

GRANULOMETRIA DEPOZITELOR DE ALBIE ÎN LUNGUL UNOR RAURI CARPATICE

MARIA RĂDOANE, NICOLAE RĂDOANE, IONIȚĂ ICHIM,
DAN DUMITRIU, CRINA MICLĂUȘ

Cuvinte cheie: profil longitudinal, depozite de albie, diametrul median, tendință exponențială, distribuții granulometrice, bimodalitate

Longitudinal changes in size of stream-bed material in some Carpathian rivers. As geomorphologists, we approached gravel bed rivers in the context of relationships between channel deposits variability and some controlling factors. Our researches focused on the eight rivers in Romania. The river bed material analyses were realised by the sediment sampling in above 190 cross-sections. Results obtained were shown that: a) There is a *exponential tendency* of downstream distribution of bed material. The granulometrial spectrum of bed materials is disturbed by the discontinuities in longitudinal profile, by lateral input of sediment, by intersection of some relict landforms. b) There is a tendency of *bed material segregation in the downstream direction* controlled by geological - geomorphological units cut by the streams. This phenomenon was been occurred by a long time process of competition between *sorting* and *abrasion*, in which the rock resistance, the river bed, the stream power interposed, finishing off the peculiarities of a river. For the studied rivers, the ratio of the two processes is easy favourable to the sorting processes. c) The interpretation of histograms represented another possibility of granulometrical distribution analysis in each downstream sampling point. The more obvious observations related to the histogram shape are on the *unimodal* character in some river reaches and *bimodal* in the others. *Modality* of the granulometrical distributions is the best described by including of three categories of fractions of bedmaterial: sand, gravel and the fraction 1 - 20 mm. Bimodality is determined by *amounts under about 35 % of the fraction 1 - 20 mm*.

INTRODUCERE

Rețeaua hidrografică a României are o lungime totală de 76 000 km , drenând o suprafață de 238 391 km². Este tributară în proporție de 97.8 % Dunării, are un debit mediu anual de 1300 m³/s și în proporție de peste 80% izvorăște din Munții Carpați. În România, interesul pentru studiul albiilor cu pietriș este relativ recent. El a fost impus de nevoia cunoașterii impactului antropic foarte puternic asupra râurilor prin amenajarea a 260 lacuri de baraj, realizarea a cca. 500 km derivații și aducțiuni; îndiguirea și regularizarea albiilor pe 16 000 km din lungimea râurilor etc. Toate acestea au indus schimbări dramatice, în primul rând, la nivelul efluenței aluviunilor, al variabilității depozitelor de albie și în regimul dinamicii actuale a albiilor. Ca geomorfologi, am abordat această problemă în contextul identificării unor particularități de evoluție a râurilor, al relațiilor dintre variabilitatea depozitelor de albie și unii factori de control specifici acestei regiuni din punct de vedere morfogenetic. În plus, avem în vedere găsirea unor elemente care să ne permită reconstituirea regimului morfodinamic, inclusiv, ale unor particularități de relief, din perioade care au generat bordura piemontană a Carpaților (cu începuturi din Miocen). Materialul care îl aducem în discuție nu depășește încă un stadiu empiric de evaluare și speculație teoretică, fiind orientat cu precădere spre obținerea de date, pe care se bazează interpretările și formulările de concluzii. S-a avut în vedere, de asemenea, o corelare a observațiilor noastre cu cele mai recente cercetări geomorfologice în domeniul albiilor cu pat de pietriș. Trebuie să menționăm, de asemenea, că observațiile asupra alcătuirii

granulometrice a depozitelor de albie continuă o mai veche preocupare a noastră privind evoluția rețelei hidrografice carpatice, dar fundamentată pe o bază empirică consistentă, formată din măsurători și observații în teren obținute în lungi campanii de teren.

ZONA DE STUDIU

Cercetările noastre au în vedere opt râuri din Romania (tabel 1) a căror bazine hidrografice însumează 55 178 km², reprezentând 23,15 % din teritoriul țării. 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 exploatarea de balast.

