

Granulometria depozitelor de albie ale râului Prut între Orofteana și Galați

Maria RĂDOANE*, Nicolae RĂDOANE*, Dan DUMITRIU**, Ionuț CRISTEA*

Key words: bed sediments, grain size, downstream fining, bimodality, dam effect, Prut river channel.

Abstract. Downstream variation in bed sediment size along the Prut River channel. The geomorphological research done upon the Prut River channel are part of the project “The Management and the Ecological Security of the Natural Resources in the Prut River Border Network” financed by the CEEEX national programme. As geomorphologists, we focused in this stage on the river channel of the Prut River and the deposits that make it. There can be distinguished two sectors in the quality of the channel material: a) upstream the Stâncă – Costești Reservoir, with a length of 89 km, where gravels with D50 of 15 mm predominate at Orofteana and 7 mm at Mitoc, in proportion of up to 80%. The river channel reflects the geological and geomorphological conditions in the superior basin of the Prut River, where crystalline schists and rocks on flysch outcrop on almost 40% of the basin’s surface up to this point, with an energetic potential of the landscape capable of transportation of rough materials to the minor channel; b) 37 km downstream of Stâncă – Costești Dam and as far as the confluence with the Danube, dominated by sands in proportion of 99% well sorted especially in the area of maximum narrowing of the basin. The Reservoir Stâncă-Costești overlaps (without causing it) over the „granulometric leap” from gravels to sand (the sudden transition from the 8 mm particles to those under 1 mm). It is a very wellknown phenomenon in the speciality literature through the controversies risen upon the cause of the penury of particles, domain where we have contributed as well with our research on the rivers in the Siret Basin.

1. Introducere

Cercetările geomorfologice asupra albiei râului Prut au loc în cadrul proiectului „Managementul și securitatea ecologică a resurselor naturale din bazinul hidrografic de graniță al Prutului” finanțat prin programul național CEEEX. Acest proiect reunește specialiști pluridisciplinari pentru monitorizarea și evaluarea calității resurselor naturale și a exigențelor de mediu la granița de est a României. În ce ne privește, ca geomorfologic, ne-am concentrat în această etapă, asupra albiei minore a râului Prut și a depozitelor ce o alcătuiesc. Ambele aceste structuri reprezintă o resursă geomorfologică asupra căreia până în prezent nu s-a realizat un studiu comprehensiv. În conformitate cu domeniul nostru de expertiză, vom face primele observații asupra distribuției granulometrice a materialului de albie pentru sectorul românesc al râului între Orofteana (la intrarea în țară) și confluența cu Dunărea. Rezultatele vor fi analizate în relație cu cele mai noi progrese în cunoașterea fenomenului distribuției materialului de albie.

2. Zona de studiu

Prutul constituie cel de al doilea râu important din partea de est a României. Este un râu alohton a cărui obârșie se află în Carpații Păduroși pe teritoriul Ucrainei, de pe pe versantul nord-

estic al Cernahorei și versanților nordici ai Munților Maramureșului. Până la localitatea Orofteana de Sus are o lungime de 235,7 km, pantă medie de 6,4 m/km și un bazin hidrografic de 8241 km². Între Orofteana și confluența cu Dunărea, pe această lungime de 681,3 km, Prutul se constituie râu de frontieră între România, pe de o parte, Ucraina și R. Moldova, pe de altă parte. În acest sector, pantele râului scad la 0,23 m/km și este caracteristică puternica meandrare, unde coeficientul acesteia atinge 1,7. Suprafața totală a bazinului râului Prut este de 28463 km², iar râul are o lungime totală de 946 km. Bazinul hidrografic pe teritoriul României măsoară 10999 km², are o dezvoltare asimetrică, fiind mai extins în jumătatea nordică, ajungând la lățimi de 80-85 km și lățimi foarte reduse de la sud de Țuțora și până la confluența cu Dunărea, 15 – 20 km..

Bazinul hidrografic al Prutului se suprapune unei zone cu o îndelungată evoluție geologică. Sursa materialului de albie se află în alcătuirea geologică a întregului bazin care este dominată de rocile friabile ale Platformei Moldovenești în proporție de 86,22 %. Materialul grosier din albia râului Prut, identificat de măsurătorile noastre până la confluența lacului Stânca-Costești, are sursa în domeniul cristalin (care acoperă cca 300 km² în extremitatea nord-vestică a bazinului, ceea ce reprezintă 1,05% din întreaga suprafață a acestuia) și în domeniul flișului (care acoperă aproximativ 3620 km², adică 12,72% din suprafața bazinului)¹.

În 1978, în dreptul localităților Stânca-Costești, amonte de confluența Bașeului cu Prutul, a fost dat în exploatare barajul cu același nume, înalt de 43 m și o lungime a coronamentului de 300 m. Barajul de greutate, cu nucleu intern de argilă a permis acumularea unui volum de 1290 milioane m³ apă a cărei suprafață este de 7700 ha. Folosința lacului este multiplă, pentru atenuarea viiturilor, alimentarea cu apă, irigații, producerea de energie electrică, pescuit. Cercetări asupra surselor de aluviuni din bazinul românesc al lacului au fost realizate de N. Rădoane (1996) și care au fost utilizate și în acest studiu.

Marea majoritate a resurselor de apă ale Prutului se formează în regiunile carpatice și subcarpatice de pe teritoriul Ucrainei. Debitele medii multianuale sunt determinate, pe perioade diferite, la 6 posturi hidrometrice, din care unul este pe teritoriul Ucrainei (tabel 1).

