

CENTRUL DE CERCETĂRI BIOLOGICE IAȘI
STAȚIUNEA DE CERCETĂRI „STEJARUL”
PIATRA NEAMȚ



**LUCRĂRILE CELUI DE AL II-LEA
SIMPOZION**

**„PROVENIENȚA ȘI EFLUENȚA
ALUVIUNILOR”**

(8—9 decembrie 1988)

SUB REDACȚIA
IONIȚA ICHIM

PIATRA NEAMȚ

ESANTIONAREA IN ANALIZELE GRANUMOMETRICE ALE ALBIILOR DE RIU CU
FACIESURI DE PIETRISURI SI BOLOVANISURI

dr. Ioniță ICHIM, dr. Virgil SURDEANU, dr. Nicolae RADOANE,
dr. Maria RADOANE

SAMPLING COARSE BED MATERIAL GRAVEL, GRAIN SIZE DISTRIBUTION: A CASE STUDY BUZAU AND OLT'S TRIBUTARIES, We presented mainly methods and criterions for sediment sampling on river bed-gravel. Relationships between sample weight and characteristics grain size distribution are considered. For variables classifications the typological, McQuitty classification was used. We analysed twenty samples, each, between 20 kg and 2204 kg.

Importanța cunoașterii faciesului aluvionar al albiilor de riu nu trebuie susținută cu argumente speciale. Ea privește deopotrivă pe practicienii, în amenajarea și exploatarea sistemelor hidrografice, în cunoașterea rezervelor de aluviuni dar și în cunoașterea fenomenelor de evoluție a albiilor. În context, este esențială esantionarea probelor, alegerea locului și metodelor de prelevare, precum și a metodelor de analiză și interpretare.

Până în prezent, la noi în țară nu s-a elaborat un standard de prelevare și analiză a aluviunilor grosiere din albiile de riu. Există în schimb, cel puțin în ultimii 10-15 ani, o reală preocupare pe plan mondial de a se pune la punct asemenea standarde. Vom menționa în acest sens Standardul britanic (1975); Standardul american (1978); Standardul Organizației internaționale de standarde (1977). De asemenea, sînt cunoscute preocupările unor specialiști în geomorfologie fluvială de a elabora și pune la punct metodologiile de esantionare și prelevare (Wolman, 1954; Leopold, 1970; Kellerhals și Bray, 1971; Mesley și Tindale, 1985; Church și celab. (1987) inclusiv prin tehnici de foto-cernere și prelucrare automată a acestora (Ibbekere, Schleyer, 1986).

De mai mulți ani de zile, colectivul nostru are în atenție analiza faciesului albiilor cu pietrișuri și bolovănișuri, pînă

acum realizându-se asemenea analize pentru râurile Bistrița și afluenți, amonte de lacul Izveru Muntelui; Tretuș (aval de eragul Gheorghe Gheorghiu Dej; Putna, aval de pestul hidrometric Lepșa, Vilsanul și Riul Doamnei (Argeș) pentru întregul curs al Siretului pe teritoriul țării noastre. În toate aceste cazuri s-a avut în vedere și variația indicilor morfometrice ai galeților, precum și natura lor petrografică, în care scop s-au făcut măsurători pe un număr de peste 20.000 galeți. În cadrul unui program de cercetare coordonat de I.S.P.H. am realizat o serie de analize granulometrice pentru albiile afluenților de pe stînga Oltului, între Avrig și Făgăraș și pentru albiile râurilor Bîsca și Buzău între Varlaam (pe Bîsca) și halta Rușăvășu (pe Buzău).

Aceasta ne-a pus în situația de a revedea cîteva aspecte de metodologie a eșantionării, întrucît rezultatele analizelor depind într-o mare măsură de ele.

Majoritatea specialiștilor recunosc dificultatea caracterizării depozitelor de albie cu pietrișuri și belevăniguri din cauza diapazonului larg al mărimii galeților, în consecință și dificultatea feșării unei singure metode de măsurare. Mai ales, pentru că trebuie avut în vedere și natura poziției depozitelor în patul albiei, respectiv, prezența așa numitului strat de pavaj sau armering, cu precizarea convenită că între acestea nu există o sinonimie.

