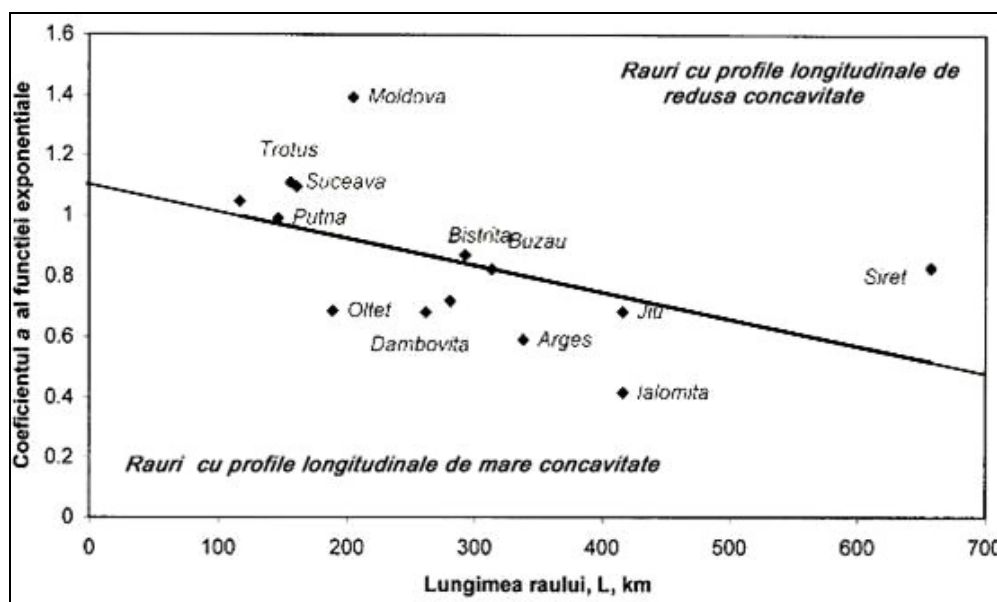


Fig.3. Relația între lungimea râurilor și coeficientul a al funcției exponențiale a profilelor longitudinale.

Deformarea profilului longitudinal datorită aportului unei mari cantități de aluviuni prin afluenții laterali este o altă caracteristică observată, tipic fiind râul Siret. Explicația acestui fenomen constă în aportul puternic cu aluviuni grosiere a afluenților carpațici și incompetența Siretului de a prelua această cantitate și

de a o îndepărta din sistemul său fluvial. Ilustrația prezentată în fig. 4 evidențiază clar această tendință, unde se prezintă relația cu indicele de sortare a materialului de albie și mărimea suprafețelor bazinelor contribuitoare cu aluviuni grosiere. Cele mai importante surse în deformarea profilului longitudinal sunt aluviunile

transportate de Suceava, Moldova, Bistrița și Trotuș. Avale de confluența cu Putna, diametrul median realizează o scădere bruscă de la 5 mm la 0,3 mm, în relație directă cu panta profilului longitudinal. Deși măsurătorile asupra materialului de albie privesc depozitele expuse în albie în prezent, deformarea profilului longitudinal arată că tendința s-a manifestat pe tot parcursul

Holocenului, cu activitate maximă în perioadele de mare efectivitate geomorfologică a perioadei Atlanticului. Putem vorbi astfel de o „frunte fosilă” a pânzei de pietrișuri împinsă până aici în lungile perioade ploioase ale Holocenului când râul avea o capacitate de transport mult mai mare decât în actual (o dovedește geometria paleomeandrelor).