Tabel 1. Date asupra râurilor studiate *Data on the studied rivers*

Râul	Suprafața bazinului hidrografic Sb (km ²)	Ordinul rețelei (Strahler)	Raport de relief (m/km)	Debitul lichid mediu multianual (m ³ /s)	Debitul maxim cu asigurare de 1% (m ³ /s)	Debitul de aluviuni în suspensie (kg/s)
Suceava	2616	8	7,88	14,1	1385	5,90
Moldova	4299	8	8,19	26,2	1830	14,70
Trotuș	4456	8	8,95	33,0	1700	38,45
Putna	2480	7	11,0	13,4	1400	91,80
Buzău	5264	8	6,44	25,7	1800	80,30
Siret	42 274	9	4,17	216,0	3168	221,00
Ialomița	10 430	8	5,94	45,7	1440	95,00
Olteț	2474	7	11,02	8,6	1190	39,40

Râurile studiate de noi drează versantul estic al Carpaților Orientali (Suceava, Moldova, Trotuș, Siret), versantul sud-estic al Carpaților de Curbură (Putna, Buzău, Ialomița) și, respectiv, versantul sudic al Carpaților Meridionali (râul Olteț) (tabel 1). Privind poziția acestor râuri se impune observația că peste 50% din lungimea albiilor lor se dezvoltă în afara ariei carpatice, dar depozitele păstrează caracteristicile induse de aria montană.

DATE ȘI METODE DE LUCRU

Fondul de date privind analiza depozitelor de albie a rezultat în întregime din observațiile și măsurătorile noastre. 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. În total, s-au investigat peste 190 secțiuni de albie pentru care s-au făcut și măsurători ale pantei râului. Prelucrarea datelor experimentale s-a făcut pe baza metodelor statistice, iar rezultatele obținute au permis abordarea distinctă a următoarelor probleme: a) determinarea tendințelor de variație a dimensiunii materialului de albie în lungul râului; b) spectrul granulometric al materialului de albie explicat în relație cu unele variabile ale bazinului hidrografic; c) explicarea segregării granulometrice prin evaluarea contribuției a două procese fluviale: sortarea hidraulică și uzura; d) evidența empirică a distribuțiilor granulometrice în profilul longitudinal și problema apariției bimodalității acestora.

GRANULOMETRIA MATERIALULUI DE ALBIE ÎN LUNGUL RÂURILOR

Analiza depozitelor de albie minoră a fost realizată prin eșantionarea materialului de albie în trei opțiuni: ca *probă de suprafață* (fiind reprezentat numai stratul de pavaj hidraulic a cărei grosime este egală cu diametrul celui mai mare galeț); ca *probă de subsuprafață* (fiind reprezentat materialul aflat sub stratul de pavaj hidraulic) și ca *probă globală* (prin însumarea celor două categorii anterioare). Prin sitarea materialului din probele astfel colectate am obținut 14 clase granulometrice separate la interval de 1 phi. Aceste clase au fost grupate în cinci trepte de dimensiuni (conform scării granulometrice Wentworth),

descrise în următorii termeni: silt ($<4 \phi$ sau 0,063 mm) ; nisip (între 4 phi sau 0,063 mm și -1 phi sau 2 mm) ; pietriș (între -1 phi sau 2 mm și - 6 phi sau 64 mm) ; bolovăniș (între - 6 phi sau 64 mm și - 8 phi sau 256 mm) ; blocuri (peste -8 phi sau 256 mm). Valorile procentuale obținute au stat la baza unor prelucrări ulterioare privind tipul de distribuție, tendințe de grupare în lungul râului, matrici de corelație, evaluarea modalității distribuțiilor.

Tendințe de variație a dimensiunii materialului de albie în lungul râului. Reducerea dimensiunii materialului de albie în profil longitudinal al râurilor a fost observată și exprimată printr-o relație empirică încă din 1875 de către Sternberg, care arată că particulele din albie își reduc dimensiunea proporțional cu lucrul mecanic efectuat împotriva frecării în lungul râului. Relația este de tip exponențial și redă proporționalitatea între granulometria materialului de albie și panta profilului longitudinal. Cercetări ulterioare au stabilit numeroase situații când relația lui Sternberg nu are caracter general. Sunt situații generate de : apariția unor discontinuități în panta profilului longitudinal ; perturbarea produsă de aportul cu aluviuni din afluenți ; prezența unor sectoare de albie caracterizate prin mare energie, avale de o puternică sursă de aluviuni și altele.