Bazele fizice care explică mecanica aluviunilor în procesele de sedimentare și remaniere a depozitelor de albie au evidențiat că fracțiunea de 8 mm ϕ de pe suprafața patului albiilor poate fi luată ca un reper și în tipul de analize la care ne referim. Russell (1968) o consideră "fracțiunea cheie" a analizelor, deoarece de la această mărime în sus imbricarea aluviunilor este mai bună și formațiunile pot "candida", cum ne spun Bray și Church, la formarea "pavajului" sau "armeringului" albiilor. De asemenea, se consideră că fracțiunea de 8 mm este limita superioară fezabilă a materialului care se poate transporta pentru analize în laborator. Materialele mai mari, de regulă, sînt eșantionate și analizate în teren, prin tehnici de ciuruire, măsurare galet cu galet, (evident, în lipsa unor tehnici automate) a fetecernerii și a simulărilor numerice.

Am puse grupa metodele de eșantionare în două categorii: 1) eșantionare avansă și de itinerar, pe secțiunea de albie, și

2) eşantionare volumetrică prin prelevare de probe, distinct pentru atratul superficial de aluviuni și atratul subsuperficial.

4) Eșantionarea areală și de itinerar

În această categorie se includ metodele propuse de Welman (1954) și Leopold (1970). În ce privește colectarea materialului, cele două metode, în mare, sînt asemănătoare. Se va ține, în mod evident, seama de unitatea morfologică a patului de albie, respectiv dacă este: oarov, renie aluvienară, vad, adînc, sau de relațiile albie-vereaant. Depinde și aspectul pe care derivăm să-l evidențiem prin analize granulometrice sau, mai precis, de scopul analizelor. Practic, cercetătorul se plimbă pe un itinerar și colectează fiecare galet de la vârful degetului mare al piciorului. Pentru a evita subiectivismul alegerii, se colectează galetul cu ochii închiși. Se măsoară axa "b" a fiecărui galet, care ne arată limita în care se încadrează. Pietrișurile sau materialul mai mic de 2 mm ϕ nu poate fi evaluat prin această metodă și fiind degetul atinge un astfel de material este trecut la clasa sub 2 mm ϕ . Mărimea fiecărui galet se tablează (tabel 1) pînă cînd au fost măsurate cca 100 galeți. De asemenea, se determină greutatea fiecărui galet dar și greutatea pe clase granulometrice. Datele din celelalte 1, 2 și 3 sînt datele de bază ale analizei. Intrucît galeții mai mari, prin definiție au suprafața mai mare, și probabilitatea de a-i colecta este mai mare. Prin urmare, trebuie făcută o corecție: s-a propus că aceasta se poate căpăta prin împărțirea greutății totale (pe clase de galeți) la pătratul diametrului galetului (d^2) sau particulei. Procentul din total este repartizat la fiecare clasă granulometrică. Pentru a construi graficul de distribuție granulometrică, procentul obținut în celelalte 7 se împarte la $\log 2 = 0,150$ și rezultă celelalte 8. Cu aceste valori, se trasează curba pe hîrtie milimetrică log - log, pentru a avea mărimea mediei geometrice (fig.1).

Pentru albia Bistriței, amente de lacul Izveru Muntelui și albiile afluențelor ei am aplicat această metodă și eşantionarea cu grilă, făcînd înă și toate măsurătorile necesare pentru in-dicii Cailleux (Ichim, Maria Rădeanu, 1984). Este o metodă experimentală și se recomandă la analizele preliminare, mai ales cînd se are în vedere lungi sectoare de rîu.