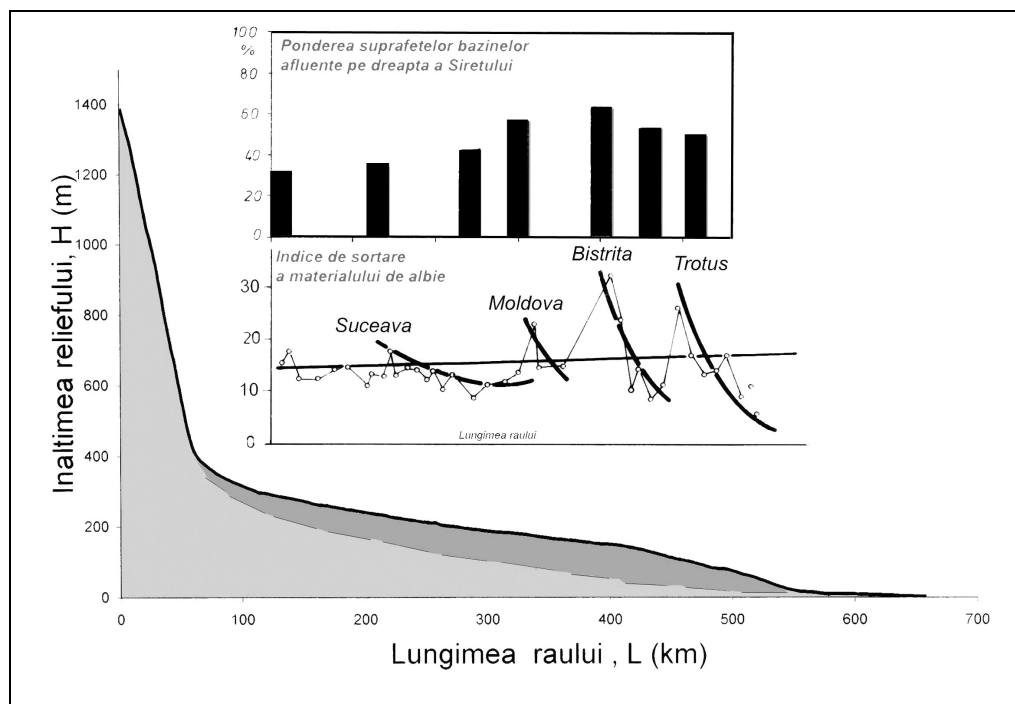


Fig. 4. Tendința de deformare a profilului longitudinal al râului Siret prin aport carpatic.

4. Producția și transportul de aluviuni în bazinul râului Siret

Un alt aspect care vine să ilustreze morfodinamica accentuată în zona de bordură a Carpaților și Subcarpaților Orientali este cel în legătură cu producția și transportul de aluviuni în bazinul râului Siret. Acest fenomen reflectă condițiile morfodinamice ale perioadei actuale de

evoluție a reliefului, respectiv, ultimile decenii de când avem observații sistematice asupra transportului de aluviuni în suspensie ale râurilor. În prelucrarea datelor și generarea de materiale cartografice edificatoare pentru starea erozională a terenurilor din România avem o moștenire bogată, prin sintezele elaborate de Diaconu(1971), Mociorniță și Brateș (1987).