Investigațiile noastre asupra celor 8 râuri carpatice au avut în atenție, în primul rând, stabilirea tipului de variație în profil longitudinal al diametrului median al depozitelor de albie. Așa cum se ilustrează în fig. 1, tendința generalizată este, într-adevăr, de tip exponențial, dar intensitatea corelației are o mare varietate de la un râu la altul. Se pare că materialul de albie al râului Ialomița prezintă o descreștere care urmărește foarte apropiat legea lui Sternberg. De asemenea, și râurile Olteț, Putna, Buzău, Moldova și Suceava. La capătul opus, adică diminuarea exponențială a particulelor din albie este profund afectată, se află râurile Trotuș și Siret datorită unor « evenimente » geomorfologice majore în cursul acestor râuri.

Spectrul granulometric al materialului de albie explicat în relație cu unele variabile ale bazinului hidrografic. Ponderea procentuală cumulată în lungul râurilor a claselor granulometrice majore redă mult mai sugestiv « accidentele » care intervin în dispunerea exponențială a dimensiunii materialului în profil longitudinal (fig. 2).

O distribuție procentuală cumulată ideală a materialului de albie în lungul râului este aceea în care clasele de dimensiuni din ce în ce mai mici se succed în mod uniform în direcția curgerii. Dintre cazurile luate de noi în studiu, râurile Ialomița și Oltet, apoi Suceava și Moldova se apropie mai mult de această tendință. Pentru râurile Trotuș, Putna, Buzău și Siret amestecul claselor granulometrice devine neobișnuit, apărând și dispărând categorii întregi de clase granulometrice. De exemplu, în cazul Siretului clasa dominantă este cea a pietrișului, iar undeva în mijlocul profilului apare cu o pondere de aproape 20% clasa bolovănișurilor. Este evidentă influența aportului principal de aluviuni prin râurile carpatice (Suceava, Moldova, Bistrița, Trotuș). În cazul râului Buzău, spre obârșie albia tinde să aibă un pat cu material mult mai fin decât în avale ; cauza este discontinuitatea de evoluție a profilului longitudinal prin diminuarea pantei în zona Depresiunii Întorsura Buzăului și creșterea pantei în zona de defileu. În cazul râului Putna, interceptarea de către râu a marelui con aluvial relict (probabil Holocen) al cărui apex este la km 85 aval de izvoare a determinat o apariție a clasei granulometrice a blocurilor în plină zonă de dominare a pietrișurilor și bolovănișurilor.

Segregarea granulometrică în profil longitudinal. Reprezentările grafice în diagrame triangulare a claselor granulometrice dominante în lungul râurilor a pus în evidență un alt aspect pe care trebuie să-l menționăm și anume o tendință de grupare a acestor clase care urmărește îndeaproape marile unități geomorfologice străbătute de râuri. Diagramele triangulare din fig. 3 arată cum are loc selectarea materialului bolovănos ($> - 6 \phi$) de cel format din pietrișuri (- 1 - 6 phi) și cel din nisipuri și silturi ($< - 1 \phi$). Clusterelor formate sunt aproximativ conforme cu prezența următoarelor unități geomorfologice: i) *aria Carpaților*, unde se grupează secțiunile cu material de albie din clasa bolovănișurilor și blocurilor în proporție de 60 - 80 %; ii) *aria Subcarpaților și Podișului*, din care provine mult material scheletic cu matrice nisipo - lutoasă datorită alunecărilor de teren. Această arie este traversată de râuri cu material reprezentat în proporție dominantă de clasa pietrișurilor; iii) *aria Câmpiei* se grupează în colțul din stânga al diagramei, unde se află clasa materialelor fine, sub -1 phi. Această segregare a materialului de albie în relație cu unitățile geologice- geomorfologice s-a realizat printr-un proces extrem de îndelungat de

competiție între sortarea și uzura pietrișurilor, în care rezistența rocilor, patul albiei, puterea râului au intervenit fiecare, definitivând particularitățile unui râu.