Tabel 1. Distribuția granulometrică a pietrișurilor pe
rful Pole (îngă Pinedale, Wyoming, S.U.A.)
(Leopold,1970)

Mărimea galetu- lui co- lectat	Nr.de ga- leți	greutatea medie a galetilor (gr)	greu- tatea totală (gr)	diame- trul mediu (d^2 mm)	greu- tatea totală (d^2)	Pro- cent din to- tal	Pro- cent log 2	Mări- mea medie a dia- metru- lui
1	2	3	4	5	6	7	8	9
256		40.000		92.000				303
180		15.000		45.800				214
128		5.000		23.100				152
90		2.100		11.500				107
64	2	700	1.400	5.770	0,243	5,7	38	76
45	11	255	2.800	2.920	0,959	22,6	150	54
32	20	94	1,880	1.445	1,300	30,6	204	38
22,6	18	34	612	718	0,854	20,1	134	26,8
16	12	12	144	360	0,400	9,4	63	19,0
11,3	15	4,5	68	179	0,380	9,0	60	13,4
8	5	1,6	8	90	0,089	2,1	14	9,5
5,6	1	0,52	1	44	0,023	0,5	3	6,6
4		0,21		22				4,7
Total	84		6,913		4,248	100		

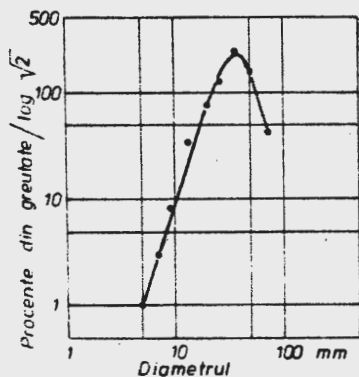


Fig.1. Distribuția granulometrică dintr-o renie de
pe Pole Creek (aval de Hoop
Owl, Wyoming) (Leopold, 1970)

În această categorie de metode se înscriu eşantionările cu grilă, eşantionarea areală, eşantionarea pe secţiune transversală. Pe scurt, iată aceste metode:

Grila predetermină punctele de recoltare a galeţilor. Stabilitatea mărimii ei depinde de dimensiunea galeţilor. Se poate folosi o reţea de picheţi, alte marcaje, regulat spaţiate, ca puncte ale grilei; se poate plasa o grilă pe suprafaţa eşantionată şi se ia o fotografie ventrală a suprafeţei acoperite de grilă. În eşantionarea areală prin fotografie numai două dimensiuni ale volumului eşantionului sînt independente de dimensiunea particolei.

Cît priveşte eşantionarea pe secţiuni transversale, Muir (1968) a propus colectarea tuturor galeţilor ce există sub o linie dreaptă (o sîrmă, o sfoară) ce traversează suprafaţa de eşantionare.

2) Eşantionarea volumetrică

Dacă amplasarea secţiunilor şi punctelor de prelevare a probelor nu este o problemă, aceasta depinde în mare măsură şi de caracterul şi scopul cercetării, în ceea ce priveşte cantitatea minimă de prelevat standardele diferă foarte mult. De asemenea, sînt puncte de vedere diferite în ce priveşte aprecierea stratului de colectare, respectiv considerarea "stratului" de pgvaj sau arming, dar şi diferenţa dintre acestea două. Nu deschidem discuţie privind aceste fenomene, dar pentru că, se ştie, există, oricum, o diferenţiere netă între granulometria depozitelor de la suprafaţa albiei şi cele din profunzime, vom considera potrivit opiniei lui Kellerhals şi Bray (1971) că stratul superficial al aluviunilor are adîncimea egală cu diametrul celui mai mare galet din arealul eşantion.

În ţara noastră pînă acum nu s-a elaborat, dar nici nu s-a adoptat un standard de prelevare a aluviunilor grosiere care să aibă în vedere analiza complexă a făciesului albiilor cu pietrisuri şi bolovănişuri, în contextul proprietăţilor lor hidraulice. Standardul existent este exclusiv din punctul de vedere al constructorului, deci folosirea unor asemenea depozite în construcţii. Cantităţile minime prevăzute a se preleva sînt nerepresentative, cel puţin pentru fracţiunile mai mari de 100 mm (tabel 2). Pentru comparaţie vom exemplifica şi alte standarde.