Tabel. 1. Date asupra morfometriei bazinului hidrografic și a scurgerii lichide ale râului Prut

Râul	Secțiunea	Suprafața bazinului, km ²	Distanța de la izvor (km)*	Q, m ³ /s
Prut	Cernăuți	6 890	193,30	73.62
Prut	Rădăuți - Prut	9 215	290.43	78.03
Prut	Stânca	13 099	389.06	81.57
Prut	Ungheni	21 515	572.74	86.81
Prut	Drânceni	22 883	665.68	101.76
Prut	Fălciu	25 214	792.14	103.43
Prut	Oancea	28 463	865.43	85.30

*Distanțele în lungul râului Prut au fost măsurate pe imagini Landsat7 ETM+ (sursa: NASA WMS Global Mosaic) și modele digitale ale terenului SRTM3 (sursa: NASA J.P.L.), corespunzătoare bazinului Prut

Repartiția scurgerii pe luni și pe anotimpuri se poate urmări din graficele inserate în fig. 1 de unde reiese că în luna martie, scurgerea medie depășește de 2,8 – 3,4 ori debitul mediu anual, iar scurgerea de primăvară reprezintă 45 – 50% din scurgerea medie anuală. Iarna și toamna, resursele de apă sunt foarte reduse (8 – 20%) dar varietatea lor, împreună cu scurgerea de vară,

¹ Datele referitoare la repartiția formațiunilor geologice din bazinul superior sunt estimative, obținute de pe hărți la scară mică.

oglindește influența însemnată a iazurilor. Tipul de regim al Prutului în bazinul superior se apropie de cel carpatic oriental moldav, însă pe tot teritoriul țării noastre suferă deja o transformare destul de însemnată prin creșterea ponderii scurgerii din martie-aprilie (fig. 1).

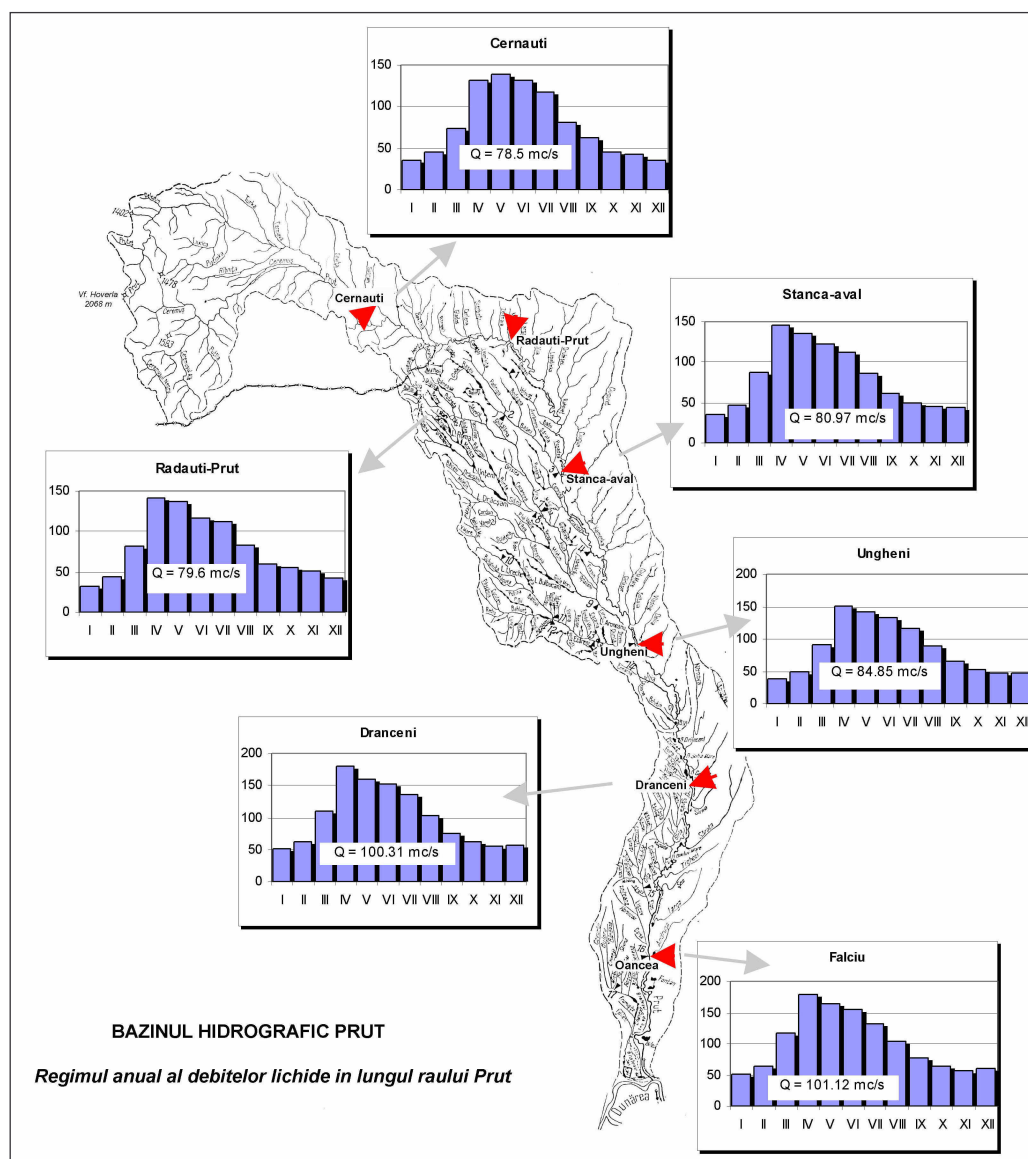


Fig. 1. Regimul anual al scurgerii lichide în lungul râului Prut.

În lungul râului Prut, debitele maxime se realizează în lunile mai – iunie pe teritoriul Ucrainei (la Cernăuți) și în lunile aprilie-mai la posturile hidrometrice de pe teritoriul României ating valori de 140 – 180 m³/s de la Rădăuți-Prut spre confluența cu Dunărea. Cele mai mici debite se înregistrează în lunile ianuarie-februarie, când pe râu se instalează și pod de gheață. Valorile debitelor minime pot scădea și sub 10 m³/s cum a fost în anul 1964, luna februarie, când în lungul râului Prut debitele au înregistrat un minim istoric de 5,34 m³/s la Stâncă, 5,56 m³/s la Ungheni, 13,3 m³/s la Drănceni și 16,9 m³/s la Fălciu. Perioada de timp luată în analiză a fost reprezentativă pentru determinarea regimului, respectiv, 1895-1997 (Cernăuți) și 1950-1990 (pentru posturile de pe teritoriul României). O influență crescută în reglarea regimului scurgerii

lichide a râului Prut o are lacul de la Stânca – Costești care asigură un debit minim de cel puțin $35 \text{ m}^3/\text{s}$ aval de baraj.