Cât privește importanța unuia sau altuia dintre cele două procese (sortare sau abraziune) în această segregare granulometrică și a diminuării fracțiunilor spre aval, opiniile sunt împărțite. Kodama (1991) face o trecere în revistă a studiilor care argumentează unul sau altul dintre cele două procese ca fiind determinante în diminuarea materialului de albie. Dintre cei care pun accentul pe importanța uzurii particulelor mulți sunt geologi - sedimentologi: Sneed și Folk (1958); Ikeda (1970, 1985); Ibbeken (1983); McBride și Pickard (1987). O altă grupă de autori sunt în special hidraulicieni, care susțin că reducerea în lungul râului a materialului de albie se datorește procesului de sortare: Knighton (1980, 1982); Brierley și Hickin (1985); Stih și Koman (1990 a, b). Prin urmare, și într-un caz și în celălalt, punctele de vedere sunt expresia globală a domeniului de abordare. Argumentele sunt deopotrivă de convingătoare și de o parte și de cealaltă și considerăm că rezolvarea susținută de Plumley încă din 1948 este de preferat, și anume: *diminuarea materialului de albie în lungul râurilor se datorește atât transportului selectiv, cât și uzurii*. Proporția cu care participă fiecare dintre aceste procese este variabilă pentru fiecare râu, dificultatea constând în stabilirea raportului dintre ele. De exemplu, Plumley în 1948 arată că în cazul râului Rapid Creek, transportul selectiv participă cu 75% și uzura cu 25%; Bradley et al. (1972) a conchis că sortarea este responsabilă pentru 90-95% din diminuarea pietrișurilor pe un sector al râului Knik. Kodama (1991) arată că pentru râurile din Japonia de pe conurile aluviale uzura este responsabilă pentru 90% din diminuarea materialului de albie.

Apresiasi raportului dintre sortare și abraziune pentru râurile studiate de noi s-a făcut pe baza intensității corelației în lungul râurilor a coeficientului de sortare Folk - Ward și, respectiv, a indicelui de rotunjire Cailleux (acesta din urmă evaluat pentru galeții cu diametre cuprinse între 16 - 64 mm, grupare dominantă în lungul râurilor studiate). Rezultatul este redat mai jos, valorile procentuale având un caracter orientativ.

Tabel 2. Ponderea aproximativă a procesului de sortare hidraulică și uzură mecanică în reducerea dimensiunii materialului de albie *Approximate weight of the hydraulic sorting and mechanical abrasion in the size diminution of the bed material*

Râul	Sortarea (%)	Uzura (%)
Suceava	46	54
Moldova	73	27
Trotuș	25	75
Putna	72	28
Buzău	51	49
Siret	18	82
Ialomița	76	24
Olteț	79	21

Se constată că, într - adevăr, raportul celor două procese este variabil, chiar și pentru râuri din mediul fizico - geografic apropiat, cum sunt cele de mai sus. De exemplu, Suceava și Moldova, a căror dimensiuni ale bazinelor hidrografice, formă a profilului longitudinal, compoziție petrografică a bazinelor sunt foarte apropiate, proporția în care participă sortarea hidraulică și uzura mecanică la diminuarea materialului de albie nu este câtuși de puțin asemănătoare. Aceeași situație pentru râurile Putna și Buzău. Siretul este singurul râu în care uzura are pondere maximă, nu pentru că este un râu mai mare, ci pentru că este alimentat de râurile carpatice cu material foarte bine prelucrat (Ichim and Rădoane, 1991).

ASUPRA BIMODALITĂȚII DISTRIBUȚIILOR GRANULOMETRICE

O altă posibilitate de analiză a repartițiilor granulometrice este interpretarea histogramelor determinate pentru fiecare punct de eșantionare în lungul râului. Cele mai evidente observații în legătură cu forma histogramelor sunt asupra caracterului *unimodal* în unele sectoare ale râului și *bimodal* în altele.

Cercetările de până acum (Yatsu,1955; Pettijohn,1957; Ibbeken,1983; Kodama, 1991, Sambrook Smith, 1996 etc.) au arătat că unimodalitatea este caracteristică cursurilor superioare ale râurilor, iar bimodalitatea cursurilor mijlocii și inferioare. Dar cauzele pentru care se manifestă o asemenea tendință sunt încă puțin înțelese. În special, fenomenul care nu și-a găsit încă o explicație este *de ce materialul de albie în lungul râurilor trece abrupt de la clasa pietrișurilor la cea a nisipurilor, existând o lipsă de material în categoria pietrișului mărunț, respectiv, fracțiunea 1-20 mm*. Lipsa acestei clase determină apariția fenomenului de bimodalitate în depozitele de albie.