Tabel 2. STAS 1913 - 74 - Cantitatea de probă uscată care se analizează funcție de granulometrie (Inst. Român de Standardizare, 1980)

Belevăniș	minimum	5 kg
Pietriș	"	2 kg
Pietrișuri nisip	"	1 kg

a) Standardul american (American Society for Testing and Material Standard: ASTM 075-71, 1978) este sintetizat în tabelul 3.

Tabel 3.

mărimea nominală a particolei (mm)	greutatea minimă de prelevat (kg)
9,5	10
12,5	15
19,0	25
25,0	50
38,1	75
50	100
63	125
75	150
90	175

Deasupra mărimii de 25 mm, greutatea minimă de probă prelevată este proporțională cu diametrul, iar greutatea galețului crește cu volumul nu cu diametru. Se consideră că acesta este un neajuns al standardului la care ne referim. Dar, cercetări ulterioare (Church și colab., 1987) și observațiile noastre arată o relație foarte strinsă între diametru și greutatea galețurilor (fig.2).

După cum observăm se rămâne numai la fracțiunile mai mici de 63 mm, iar diapazonul dimensiunilor acestui tip de depozite este mult mai mare. Mai mult, nu concordă de loc cu ASTM. Deci și în acest caz problema rămâne deschisă.

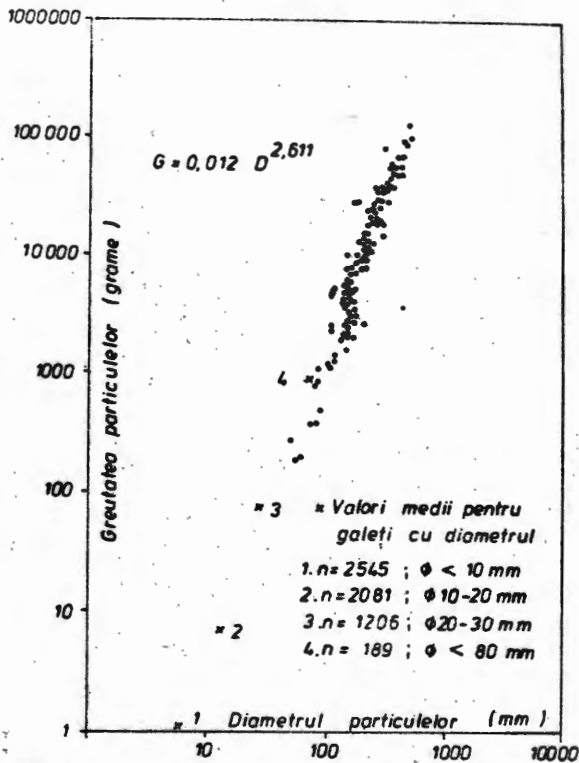


Fig.2. Relație între diametrul și greutatea galeților, pentru depozite prelevate din albia Buzăului (între Varlaam și Pîrscov) și afluenții de pe stînga Oltului (între Făgăraș și Avrig).

b) Standardul britanic (B.S. 812: Part.1, 1975) dă următoarele nivele de prelevare. (tabel 4)

Tabel 4

mărimea nominală ^{x)} (mm)	greutatea minimă a probei (kg)
3	0,1
3-6	0,2
10	0,5
14	1
20	2
28	5
40	15
50	35
63	50

x) mărimea nominală reprezintă diametrul maxim al particulelor ce alcătuiesc proba.

c) Standardul Organizației Internaționale de Standarde (ISO 4364-1977) a adoptat o altă scară pentru materialul din patul albii, special pentru măsurători în albie deschise (fig.3). Curbele de eșantionare sînt realizate funcție de diametrul caracteristic d_{84} pentru trei nivele de acceptabilitate a erorilor, după cum urmează. (G = greutatea probei în kg) :

- acuratețe înaltă ($r_{pi} = 1\%$) $G = 0,17 d_{84}^3$
- acuratețe medie ($r_{pi} = 3\%$) $G = 0,017 d_{84}^3$
- acuratețe joasă ($r_{pi} = 5\%$) $G = 0,0017 d_{84}^3$