În ce privește regimul multianual al scurgerii, evaluat pe o perioadă de 40 ani (1950 – 1990) arată că, la postul hidrometric Rădăuți-Prut, debitul mediu lunar cel mai mare a fost înregistrat în august 1955 și a fost de $452 \text{ m}^3/\text{s}$, iar debitul cel mai mic a fost de $5,61 \text{ m}^3/\text{s}$ în luna februarie 1962. În avale, la postul Stânca tendințele pe timp lung se păstrează aproximativ la fel cu postul din amonte, cu deosebirea că aici există o regularizare a debitelor de către acumularea din spatele barajului. Cel mai mare debit înregistrat a fost tot cel din august 1955, de $468 \text{ m}^3/\text{s}$, iar cel mai mic de $5,34 \text{ m}^3/\text{s}$ în februarie 1964. După 1978, odată cu darea în exploatare a lacului Stânca-Costești, asemenea debite minime nu s-au mai înregistrat, deși tendințele regimului anual s-au menținut. La posturile hidrometrice Ungheni, Drânceni și Fălciu ce se succed în lungul râului Prut se remarcă tendințele imprimare din partea superioară a râului, cu deosebirea că variabilitatea debitelor este din ce în ce mai mare spre avale. Anul 1955 a unul cu cele mai mari debite înregistrate în lungul râului Prut, dar perioada 1969 – 1975 a fost cea mai lungă cu ape mari. Astfel, în august 1955 la Ungheni s-au înregistrat valori medii de $478 \text{ m}^3/\text{s}$, la Drânceni de $537 \text{ m}^3/\text{s}$, iar la Fălciu de $573 \text{ m}^3/\text{s}$. Cele mai mici valori, așa cum am arătat deja, au fost în februarie 1964.

3. Metodele de lucru

Fondul de date privind analiza depozitelor de albie a rezultat din colectarea de probe de aluviuni în urma unei lungi campanii de teren. Cele 16 de secțiuni de albie din care s-au eșantionat depozitele au fost situate în lungul râului la o distanță de aproximativ 20-25 km una de alta, așa cum se indică în fig. 7 de mai jos. Punctele de prelevare a materialului de albie au fost plasate pe renii și cât mai aproape de nivelul apei râului. Ca exemplificare prezentăm imaginea din fig. 2 în care este vizibilă o renie bine dezvoltată de râul Prut pe malul convex. Secțiunea este plasată în dreptul localității Orofteana de Sus, la intrarea Prutului pe teritoriul românesc. Malul convex al râului este format în terasa de 3-4 m, complet inundată la ape mari. Renia respectivă este formată predominant din pietrișuri și are o lungime de 160 m. Malul stâng este concav, cu eroziune laterală puternică care a îndepărtat epiurile de protecție.



Fig. 2. Râul Prut la Orofteana (intrarea pe teritoriul românesc) în iulie 2006. Eșantionarea materialului de albie a avut loc de pe o renie și cât mai aproape de nivelul apei râului.

Ca metodă de eşantionare s-a folosit metoda volumetrică, greutatea totală a probei prelevate fiind în funcție de greutatea celui mai mare galet găsit în secțiunea analizată, respectiv, cel mai mare galet reprezentând 5 % din greutatea totală a probei (cf. Mosley and Tindale, 1985; Church et al., 1987). Exemplificarea acestei metode este dată în fig. 3, din care rezultă modul cum a fost separat pavajul (stratul grosier de pe suprafața reniei) de subpavaj (stratul mai fin ce formează cea mai mare parte a materialului de albie). Suprafața de recoltare a probelor a fost de 1 m². Întrucât în situația de față particulele din stratul de pavaj nu a depășit 40 mm diametrul, greutatea probei de pavaj a fost de circa 5 kg, iar a celei de subpavaj a fost de circa 3 kg. Până la Lacul Stânca Costești am recoltat probe în această manieră, deoarece în materialul de albie am întâlnit pietrișuri. Avale de lac, materialul de albie a fost exclusiv nisipos (fig. 4) și cantitatea de material recoltată a fost mai mică, în jur de 1 kg. Campania de eşantionare a avut loc la sfârșitul lunii iulie când debitele râului erau în scădere, astfel că am putut avea acces la formațiunile de albie de tipul reniilor și ostroavelor laterale.