Cercetările noastre asupra bimodalității distribuțiilor granulometrice au fost abordate distinct pentru stratul de pavaj, stratul din subpavaj și proba globală, toate acestea considerate în profilul longitudinal al râurilor. Reprezentanțele grafice pentru două râuri studiate sunt edificatoare pentru a evidenția fenomenul (fig. 4). Numărul de mode ale distribuției granulometrice ne-a permis să cuantificăm fenomenul de bimodalitate într-un sistem de corelații pentru a observa care variabile exercită influență. Astfel, dacă distribuția este unimodală, atunci modalitatea este 1, pentru distribuția bimodală, modalitatea este 2; pentru distribuția polimodală (cazuri mai rare), modalitatea este 3,4,...,n. Astfel a fost posibilă introducerea bimodalității într-o matrice de corelație în care au mai intrat următoarele variabile: lungimea râului de la obârșie, panta râului, diametrul median al materialului de albie, valorile procentuale ale siltului, nisipului, pietrișului, bolovanișului, blocurilor și fracțiunii 1-20 mm.

Matricea de corelație a fost asamblată pentru toate râurile studiate, pe baza căreia am putut extrage câteva observații generale:

1. *Bimodalitatea crește în lungul majorității râurilor*, adică ea tinde să apară nu în cursul superior al râurilor, ci mai degrabă spre cel mijlociu și inferior. Aastă tendință a fost observată la râuri din diferite medii fizico-geografice, cum sunt cele din Italia (Ibbeken și Schleyer,1991) sau Japonia (Kodama, 1991), Canada și Scoția (Sambrook Smith, 1996).

2. *Bimodalitatea este în relație inversă cu panta râului*. Adică, pe măsură ce panta râului se diminuează există o probabilitate mai mare de apariție a fenomenului de bimodalitate, dar aceasta este valabilă numai pe sectoarele în care există un amestec de pietriș-nisip. La pante foarte mici unde râul transportă numai materialul fin, apare din nou distribuția unimodală a materialului de albie.

3. *Bimodalitatea este cel mai bine descrisă prin participarea a trei categorii de fracțiuni ale materialului de albie: nisipul, pietrișul și fracțiunea 1-20 mm*. Astfel, bimodalitatea este în relație directă cu ponderea procentuală a nisipului și pietrișului în proba globală și în relație invers proporțională cu ponderea fracțiunii 1-20 mm. Gradul de explicare a bimodalității funcție de ponderea nisipului și pietrișului în proba globală este diferit pentru râurile studiate. El este mai mare pentru Siret și Buzău, unde se realizează un echilibru al mixajului pietriș-nisip, și mai mic pentru celelalte cazuri studiate, unde echilibrul mixajului este mai puțin relevant. În schimb, toate râurile răspund în aceeași manieră în ceea ce privește fracțiunea 1-20 mm, adică există o creștere a șansei de apariție a bimodalității cu scăderea ponderii acestei fracțiuni.

4. *Modalitatea distribuțiilor granulometrice este diferită pentru probele de suprafață și de subsuprafață*: primele sunt dominant unimodale, iar ultimele sunt accentuat bimodale. Stratul de aluviuni pe care albia minoră îl expune este de regulă spălat de materialul fin de sub 2 mm, respectiv nisipul, ceea ce rămâne fiind în proporție covârșitoare (90-95%) pietriș, bolovaniș și blocuri. În această situație distribuțiile sunt unimodale, cu o mare asimetrie de dreapta. În probele de subpavaj, unde materialul fin este abundent, distribuțiile își pierd caracterul unimodal, întrucât intervalul granulometric 1-20 mm (între 0 și - 4 phi) are o pondere foarte redusă și crește cantitatea în intervalul sub 2 mm. Rezultatul este o bimodalitate mult mai accentuată decât în cazul probei globale și se manifestă la o distanță mai apropiată de obârșia râului. Această manieră de eșantionare și prelucrare a datelor întărește observația că fracțiunea cuprinsă în intervalul 1-20 mm este foarte puțin prezentă în depozitele de albie minoră, fiind exclusă posibilitatea neidentificării din cauza metodelor de eșantionare.

În concluzie, bimodalitatea caracterizează acele secțiuni în care există mixaje de pietriș + nisip. Valorile medii ale acestor mixaje pentru râurile studiate de noi sunt prezentate în tabelul 3.