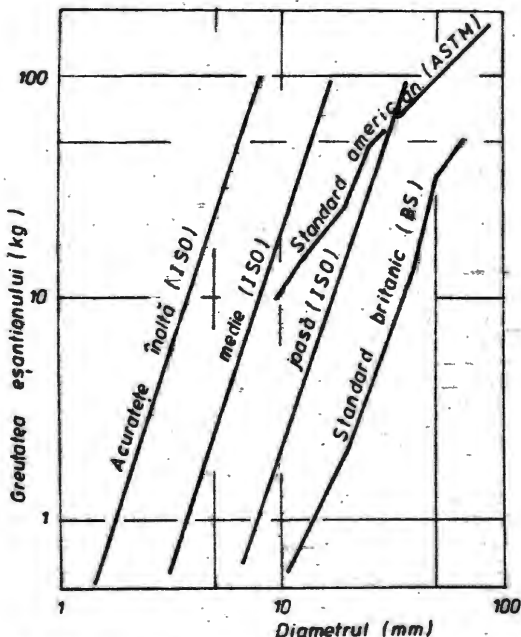


Fig.3. Variația greutății minime de analiză, funcție de mărimea granulometrică nominală a depozitelor după Standardul american (ASTM 075-71,1978), standardul britanic (BS 812,1975) și Asociația internațională de standarde (ISO-4364,1977,E).

Pentru depozite cu $d_{84} = 63$ mm (cît este limita standardului britanic) ecuațiile indică următoarele eșantioane: de 425 kg, 4250 kg și respectiv 42500 kg, funcție de nivelul de acceptabilitate a erorilor. Prin urmare, este o creștere extraordinară a

greutății minime a probelor pentru galeții de dimensiuni mai mari. Bineînțeles că asemenea standarde presupun un înalt grad de mecanizare și automatizare al activităților de prelevare, cernere și măsurare în teren.

Cercetări mai recente (Church, 1984; 1987; Mesley, 1985) au preluat problema eșantionării. Între altele s-a emis părerea că proba trebuie să aibă o greutate din care fracțiunile granulometrice cele mai mari îi revine sub 5%. Așadar, se pleacă de la situația concretă din teren. Considerând particula cea mai mare ca reper (D, mm) putem, indirect, obține informații privind curgerea competentă pentru a le transporta. Aceasta cu ajutorul formulei lui Shields modificată (Henderson, 1966):

$$D = 11 dS$$

în care d = adâncimea curgerii și S = panta hidraulică.

O altă problemă a eșantionării este numărul de probe pe o secțiune transversală. Organizația Internațională de Standarde (1977) cimentează astfel acest aspect: Întrucât particulele din patul albiei variază lateral, trebuie luate un număr mare de probe (grămeși) de pietriș și bolovăniș, în fiecare verticală unde s-a măsurat debitul tîrît, pentru a determina mărimea medie a aluviunilor. Nu este vorba însă de a da o îndrumare fermă.

În ce ne privește, în 9 secțiuni ale albiei râului Buzău, între Vâlcea și Rușavăț și 11 secțiuni de albie ale afluenților de pe stînga Oltului, între Făgăraș și Avrig, am aplicat metoda prelevării în care greutatea minimă a probei este funcție de greutatea celui mai mare galeț din arealul eșantion. S-au prelevat astfel eșantioane cu greutate maximă pînă la 2202 kg. Fracțiunile mai mari de 100 mm, au fost măsurate și cîntărite individual direct și în teren. Pentru fracțiunile între 80-10 mm, s-au făcut cîntăriri pe clase de granulometrie și s-a determinat, prin împărțirea greutății la numărul total de galeți din probă, greutatea medie a fiecărei clase (fig.3). Cît privește locul de prelevare al probelor, am recoltat în fiecare secțiune, dintr-un singur areal, de pe o suprafață de 1 m^2 , asigurîndu-ne ca acest areal să fie reprezentativ pentru întreaga secțiune. S-a prelevat distinct pentru stratul superficial de aluviuni și pentru stratul subsuperficial. S-a considerat și o probă globală din însumarea celor două.