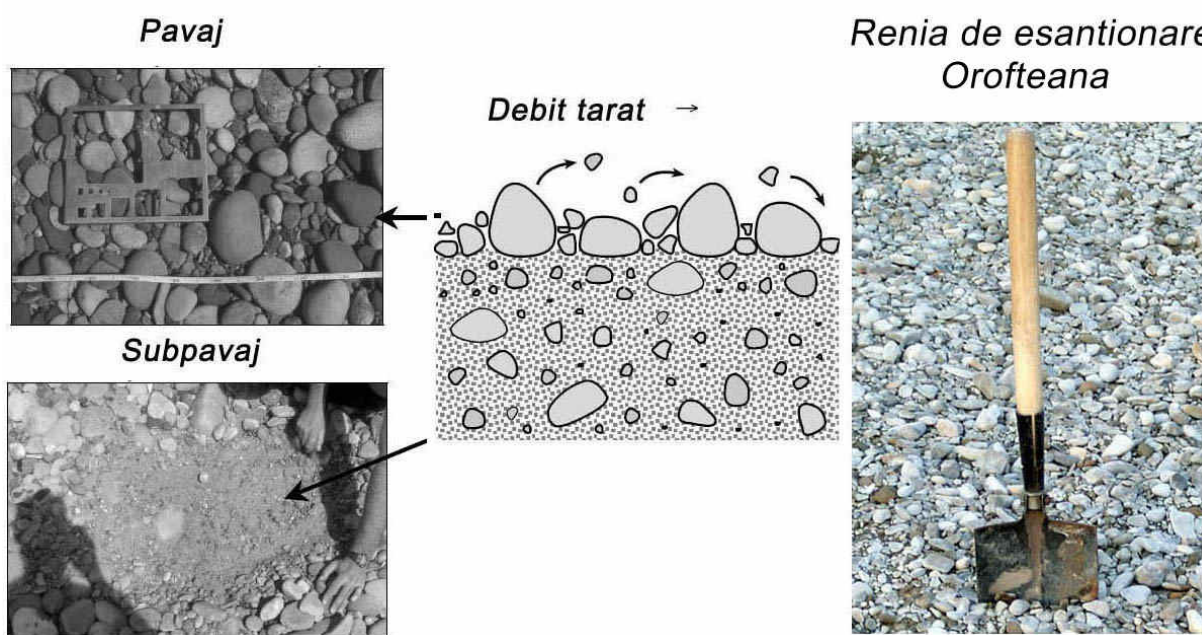


Fig.3. Exemplificarea metodei de eşantionare a materialului de albie.

În laborator probele au fost sfertuite, uscate la temperatura de 105⁰C, trecute prin site selectate conform scării Wentworth (Rădoane et al., 1995), apoi cântărite. În final, s-au obținut histogramele și curbele granulometrice cumulate ale distribuțiilor granulometrice. Măsurătorile de teren și analizele de laborator au produs o mare cantitate de date, a căror prelucrare a constat în obținerea unor elemente de statistică descriptivă (medie, deviație standard, determinarea legilor distribuției empirice și eliminarea erorilor grosolane) și de relații empirice între variabile. Rezultatele obținute sunt analizate conform următoarei structuri: a) spectrul granulometric al râului Prut; b) variația diametrului median în lungul râului; c) forma distribuțiilor granulometrice.



Fig. 4. Albia râului Prut la Bumbăta (punct de recoltare 11), avale de Albița. Pe maluri sunt resturi de busteni de la ultima viitură. Exemplificarea poziției punctului de eșantionare în cazul unei alpii cu perimetrul alcătuit din materiale nisipoase.

4. Spectrul granulometric al râului Prut

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. Pentru obținerea acestei imagini au fost necesare curbele granulometrice cumulative de pe care au fost extrase procente de praf, nisip și pietriș, conform scării granulometrice Wentworth (Rădoane et al., 1995).

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 studiate de noi de notorietate sunt râurile Suceava și Moldova care se apropie cel mai mult de această tendință (Rădoane et al., 2002). În ce privește râul Prut, pe 70% din lungimea lui, relația între pietriș, nisip și praf este cea ilustrată în fig. 5, din care reiese că amonte de lacul Stâncă Costești domină pietrișurile, acestea apar și avale de baraj datorită fenomenului de « pavaj hidraulic », după care dispar în totalitate. Nisipurile între 2 – 0,05 mm sunt atotstăpânitoare până la confluența cu Dunărea. În cele ce urmează și pe baza altor materiale ilustrative vom analiza în detaliu această distribuție.

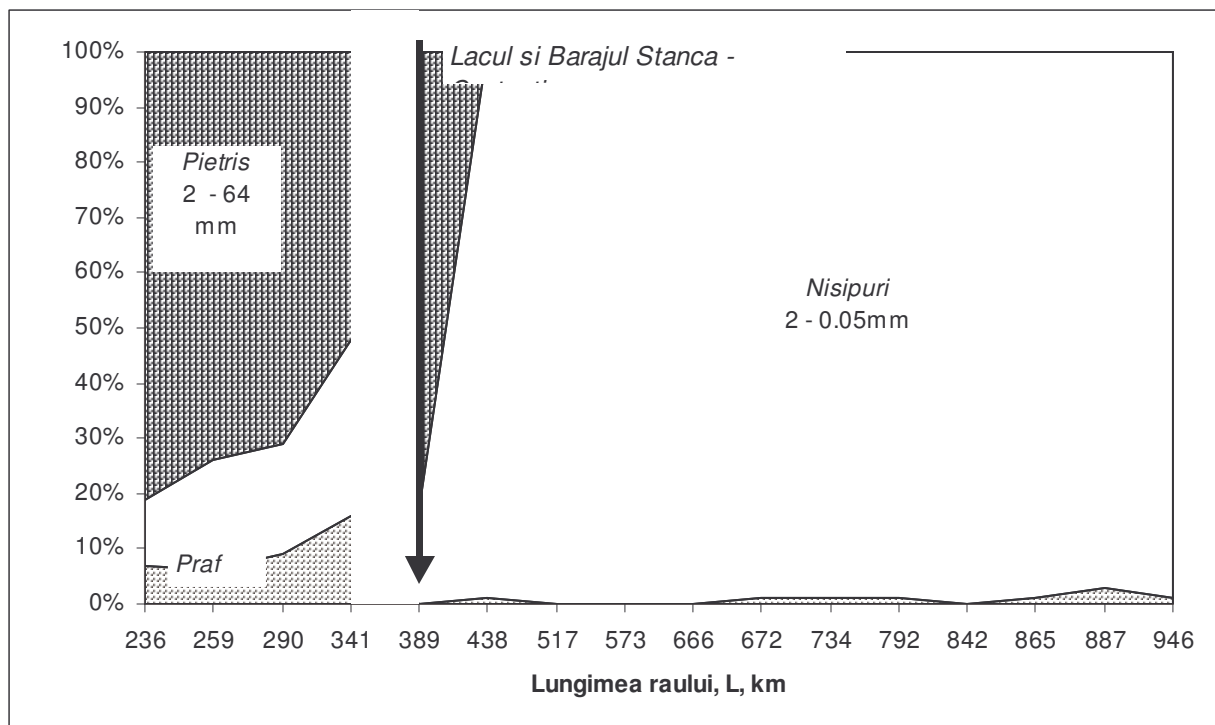


Fig. 5. Spectrul granulometric al materialului de albie al râului Prut între Orofteana și confluența cu Dunărea.