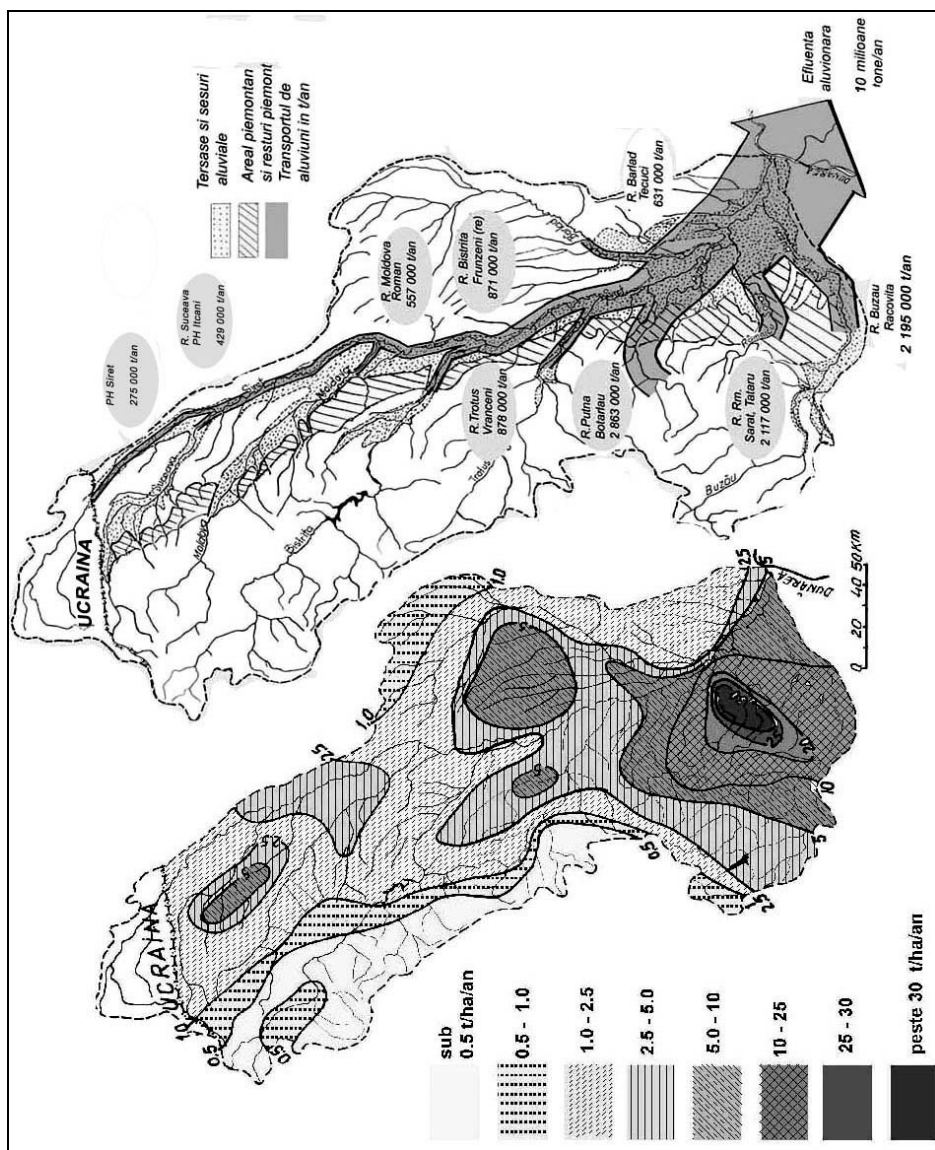


Fig. 5. Harta productiei de aluviuni în bazinul râului Siret (stânga). Harta fluxului de aluviuni în lungul râurilor din bazinul hidrografic Siret (dreapta).

Utilizând măsurătorile asupra transportului de aluviuni în cele 79 de secțiuni cu măsurători în bazinul Siretului (perioada 1950-2002), am elaborat în colaborare cu P. Olariu, o nouă hartă a producției specifice de aluviuni (fig. 5). Diferențele față de vechile hărți ale producției de aluviuni nu sunt majore, doar s-au accentuat arealele deja cunoscute cu cele mai mari valori (bazinele mijlocii ale Putnei și Buzăului rămân în continuare cu cele mai mari producții de aluviuni, depășind 30 t/ha/an). În plus, au mai apărut areale noi cu valori ridicate, cum sunt cele din bazinul mijlociu al Bârladului, al Tazlăului și în cel inferior al Moldovei și Sucevei (Rădoane et al., 2005).

Această hartă a stat la baza construcției unei noi hărți, a fluxului de aluviuni în lungul principalelor râuri din bazinul Siret (fig. 5).

Analiza succintă a acestor materiale cartografice rezultă în următoarele observații:

-pe spațiul de analiză considerat ($S_b = 43.933 \text{ km}^2$) există o desfășurare a întregii game de producții specifice de aluviuni determinate pentru teritoriul României, de la cele mai mici, de sub 0.5 t/ha/an, până la cele mai mari valori, de peste 25 t/ha/an.

-*alcătuirea litologică a substratului generator de aluviuni și mărimea bazinelor hidrografice* sunt factori majori ce asigură o selectare a volumelor de aluviuni tranzitate de la aria sursă spre cea de efluență (Walling, 1983; Rădoane and Rădoane, 2005). Astfel, bazinele mici din zona cristalină a Carpaților Orientali contribuie cu cele mai mici cantități de aluviuni pentru transportul în cadrul rețelei de râuri, sub 0.5 t/ha/an. Bazinele situate pe roci de fliș (gresii, marne, calcare, conglomerate acoperite de o cuvertură deluvială ce

depășește frecvent 10 m grosime), în special, la nord de Troțuș, dar și cele situate pe roci nisipoase de origine sarmatică în partea superioară a Bârladului, producțiile de aluviuni sunt în jur de până la 1 t/ha/an. Contribuția la cantitatea de aluviuni în suspensie evacuate în rețeaua de transport crește ușor în sectoarele inferioare ale Sucevei, Moldovei, Troțușului cu toți afluenții lui, dar mai ales Bârlad, la peste 2.5 t/ha/an. Cele mai mari valori ale transportului de aluviuni în suspensie din aria sursă în sistemul de drenaj se înregistrează în bazinele râurile Putna și Buzău situate în partea de sud a regiunii studiate de noi (peste 30 t/ha/an). Aceste bazine împreună cu cel al Râmnicului Sărat reprezintă arealele cu cea mai mare rată a eroziunii pe unitatea de suprafață din România, dar și cel mai mare transfer de aluviuni în rețeaua de drenaj. Susceptibilitatea mare a terenurilor la eroziune este dată în principal de extinderea rocilor friabile, fragmentarea mare a reliefului, potențialul ridicat de eroziune.