...comitent, pe râul Buzău (între Varlaam și Rugavăț) și afluenții de pe stînga Oltului (între Făgăraș și Avrig) am aplicat și metoda lui Wolman (1954) și Leopold (1970). Pentru analizele globale, pe baza a 20 probe, cu greutatea între 20 kg și 2203 kg/per probă, din cele două bazine hidrografice, am încercat să identificăm relațiile între greutatea probei și diametrele caracteristice (tabel 5) precum și unii coeficienți Folk-Ward ai acestor eșantioane. Matricile coeficienților de corelație, pentru cele 18 variabile luate în considerație arată o dominantă clară a nivelelor de semnificație înaltă și foarte înaltă și o puternică multicolaritate. O mare independență au însă coeficienții Folk-Ward (tabel 6). Aplicînd metoda clasificării tipologice sau McQuitty (1958) la matricile coeficienților de corelație (date logaritmă și nelogaritmă) între variabilele ce caracterizează granulometria depozitelor din patul albiilor (fig.4) observăm că:

- d_{90} , d_{84} și d_{95} se detașează ca cele mai semnificative, constituind împreună cu abaterea standard (DS) și diametrul maxim (DMAX) prima clasă de variabile;

- există o strînsă relație între diametrul mediu (M) și d_{75} care se detașează într-o clasă distinctă, sînt în cazul datelor logaritmă cît și a datelor nelogaritmă;

- d_{40} , d_{50} și d_{60} polarizează celelalte caracteristici granulometrice;

- în cazul datelor nelogaritmă greutatea probei și greutatea galețului cu diametrul maxim se izolează, iar prin transgenerarea datelor urcă în prima clasă de semnificație. Acest aspect ar putea fi interpretat ca o rezervă în ce privește rigurozitatea cu care s-a aplicat metoda eșantionării potrivit raportării greutății probei la greutatea galețului cu cel mai mare diametru. Este o problemă care o vom avea în atenție în continuare.

Tabel 5. Diametre caracteristice ale depozitelor de pietrișuri și bolovanșuri din albiile râurilor Buzău și afluenți ai Oltului superior (între Făgăraș și Avrig)

Nr. crt.	Denumirea punctului de probă	Cantitatea (kg)	Greutate dmax (kg)	dmax (mm)	d ₉₅ (mm)	d ₉₀ (mm)	d ₈₄ (mm)	d ₇₅ (mm)	d ₆₀ (mm)	d ₅₀ (mm)	d ₄₀ (mm)	d ₂₅ (mm)	d ₁₆ (mm)	d ₁₀ (mm)	d ₅ (mm)
1.	Varleas	1980,6	130	540	500	450	380	320	220	175	120	47	15	1,5	0,375
2.	Bisca Roziltei	2203	110	530	525	460	420	350	210	180	93	38	10	1,8	0,7
3.	Nehoiășu Pod	1214,6	86	450	560	405	320	220	150	100	85	38	17	5,0	1,5
4.	Nehoiășu Gara	1620,8	61,5	345	350	310	275	225	175	135	95	55	30	10,0	0,8
5.	Păltineni	1179,5	61	445	450	380	330	280	165	120	90	47	13	0,8	0,28
6.	Seșu	831	45	350	360	320	280	205	125	87	58	17	2,5	0,97	0,47
7.	Valea Sibi- ciului	860,7	48,5	445	470	360	290	225	150	120	65	19	6	1,5	0,6
8.	Măruntășu	328,9	14,0	218	230	180	155	125	60	42	26	6	1,7	0,55	0,27
9.	Rugavăț	220,5	27,0	290	420	320	250	180	92	58	42	13	3,8	1,15	0,6
OLT															
10.	Breaza Voivodeni	299,96	18,3	215	230	175	135	90	68	40	18	3	0,9	0,45	0,25
11.	Breaza Rojorta	683,61	42,2	335	350	275	200	175	135	110	80	30	10	1,8	1,1
12.	Breaza de Sus	1292,8	79,0	320	370	320	280	260	200	175	125	58	18	3,8	1,5
13.	Săvăstreni Pod	169,54	3,84	140	125	95	80	67	48	37	28	11	5,5	3,2	1,7
14.	Săvăstru Baclean	113,4	2,272	105	85	75	66	57	43	32	24	12	3,8	1,35	0,35
15.	Netotu	109,15	3,25	135	140	130	115	70	42	28	14	4	1,4	0,64	0,32
16.	Bunget	20,0	0,327	50	25	19	17	9	4,5	2,8	1,5	0,65	0,44	0,3	0,23
17.	Sîmbăta	243,5	12,0	148	170	140	110	93	67	45	30	14	6	2,8	1,2
18.	Forumbac	321,3	20,0	300	320	260	190	140	100	85	58	25	13	5	1,5
19.	Bălea	443,3	24,5	250	270	235	190	140	110	87	79	38	15	5	1,5
20.	Arpașu Mare	603,56	42,0	330	340	295	260	215	165	130	88	43	18	8	1,8