5. Variația diametrului particulelor materialului de albie

Una dintre variabilele sugestive în aprecierea dimensiunii materialului de albie este diametrul median, D50, respectiv, diametrul cu procent de 50% pe curba granulometrică cumulativă. El se obține foarte ușor după ce curba granulometrică este desenată. Acest parametru a fost corelat cu lungimea râului pentru a evidenția variabilitatea și tipul funcției obținute. 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 (Sambrook Smith, 1996).

În ce privește râul Prut, rezultatele obținute de noi sunt trunchiate, deoarece nu am avut posibilitatea să eșantionăm întregul profil longitudinal, ceea ce se află în Ucraina. Cu toate acestea, pe aproape 70% din lungimea râului deținem informații despre calitatea materialului de albie. Reprezentarea grafică din fig. 6 sintetizează o serie de informații extrem de interesante privind variabilitatea materialului de albie pe care le prezentăm în cele ce urmează:

a) Graficul prezintă două curbe de corelație a diametrului median cu lungimea râului, separate de un salt granulometric de la D50 de 7 mm, la un D50 de 0,18 mm. Acest salt se

suprapune lacului Stâncă – Costești, dar și pe următorii 37 km avale de baraj. În total, saltul se desfășoară pe o lungime de 80 km.

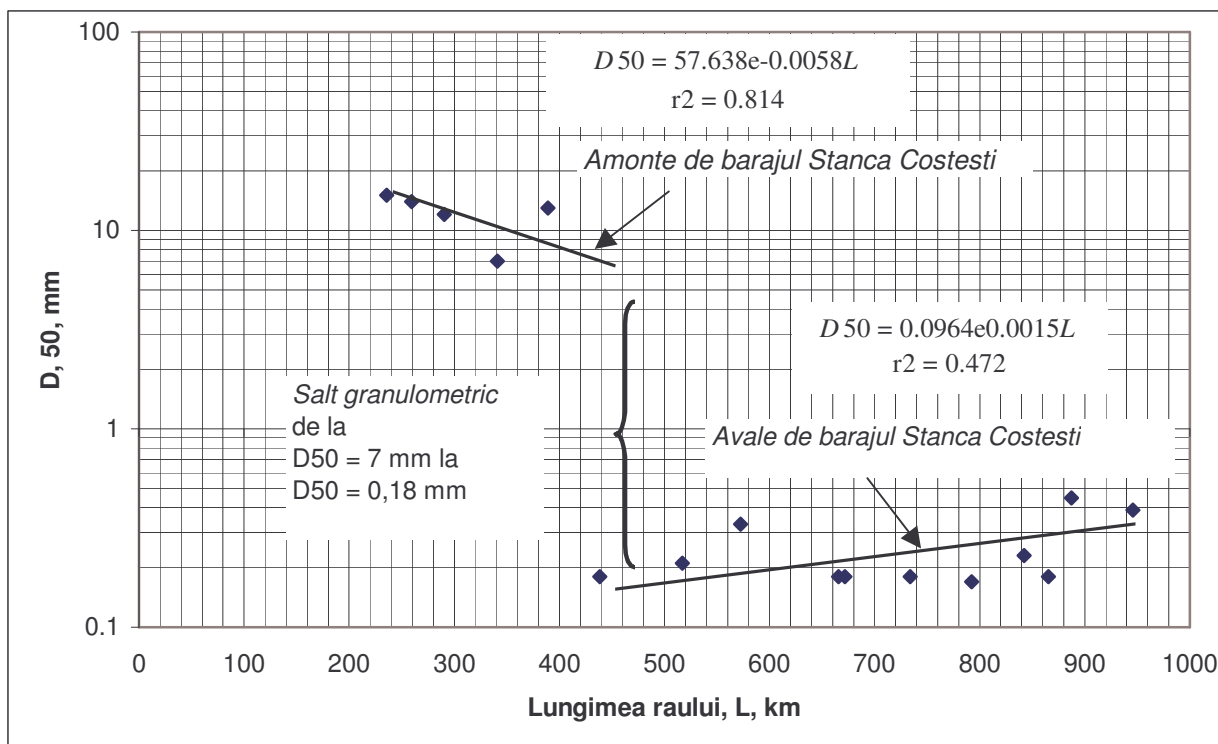


Fig. 6. Variația diametrului median, D50, în lungul râului Prut, între Orofteana și confluența cu Dunărea.

b) Amonte de lacul Stâncă-Costești, materialul de albie înregistrează un declin modelat de o curbă exponențială cu parametri statistici (coeficienți de corelație și de determinare) ce o plasează foarte apropiat de situația reală. Rata de diminuare a materialului de albie pe acest sector de 90 km al râului Prut între intrarea în țară și coada lacului Stâncă-Costești este comparativă cu a celorlalte râuri din bazinul hidrografic Siret, monitorizate de noi o lungă perioadă de timp (Rădoane et al., 2007). Coeficientul de diminuare (așa-numitul „fining” în literatura de specialitate) a materialului de albie pentru acest sector este comparabil cu sectoarele extracarpatică ale râurilor din bazinul Siretului (tabel 2), condiții care pot fi extrapolate și pentru râul Prut amonte de lacul Stâncă-Costești.

c) Între km 341 și km 438 are loc saltul granulometric arătat mai sus și care este foarte vizibil pe graficul din fig. 6. Pe acest sector de 81 km se află și lacul Stâncă-Costești care se desfășoară pe lungime de 44 km. Saltul granulometric de la clasa pietrișurilor la cea a nisipurilor prin penuria particulelor cu diametre cuprinse între 2 – 8 mm este o trăsătură obișnuit întâlnită în lungul râurilor, dar explicația acestui fenomen a rămas încă o problemă amplu dezbătută (Rădoane et al., 2007). În situația râului Prut, saltul granulometric natural este „ascuns” de lacul Stâncă-Costești și continuat încă 37 km avale de baraj prin apariția fenomenului de „pavaj hidraulic” (îndepărtarea particulelor fine și formarea unui strat de particule grosiere la suprafața patului albiei). În lipsa și a altor măsurători privind modificarea în timp a poziției patului albiei nu putem aprecia cu precizie până unde se face simțită influența lacului Stâncă-Costești în lungul

râului, avale de baraj. Din analiza granulometrică a materialului patului albiei constatăm că la 37 km avale de baraj, patul albiei este alcătuit din nisipuri fine, sub 0,2 mm diametrul median și care se menține în jurul acestei valori și chiar mai mici până în dreptul localității Oancea, la 865 km de izvoare. Putem aprecia astfel că din punct de vedere al realizării pavajului hidraulic sub efectul barajului aceasta este distanța de influență avale de baraj.