Tabel 3. Valori medii ale ponderilor modelor dominant alcătuite din nisip și dominant alcătuite din pietriș și a fracțiunii de 1 – 20 mm în materialul de albie al râurilor studiate *Average values of the sand and gravel modes and of 1 – 20 mm fraction in the bed material*

Râul	Nisip+silt+argilă (%)	Pietriș + bolovăniș+blocuri (%)	Fracțiunea 1 – 20 mm (%)
Suceava	9,99	90,01	20,78
Moldova	13,78	86,22	22,23
Trotuș	7,40	92,60	22,85
Putna	21,72	78,28	16,35
Buzău	30,58	69,42	8,50
Siret	33,62	66,38	32,20
Ialomița	19,60	80,40	26,40
Olteț	55,23	44,77	12,60

Pe baza acestuia putem conchide că valorile mixajelor sunt în general de 70% pietriș și 30% nisip, ceea ce corespunde unui mixaj ideal propus de Ibbeken (1983) pentru aluviunile de la gura râurilor calabriene. Bimodalitatea este determinată de ponderea sub 35% (pentru râurile din Calabria) și sub 25% (pentru râurile din România) a fracțiunii 1-20 mm, element care este definitiv pentru formarea distribuțiilor depozitelor fluviale. Problema crucială care se pune este ce fenomen anume controlează apariția sau dispariția acestui interval granulometric din albiile de râu. Speculațiile făcute până acum se concentrează pe răspunsul destul de vag al competiției dintre sortare și atriție care se desfășoară în lungul râului.

CONCLUZII

Este pentru prima dată când se realizează un studiu de o asemenea anvergură asupra compoziției granulometrice a depozitelor de albie, bazat pe metode standardizate de eșantionare și care are în vedere întregul curs al râurilor, de la obârșie la confluență. Și întrucât studiul se referă la opt râuri mari ale României, de ordinul VII, VIII și IX, putem afirma că rezultatele obținute sunt reprezentative pentru a susține o serie de concluzii cu caracter general.

Studierea depozitelor actuale ale râurilor este relevantă pentru cunoașterea potențialului economic al sistemului aluviunilor din România, cunoscându-se faptul că albiile de râu sunt mari rezervoare de materiale de construcții (Călinou et al., 1988), dar și de bogății minerale rare (Hadrnagy, 1988). Exploatarea acestor resurse impune o cunoaștere profundă a legităților de formare și regenerare a materialelor de albie, de repartiție în lungul râurilor, o cunoaștere a răspunsului albiilor când exploatarea de materiale depășesc rata de regenerare. În această lucrare ne-am axat în principal pe definirea tendințelor cu caracter general care controlează distribuția dimensiunii materialului de albie în cazul celor opt râuri studiate de noi și nu ne-am propus să evaluăm efectul impactului antropoc asupra depozitelor actuale ale râurilor.

Cea mai importantă observație este că Munții Carpați care dețin 21% din suprafața României, dau 66% din volumul mediu anual al scurgerii lichide și impun influența montană asupra faciesului depozitelor de albie în lungul râurilor pe o mare distanță în afara ariei carpatice, uneori, până la vărsarea acestor râuri în Dunăre. De aceea, exceptând râurile care izvorăsc din regiunile colinare și de câmpie, noi considerăm că România are o rețea hidrografică carpatică, atât ca regim al curgerii lichide, cât și ca facies al depozitelor de albie, în care dominantă o reprezintă albiile cu pat de pietriș.

Pe ansamblu, materialul de albie dominant în cazul râurilor studiate (cu excepția râului Buzău, unde depozitele de albie sunt mai grosiere) este cel al *pietrișurilor*, adică clasa cuprinsă între 2-64 mm. Diminuarea materialului de albie în profil longitudinal urmărește *legea exponențială*, dar cu o mare variabilitate de la un râu la altul. Efectul Carpaților ca sursă a materialului de albie grosier se extinde mult dincolo de aria geografică montană. Exemplul cel mai grăitor este râul Siret care, exceptând zona de obârșie se află în afara ariei carpatice, ca facies de albie este un râu carpatic pe mai mult de 85% din lungimea lui. Putem aprecia, fără teama de exagerare, că *procesul de formare și dezvoltare a piemontului pericarpatic este continuu și în prezent*.