-fluxul transportului de aluviuni în suspensie așa cum se prezintă el după măsurătorile ultimilor decenii realizate în rețeaua națională (perioada de referință fiind 1950 - 2002) indică foarte clar contribuția fiecărui afluent major al Siretului. De la nord la sud, Siretul însuși, apoi Suceava, Moldova, Bistrița (valori reconstituite pentru a îndepărta efectul lacurilor de baraj construite în lungul acestui râu) și Troțuș au valori ale intrării de aluviuni din ce în ce mai mari, de la 275 000 t/an Siretul la intrarea în țară, la peste 800 000 la intrarea Troțușului în Siret.

-toate râurile est-carpatice înregistrează o creștere a producției de aluviuni cu cât se apropie de confluența cu Siret, singurul la care se observă o diminuare este Bârladul, datorită

manifestării unui puternic stocaj în partea mijlocie și inferioară. Într-un alt studiu am apreciat că râul Bârlad evacuează doar 4% din cantitatea de aluviuni pusă în mișcare în arealele sursă ale bazinului (Rădoane and Rădoane, 2001).

-imediat la sud de confluența Troțușului, fluxul transportului de aluviuni ale râurilor est-carpătice devine foarte mare, fiecare din cele trei râuri mai importante aducând în Siret peste 2 milioane t/an, ceea ce face ca Siretul să evacueze la rândul lui o cantitate de 10 milioane tone de aluviuni într-un an.

-dacă am suprapune dimensiunea grafică a acestui transport aluvionar peste aria ocupată de terase și șesuri aluviale ale Siretului și afluenților, am constata o potrivire destul de apropiată, ceea ce ne duce la observarea că tendințele actuale observate în transportul de aluviuni s-au păstrat întocmai, cel puțin pe timpul Holocenului.

-să specificăm că în fluxul transportului este reprezentat doar volumul de aluviuni transportat în suspensie; dacă se adaugă și cel târât,

cel care de fapt contribuie la formarea depozitelor de albie grosiere, imaginea acestei dinamici a aluviunilor ar fi cu adevărat întregită și ar căpăta semnificația reală a contribuției ariei surse carpatice la dezvoltarea și în prezent a ariei piemontane est-carpătice. În concluzie, tendințele actuale observate în dinamica transportului de aluviuni din aria sursă în aria de stocaj și de evacuare din sistemul fluvial al Siretului păstrează moștenirea unei îndelungi evoluții care, pentru zona amonte de Troțuș, datează încă din Sarmațian. Diferențierea constă în ritmul de desfășurare a procesului, mai rapid sau mai lent, dar niciodată întrerupt ca tendință. Or, dacă râurile est-carpătice nu și-au uitat această moștenire, avem tot dreptul să considerăm că funcționalitatea piemontului est-carpatic nu s-a întrerupt niciodată în mod definitiv, el doar a avut perioade firești de creștere și descreștere. Cu alte cuvinte aplicația noastră se face în cel mai curat spirit oferit de celebrul principiu „prezentul este cheia trecutului” consacrat de Ch. Lyell în 1875.