Tabel 2. Coeficienții de diminuare (“fining”) și de mărire (“coarsening”) a materialului de albie ale râurilor din bazinul hidrografic Siret, comparativ cu cei ai râului Prut (date din Rădoane et al., 2007)

Râul	Lungimea sectorului (km)	Coeficientul de determinare a ecuației exponențiale $D50 = f(L) (R^2)$	Coeficient de diminuare	Coeficient de mărire
			(coeficientul « b » al funcției exponențiale)	
Suceava	157	0.753	-0.0143	
Moldova	202	0.739	-0.0102	
Trotuș	159	0.349	-0.0061	
Trotuș (sectorul montan)	98	0.480	-	0.0056
Trotuș (sectorul subcarpatic și extracarpatic)	61	0.590	-0.0147	
Putna	150	0.793	-0.0565	
Putna (sectorul montan)	99	0.736	-0.0381	
Putna (sectorul subcarpatic)	27		-	0.0371
Putna (sectorul extracarpatic)	51	0.882	-0.0615	
Buzău	306	0.908	-0.0288	
Buzău (sectorul montan)	166	0.800	-0.0185	
Buzău (sectorul extracarpatic)	140	0.887	-0.0155	
Siret (sectorul de influență carpatică)	566	0.028	-	0.0007
Siret (sectorul de câmpie)	159	0.778	-0.0141	
Prut (sectorul amonte de lacul Stânca – Costești)	90	0.814	-0.0058	
Prut (sectorul avale de lacul Stânca – Costești între km 438 și km 946)	310	0,172	-	0,0015

d) Modelul exponențial aplicat variației D50 pe distanța cuprinsă între km 438 și confluența cu Dunărea (km 946) arată o ușoară tendință de creștere, exprimată prin coeficientul de mărire a particulelor (cunoscut sub denumirea de „coarsening”). Acest fenomen l-am întâlnit și la alte râuri cu pat de nisip cum este râul Bârlad unde dimensiunea materialului de albie înregistrează o ușoară creștere în lungul râului de 220 km (Rădoane, Rădoane, 2003). Fenomenul este în relație cu eficiența sortării materialului nisipos în timpul transportului, particulele mai fine sunt îndepărtate, iar cele mai grosiere sunt abandonate în patul albiei. Mediul hidrodinamic este clar evidențiat și de coeficientul de sortare Trask (S_o) al materialului de albie care indică următoarea tendință: cu cât valoarea coeficientului este mai apropiată de 1,0, cu atât dimensiunea particulelor este mai uniformă și cu atât mediul hidrodinamic este mai activ. Cea mai bună sortare a materialului de albie în lungul râului Prut s-a înregistrat între km 404 și km 657, iar în zona cea mai îngustă a bazinului (între km 734 și km 842) valoarea sortării ajunge chiar la 1.05).

e) Așa cum vom vedea și din alte materiale cartografice și prelucrări de date, distribuția granulometrică în lungul râului este în strânsă relație cu tipul, cantitatea și calitatea surselor de aluviuni. În zona cea mai îngustă a bazinului intrarea de aluviuni din bazin prin afluenții laterali aproape că este neglijabilă, astfel că râul prelucrează și sortează materialul provenit aproape numai din amonte sau prin remobilizarea materialului din propria albie. Rezultatul se observă în acest coeficient de sortare foarte aproape de 1,0 între Bumbăta și Fălciu. În apropiere de confluența cu Dunărea, sortarea materialului se reduce, după părerea noastră, prin intrarea în

aluviunile râului a unei cantități apreciabile de sedimente mai grosiere aduse de afluenți din zona Dealurilor Făciului unde se dezvoltă stratele de Bălăbănești-Tulucești de origine fluvio-lacustră (Sficlea, 1960). Trebuie să recunoaștem că prin recoltarea probelor din renii, chiar dacă s-a urmărit să fie cât mai aproape de nivelul râului aflat la cote mici, este posibil ca să existe o diferență față de granulometria din talvegul râului. Și credem că cea mai izbitoare diferență este în acest sector inferior al râului unde materialul din renii este puternic influențat de afluenții laterali ce vin din Dealurile Făciului.

5. Forma histogramelor materialului de albie

O altă posibilitate de analiză a depozitelor de albie este aceea pe baza histogramelor distribuțiilor granulometrice. Este cunoscut faptul că depozitele de albie ale râurilor cu pat de pietriș au o caracteristică distinctă față de cele ale râurilor cu pat de nisip, și anume, bimodalitatea. Aceasta este definită prin existența a două mode (vârfuri) în distribuția granulometrică, separată de o penurie de material în categoria pietrișului mărunț, respectiv, fracțiunea 1-20 mm. Există o largă dezbateră privind acest fenomen, sintetizată de Sambrook Smith (1996) din care am reținut că nu există încă o explicație unanim acceptată privind fenomenul în ansamblul lui. Autorul sintetizează trei cauze posibile, demonstrate în studii pertinente: efectul nivelului de bază (care, se pare, are cele mai mari șanse de a fi întâlnit la un număr mare și variabil de râuri), intrarea laterală de aluviuni fine (care necesită surse importante de aluviuni) și uzura materialului de albie (valabilă mai ales pentru râurile mari). Cercetările noastre asupra distribuțiilor granulometrice ale râurilor cu pat de pietriș din bazinul Siretului au arătat că bimodalitatea are o explicație în rata transferului de aluviuni fine din aria sursă spre albia de râu (Rădoane et al., 2007).