Tabel 6. Matricea coeficienților de corelație pentru variabile ce caracterizează granulometria depozitelor de pat de albie a râului Buzău (aval de Verlaam) și afluenții de pe stînga Oltului (între Făgăraș și Avrig) (date logaritmice)

GP	GDM	DMAX	D ₉₅	D ₉₀	D ₈₄	D ₇₅	D ₆₀	D ₅₀	D ₄₀	D ₂₅	D ₁₆	D ₁₀	D ₅	M	DS	AS	ANG	
1.000	.968	.945	.908	.970	.933	.944	.944	.941	.916	.860	.756	.473	.302	.948	.920	.498	-.431	GP
	1.000	.975	.969	.972	.971	.969	.960	.946	.921	.841	.729	.458	.335	.974	.971	.398	-.316	GDM
		1.000	.978	.977	.975	.963	.939	.928	.898	.811	.696	.398	.277	.970	.979	.322	-.286	DMAX
			1.000	.995	.986	.974	.952	.931	.907	.804	.683	.425	.333	.977	.996	.290	-.246	D ₉₅
				1.000	.996	.985	.966	.949	.923	.826	.699	.436	.322	.990	.999	.331	-.308	D ₉₀
					1.000	.990	.967	.951	.922	.831	.699	.429	.296	.993	.996	.343	-.368	D ₈₄
						1.000	.985	.976	.954	.873	.743	.466	.333	.996	.984	.437	-.441	D ₇₅
							1.000	.995	.979	.910	.799	.558	.417	.988	.959	.548	-.417	D ₆₀
								1.000	.986	.929	.827	.588	.452	.979	.939	.606	-.438	D ₅₀
									1.000	.967	.880	.651	.618	.958	.911	.644	-.393	D ₄₀
										1.000	.958	.748	.589	.881	.809	.739	-.381	D ₂₅
											1.000	.860	.690	.762	.678	.783	-.232	D ₁₆
												1.000	.880	.502	.410	.752	-.021	D ₁₀
													1.000	.354	.300	.608	-.139	D ₅
														1.000	.987	.447	-.391	M
															1.000	.302	-.311	DS
																1.000	-.448	AS
																	1.000	ANG

GP=greutatea probei (kg)
 GDM=greutatea galetului cu diametru maxim (grame)
 DMAX=diametrul celui mai mare galet (mm)
 D₉₅D₉₀.....D₅=diametre caracteristice pe curba cumulativă (D)
 COEFICIENȚI FALK-WARD
 M=diametrul mediu
 DS=deviația Standard
 AS=asimetria
 ANG=angulozitatea

$$M = \frac{D_{16} + D_{50} + D_{84}}{3}$$

$$AS = \frac{D_{16} \cdot D_{84} + D_{50} \cdot D_5 + D_5 \cdot D_{95} + 2D_{50} \cdot D_5}{2(D_{84} - D_{16}) + 2(D_{95} - D_5)}$$