BIBLIOGRAFIE

- Brânduș, C., Chiriță, V.** (2000), *Geomorphological Trends of The Specific Contact between Eastern Carpathians Orogen and The Moldavian Platform*, în vol. *Geomorphology of The Carpatho-Balkan Region*, Editors: Dan Bălțeanu, Mihai Ielenicz, Nicolae Popescu, (cu lucrările Conferinței de Geomorfologie Carpato- Balcanice, Herculane-Orșova, octombrie 1998), Editura Corint, București.
- Church, M.A., McLean, D.G., Wolcott, J.F.**, (1987), *River bed gravels: sampling and analysis*. In Thorne, C.R., Bathurst, J.C., Hey, R.D. (Eds), *Sediment transport in gravel-bed rivers*, Chichester, Wiley, 43 – 79.
- Diaconu, C.** (1971), *Probleme ale scurgerii de aluviuni ale râurilor României*, Studii de hidrologie, XXXI, București.
- Donisă, I., Barbu, N., Ionesi, L.** (1973), *Etapele evoluției rețelei hidrografice din Carpații Orientali*, Realizări în geografia României, Ed. Științifică, București, 217-226.
- Dumitriu, D.** (2003), *Bugetul de aluviuni al bazinului râului Troțuș*, Teză de doctorat. Institutul de Geografie al Academiei Române, București.
- Grasu, C., Miclăuș, Crina, Șaramet, M., Scutaru, C., Scutaru, C.** (2004). *Geologia Bazinului Comănești*, Edit. Tehnică, București, 237 p.

- Ichim, I., Bătucă, D., Rădoane, M., Duma, D.** (1989), *Morfologia și dinamica albiilor de râu*, Editura tehnică, Bucharest, 408 p.
- Ichim, I., Rădoane, M.** (1990), *Channel sediment variability along a river: a case study of the Siret River (Romania)*, Earth Surf. Processes Landf., 15, 211 - 225.
- Ichim, I., Rădoane, M., Rădoane, N., Miclăuș, C.** (1995), *Carpathian gravel bed rivers in recent time – a regional approach*, Transactions, Japanese Geomorph. Union, 17-3, 135-157.
- Ichim, I., Rădoane, M., Rădoane, N., Grasu C., Miclăuș, C.** (1998), *Dinamica sedimentelor. Aplicație la râul Putna – Vrancea*, Edit. Tehnică, București, 192 p.
- Miclăuș, Crina** (2001), *Geologia deltelor relictelor extracarpatică sarmațiene dintre văile Sucevei și Bistriței*, Teză de doctorat. Universitatea « Al.I.Cuza » Iași.
- Mociornița C., Brateș, Elena** (1987), *Unele aspecte privind scurgerea de aluviuni în suspensie în România*, Hidrotehnică vol. 32, nr. 7, 11-19, București.
- Popp, N., Martiniuc, C.** (1971), *Zona de contact între Carpații Orientali și Podișul Sucevei*, Studii și comunicări, Științele naturii, 2-7, Muzeul Județean Suceava, 21- 32.
- Posea, Gr., Popescu, N.** (1973), *Piemonturile din România*, Realizări în geografia României, Edit. Științifică, București, 119-138.
- Rădoane N.** (2002), *Geomorfologia bazinelor hidrografice mici*, Edit. Universității Suceava, 250 p.
- Rădoane, Maria** (2004), *Dinamica reliefului în zona lacului Izvoru Muntelui*, Edit. Universității Suceava, 214 p.
- Rădoane Maria, Rădoane N.** (2001), *Eroziunea terenurilor și transportul de aluviuni în sistemele hidrografice Jijia și Bârlad*, Revista de Geomorfologie, București , 3, 73-86.
- Rădoane, M., Rădoane, N., Dumitriu, D.** (2003). *Geomorphological evolution of longitudinal river profiles in the Carpathians*, Geomorphology, 50, 293 – 306.
- Rădoane, M., Rădoane, N.** (2005). *Dams, sediment sources and reservoir silting in Romania*, Geomorphology, 71, 112-125.
- Rădoane, N., Olariu, P., Rădoane, Maria** (2005), *Harta efluenței aluvionare în bazinul hidrografic Siret*, Seminarul Geografic „Dimitrie Cantemir”, Universitatea „Al.I.Cuza” Iași (sub tipar).
- Tufescu, V., Martiniuc, C., Șandru, I.** (1973), *Piemontul Moldovei*, în: *Piemonturile*, Universitatea București, Centrul de multiplicare a universității, 127 – 139.
- Ujvari, I.** (1972), *Geografia apelor României*. Edit. Științifică, București, 689 p.
- Walling, D.E.** (1983), *The sediment delivery problem*, J. of Hydrology, 65.

Maria Rădoane,
Nicolare Rădoane
Departamentul de Geografie
Universitatea „Ștefan cel Mare” Suceava
E-mail: radoane@usv.ro
http://atlas.usv.ro/www/m_radoane.htm