În ce privește forma distribuțiilor granulometrice ale râului Prut, prezentate grafic în fig. 7, reținem următoarele observații:

- evidențierea clară a fenomenului de bimodalitate amonte de lacul Stânca-Costești, cu o modă accentuată pe clasa pietrișurilor și una de mai mică pondere pe clasa nisipurilor. Între cele două mode se manifestă, așa cum s-a observat și în alte numeroase cazuri, o lipsă de material în clasele granulometrice ale nisipului grosier și pietrișului mărunț.

- avale de barajul Stânca Costești unde se manifestă un pavaj hidraulic, histograma este unimodală și reflectă ponderea numai a materialului grosier.

- după dispariția pavajului, distribuțiile granulometrice devin unimodale pe clasa nisipurilor, în unele secțiuni (9, 10, 11) sortarea este atât de bună încât apare doar o singură clasă granulometrică (sunt leptocurtice).

- ultimele secțiuni din apropierea confluenței cu Dunărea manifestă o distribuție unimodală, dar forma histogramelor este mai evazată prin contribuția și a altor clase granulometrice, datorită influenței surselor grosiere din Dealurile Făciului, așa cum am arătat mai sus.

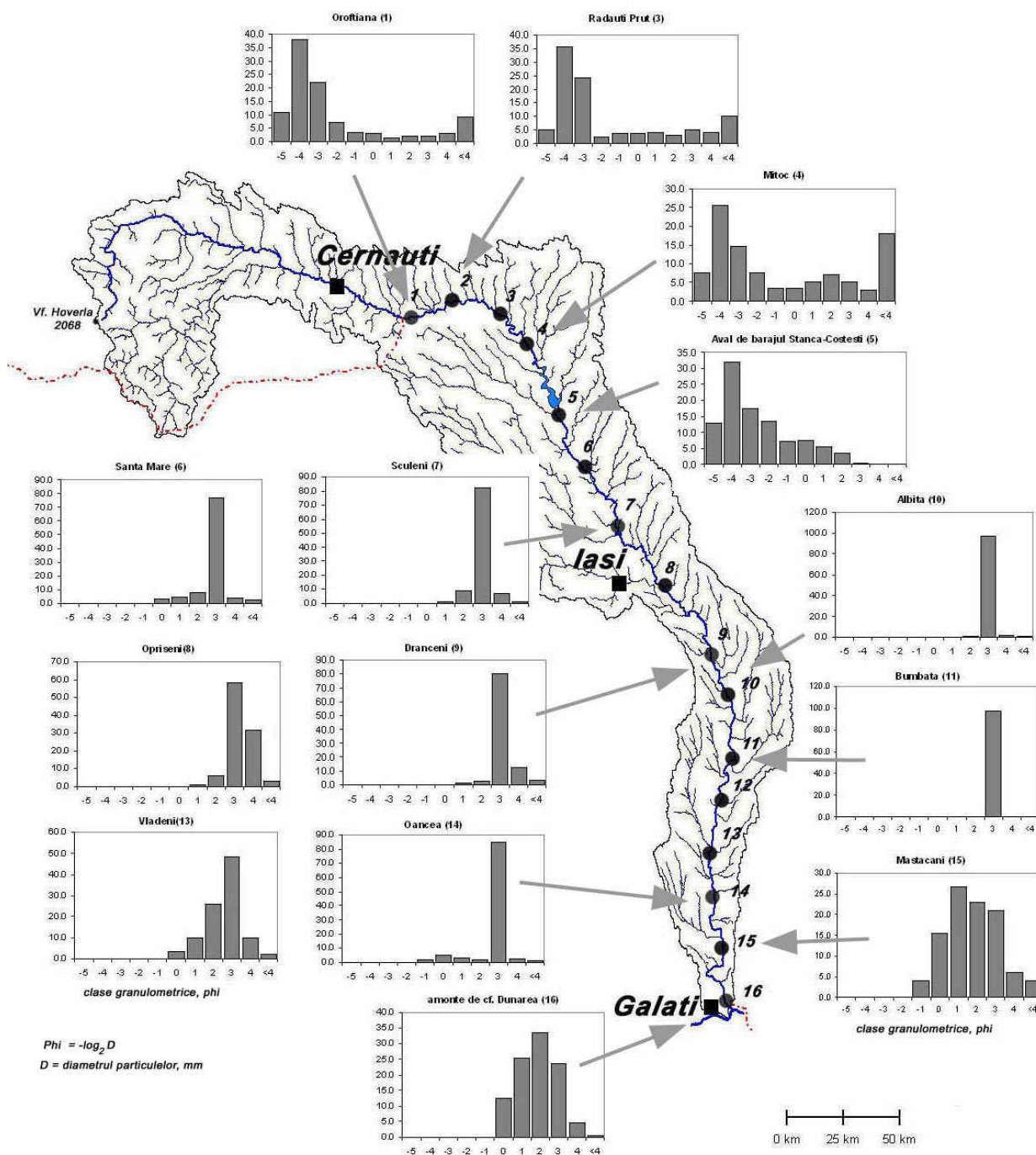


Fig. 7. Forma distribuțiilor granulometrice ale depozitelor de albie ale râului Prut.

6. Concluzii

Rezultatele obținute în această etapă de cercetare le considerăm preliminară, urmând să fie completate printr-o cartografiere detaliată a proceselor geomorfologice de mal, a diferitelor tipuri de hazarde geomorfologice din aria adiacentă râului, o evaluare cantitativă a ratelor de migrare în

plan orizontal și vertical al albiei pentru perioada istorică și, în special, a ultimilor decenii. În acest fel ne vom explica mai bine unele situații aparent conflictuale ale repartiției materialului de albie.

Pe baza datelor obținute în această etapă de cercetare, materialul de albie al râului Prut reflectă condițiile ariei de sursă a aluviunilor, dominată în proporție de peste 80% din rocile friabile ale Platformei Moldovenești și de potențialul de eroziune relativ redus din bazin. Acest material provine în cea mai mare parte din remobilizarea depozitelor din perimetrul albiei, în special, avale de lacul Stânca – Costești.