$$DS = \frac{D_{84} - D_{16}}{4} + \frac{D_{95} - D_5}{6.6}$$

$$ANG = \frac{D_{95} - D_5}{2.44(D_{75} - D_{25})}$$

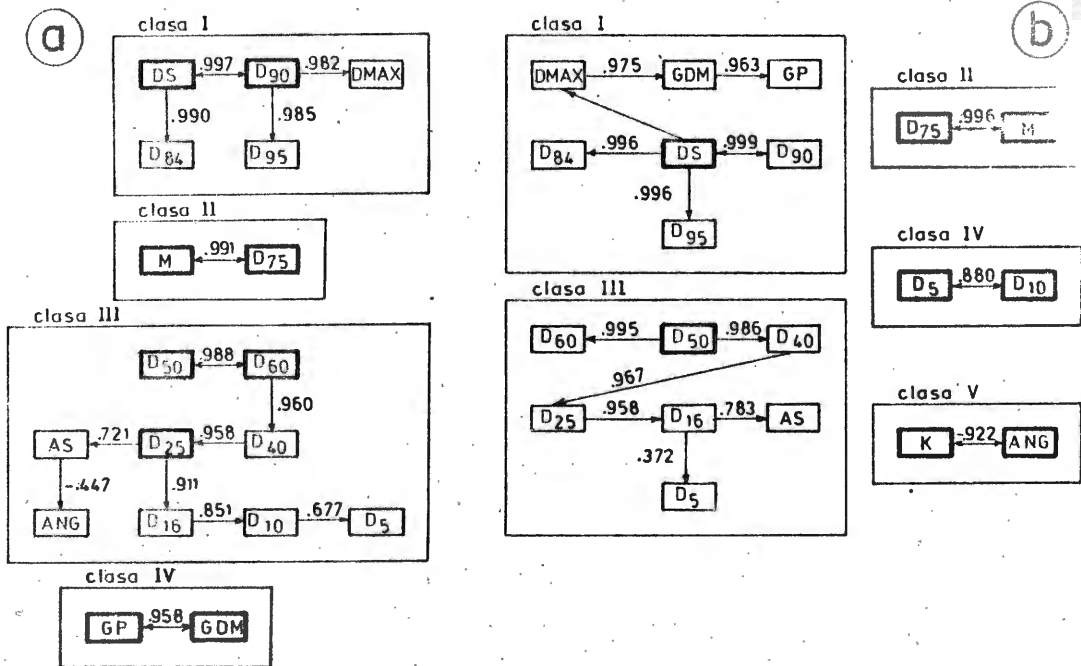


Fig.4. Clase de variabile ce caracterizează principalele caracteristici granulometrice ale faciesului de pietrișuri și bolovănișuri din albia Buzăului și afluenților de pe stânga Oltului, între Păgăraș și Avrig: a) date logaritmizate; b) date logaritmizate (metoda McQuitty, 1958).

Bibliografie selectivă

- Bray, D.I., M. Church (1980), "Armored versus paved gravel bed" Journal of the Hydraulic Division, Hy 11, November, Proceedings Paper 15,791, p. 1937-1940.
- Church, M.A., D.G. McLean, J.F. Wolcott (1987), "River Bed Gravels: Sampling and Analysis" in Sediment Transport in Gravel-bed Rivers, (ed. Thorne, Bathurst, Hey), John Wiley, London, 43-88-
- Dovoren, A., M.P. Mesley (1986), "Observation of bed load movement bar development and sediment supply in the braided Ohau river" E.S.P.L., John Wiley, London, 11, p. 643-652.
- Ibbeken H., R. Schleyer (1986), "Photoseiving: a method for grain size analysis of coarse grained, unconsolidated bedding surfaces" E.S.P.L., 11, 50-77.
- Kellerhals, R., D.I. Bray (1971), "Sampling procedures for coarse fluvial sediments" in Proc. Am. Soc. Civ. Engrs., J. Hydraulics Div., 97, p. 1165-1179.
- Leopold, L.B. (1920), "An Improved Method for size Distribution of Stream Bed Gravel", Water Resources Research, 6, 5, p. 1357-1366.
- Mosley, M.P., D.S. Tindale (1985), "Sediment variability and bed material sampling in gravel bed rivers", Earth Surf. Processes and Landforms, 10, p. 465-482.
- Wolman, M.G. (1954), "A method of sampling coarse bed material" Am. Geoph., Un Trans., 35, 951-956.