În ce privește problema mecanismelor care stau la baza mărunțirii materialului de albie în profil longitudinal am arătat că în cazul râurilor studiate, cele două procese fundamentale - *sortarea hidraulică și uzura mecanică* – se află într-un oarecare echilibru, sortarea hidraulică fiind ușor dominantă. Competiția dintre cele două procese fluviale se află la originea *fenomenului de bimodalitate* a distribuțiilor depozitelor de albie. Aceasta nu înseamnă că s-a dat și răspunsul la întrebarea de ce fracțiunile cuprinse între 1- 20 mm sunt atât de puțin reprezentative în albiile de râu. Mulți autori sunt de părere că avem de a face cu un fenomen de prag în lumea reală care trebuie luat ca un dat, fără să-l mai încercăm să-l explicăm. Dar suntem convinși, ca toată lumea științifică de altfel, că acolo unde persistă semnele de întrebare, acolo este cel mai fascinant loc pentru cercetare științifică adevărată.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

- Călinoiu, Maria, Paraschivescu, Gabriela, Ungureanu, C. (1988), *Influența factorilor antropici asupra formării și valorificării acumulărilor de nisipuri și pietrișuri în România*, Lucr. Celui de al II-lea Simpozion “Proveniența și efluența aluviunilor”, Piatra Neamț, 12-23.
- Hadnagy, A (1988) *Investigații sedimentologice asupra aluviunilor recente din bazinul hidrografic al Crișului Negru*, Lucr. Celui de al II-lea Simpozion “Proveniența și efluența aluviunilor”, Piatra Neamț, 24 - 67.
- Ibbeken, H. (1983) *Jointed source rock and fluvial gravels controlled by Rosin’s law: a grain size study in Calabria, South Italy*: Journal of Sedimentary Petrology, **53**, 1213 - 1231.
- Knighton, A.D. (1982) *Longitudinal changes in the size and shape of stream bed material evidence of variable transport conditions*: Catena, **9**, 25 - 34.
- Kodama, Y. (1992) *Effect of abrasion on downstream gravel-size reduction in the Watarase River, Japan: Field work and laboratory experiments*: Environmental Res. Center Papers, **15**, 88p.
- Mosley, N. P. and Tindale, D. S. (1985) *Sediment variability and bed material sampling in gravel - bed rivers*: Earth Surface Processes and Landforms, **4**, 465 - 483.
- Ohmori, H. (1978) *Relief structure of the Japanese Mountains and their stages in geomorphic development*: Bulletin of the Department of Geography, University of Tokyo, 10, 31- 85.
- Sambrook Smith, G (1996) *Bimodal fluvial bed sediments: origin, spatial extent and processes*, Progress in Physical Geography 20,**4**, 402-417.
- Sneed, E. D. and Folk, R. L. (1958) *Pebbles in the lower Colorado River, Texas: a study in particle morphogenesis*: Journal of Geology, **66**, 114 - 150.
- Yatsu, E. (1955) *On longitudinal profile of the graded river*: Transactions of the American Geophysical Union, **36**, 655 - 663.

Adresa:

Maria Rădoane, Universitatea « Stefan cel Mare » Suceava, Departamentul de Geografie, str. Universității, 1, Suceava-5800 ; e-mail : radoane@usv.ro; <http://www.usv.ro/istgeo>.

Lista figurilor

Fig. 1. Relația între diametrul median al materialului de albie și lungimea râurilor carpatice.

Fig. 2. Spectrul granulometric al materialului de albie minoră al râurilor studiate.

- Fig. 3. Schimbări în compoziția granulometrică în lungul râurilor studiate, în relație cu unitățile geomorfologice străbătute.
- Fig. 4. Bimodalitatea distribuțiilor granulometrice pentru probele de pavaj, subsuprafață și globale. Exemplificare pentru râurile Buzău și Ialomița.

Illustration

- Fig. 1. Downstream variation in the median diameter of the bed material.
- Fig. 2. Downstream variation in the grain size distribution of the channel deposits.
- Fig. 3. Changes in the grain size composition of some Carpathian rivers, related to geomorphological units.
- Fig. 4. Bimodality of the grain size distributions along of rivers. Examples of the Buzău and Ialomița Rivers