În ce privește calitatea materialului de albie, se disting două sectoare:

-amonte de lacul Stânca – Costești, cu o lungime de 89 km, dominat de pietrișuri cu D50 de 15 mm la Orofteana și 7 mm la Mitoc, în proporție de până la 80%. Albia minoră reflectă condițiile geologice și de geomorfologice ale bazinului superior al Prutului, unde apar șisturi cristaline și roci de fliș pe aproape 40% din suprafața bazinului până în acest punct, dar și un potențial energetic al reliefului capabil de transportul unor materiale grosiere spre albia minoră.

-avale 37 km de la barajul Stânca – Costești și până la confluența cu Dunărea, dominat de nisipuri în proporție de 99% bine sortate, în special, în zona de îngustare maximă a bazinului.

Lacul Stânca-Costești se suprapune (dar fără a fi cauza) pe „saltul granulometric” de la pietrișuri la nisipuri (trecerea bruscă de la particule de 8 mm la cele de sub 1 mm). Este un fenomen bine cunoscut în literatura de specialitate prin controversele iscate asupra cauzelor penuriei de particule, la care ne-am adus și noi contribuția prin cercetările asupra râurilor din bazinul Siretului (Rădoane et al., 2006).

O observație cu totul deosebită este efectul barajului Stânca-Costești asupra realizării „pavajului hidraulic” în albia râului Prut pe o distanță apreciată de noi la 37 km, un sector în care apele lipsite de încărcătura solidă din lacul din amonte a „spălat” materialul mai fin din albie, rămânând cel grosier, mai greu de îndepărtat. O mare parte din pietrișurile observate de noi sunt alcătuite din materialele colțuroase ale toltrilor în care este adâncită albia în acest sector.

Bibliografie

- Băloiu, V., Ionescu, V. (1986), *Apărarea terenurilor agricole împotriva eroziunii, alunecărilor și inundațiilor*, Editura Ceres, București.
- Băcăuanu, V. (1968), *Câmpia Moldovei. Studiu geomorfologic*, Ed. Academiei, București.
- Băcăuanu, V., Barbu, N., Pantazică, Maria, Ungureanu, A., Chiriac, D. (1980), *Podișul Moldovei. Natură, om, economie*. Editura științifică și enciclopedică, 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.
- Hârjoabă, I.(1968), *Relieful Colinelor Tutovei*, Ed. Academiei, București.
- Ioniță, L, Ouatu, O. (1985) - *Contribuții la studiul eroziunii solurilor din Colinele Tutovei*, Cercet. Agronom. în Moldova, XIII, 58 - 62.
- Ioniță, I. (1999), *Sediment delivery scenarios for small watersheds*, in *Vegetation, land use and erosion processes* (editat I. Zăvoianu, D. E. Walling, P. Șerban), Institutul de Geografie, 66-73, București.
- Ioniță, I., Rădoane, Maria (2006), *Soil erosion in Romania related to reservoir sedimentation in Soil Erosion in Europe*, John Wiley, Marea Britanie.
- Mosley, N.P., Tindale. D.S.(1985), *Sediment variability and bed material sampling in gravel - bed rivers*. *Earth Surf. Processes Landf.*, 4: 465 - 483.

- Posea, Gr., Popescu, N., Ielenicz, M. (1974), *Relieful României*, Editura științifică și enciclopedică, București.
- Rădoane, Maria, Ichim, I. (1991), *Contemporary trends of river bed formation in the Eastern Carpathians*. *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica*, 35-36: 181-194
- Rădoane, Maria, Ichim, I., Rădoane, N., Dumitrescu, Gh., Ursu, C. (1996), *Analiza cantitativă în geografia fizică*. Editura Universității “Al. I. Cuza” Iași, 350 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, Maria, Rădoane, N., Ichim I., Dumitriu, D., Miclăuș, Crina (2002), *Granulometria depozitelor de albie în lungul unor râuri carpatice*, *Revista Geografică*, Institutul de Geografie, t. VIII, 70 - 77.
- Rădoane, Maria, Rădoane, N., Dumitriu D. (2003). *Impactul construcțiilor hidrotehnice asupra dinamicii reliefului*, în *Riscuri și catastrofe*, editor V. Sorocovschi, Universitatea „Babeș-Bolyai” Cluj-Napoca, 174-185.
- Rădoane, Maria, Rădoane, N. (2003), *Morfologia albiei râului Bârlad și variabilitatea depozitelor actuale*, *Revista de geomorfologie*, 4.
- Rădoane, Maria, Rădoane, N. (2005), *Dams, sediment sources and reservoir silting in Romania*. *Geomorphology*, 71: 112-125.
- Rădoane, Maria, Rădoane, N., Dumitriu, D., Miclăuș, Crina (2007), *Downstream variation in bed sediment size along the East Carpathians Rivers: evidence of the role of sediment sources*, *Earth Surface Processes and Landforms*, sub tipar.
- Rădoane, N. (1996), *Evaluarea producției de aluviuni în bazinul versant al lacului Stânca Costești, sectorul românesc*, SCG t XLIII, București.
- Sambrook Smith, G.H. (1996). *Bimodal fluvial bed sediments: origin, spatial extent and processes*. *Progress in Physical Geography*, 20: 4, 402 – 417.
- Sficlea, V. (1960). *Pietrișurile de Bălăbănești și câteva precizări geomorfologice legate de ele*. *Anal. Șt. Univ. “Al.I.Cuza” Iași*, sect.II, VI, f.2.
- Ujvari I. (1972), *Geografia apelor României*, Editura științifică și enciclopedică, București.
- Verstraeten, C., Bazoffi, P., Lajczak, A., Radoane, Maria, Rey, F., Poesen, J., de Vente, J. (2006), *Reservoir and pond sedimentation in Europe*, in *Soil Erosion in Europe*, John Wiley, Marea Britanie.
- *** (1983), *Geografia României I*, Ed. Acadmiei, București.
- *** (1992), *Geografia României IV*, Ed. Acadmiei, București.

*Universitatea „Ștefan cel Mare” Suceava, Departamentul de Geografie, E-mail: radoane@usv.ro

**Universitatea „Al.I.Cuza” Iași, Departamentul de Geografie