

## CONTRIBUȚII LA STUDIUL RAVENELOR DIN MOLDOVA (ROMÂNIA)

MARIA RĂDOANE, IONIȚĂ ICHIM, NICOLAE RĂDOANE

*"Atâta timp cât ravenele pot fi descrise cantitativ și în termenii stadiului de dezvoltare, există șansa ca decizia privind amenajarea și controlul lor să fie îmbunătățite"*

HEEDE (1974)

### 1. Introducere

Ravenele reprezintă o secvență importantă a eroziunii solului. Prezența și dezvoltarea lor pune probleme serioase economiei unei regiuni în primul rând ca formațiuni care afectează întinse terenuri agricole, dar și ca importante furnizoare de aluviuni în râuri și lacuri de acumulare. Acestea explică, de altfel, și faptul că studiul lor este abordat, deopotrivă, de pe pozițiile hidrologiei, a ingineriei agricole și silvice, a ingineriei drumurilor, hidrogeologiei și geomorfologiei. Deși este evidentă, mai ales în ultimii 20-30 ani o asemenea concentrare de forțe, multe aspecte de morfologie au rămas insuficient cunoscute, iar asupra altora, cum ar fi: definirea și tipologia ravenelor, există o diversitate descurajantă de opinii. Sunt autori care consideră că, în raport cu amploarea și răspândirea fenomenului de ravenare, ne aflăm în fața unei penurii de date, ceea ce ar constitui un motiv al insuficienței cunoașterii a proceselor de formare și dezvoltare a ravenelor. Evident că situația se reflectă și la nivelul alegerii soluțiilor de amenajare și control a eroziunii, dar noi împărtășim opinia lui HEEDE (1974) și considerăm că orice progres în cunoașterea fenomenului de ravenație se bazează, înainte de toate, pe un fond bogat de măsurători în teren și analize de laborator. În context, atât cât permite economia lucrării, dorim să prezentăm o parte din rezultatele obținute pe baza măsurătorilor în teren, efectuate de noi în perioada 1986-1992 și pe care se bazează concluziile asupra extinderii procesului de ravenație în ținutul Moldovei.

### 2. Definiții și clasificări

Aproape fiecare autor care s-a ocupat de cercetarea ravenelor s-a simțit obligat să ofere o definiție a acestei forme de relief. Un rezumat al definițiilor (WOODBURN, 1945; MOȚOC, 1963; BRADFORD & PIEST, 1978; IMESON & KWAAD, 1980; ZACHAR, 1982; SCHUMM et al., 1984; HADLEY et al., 1985; NORDSTROM, 1988; MITCHELL & BUBENZER, 1989; POESEN & GOVERS, 1990 și alții) relevă următoarele caracteristici ale ravenelor:

- au un canal cu maluri povârnite, adesea, cu un abrupt în punctul de obârșie;
- prezintă numeroase praguri în talveg;
- au o extindere rapidă în zona de obârșie;

- secțiunile transversale sunt în formde V, când depozitele în care s-au adâncit sunt fin texturate, și în formă de U când roca este dominant nisipoasă;
- au scurgere efemeră;
- nu pot fi nivelate prin lucrări agricole obișnuite.

Faptul că într-o definiție sunt necesare atât de multe calificative, reprezintă după SCHUMM et al. (1984) o dovadă a lipsei de consistență în definiția respectivă, iar unii autori pun această situație pe seama preluării termenului din utilizarea comună, generală, căruia acum trebuie să i se dea un înțeles precis. Trăsătura comună a tuturor definițiilor este în legătură cu dinamica foarte accentuată a acestor forme de relief și capacitatea de a disloca mari cantități de material (sol și roci neconsolidate).

Ravenele au fost clasificate pe baza dimensiunii, configurației formei transversale, stadiului de evoluție, localizării în landșaft ș.a. (MOȚOC, 1963; ZACHAR, 1982; SCHUMM et al., 1984; HAIGH, 1984; NORDSTROM, 1988). Pentru teritoriul României sunt caracteristice aproape toate tipurile de ravenă, dar cele mai numeroase sunt ravenele de versant, de tip discontinuu, cu dimensiuni relativ mici. Pentru a obține observații consistente asupra formării și dezvoltării lor în condițiile fizico-geografice ale României, am eșantionat un spectru larg de tipuri de ravenă.

### 3. Regiunea studiată

Teritoriul la care se raportează cercetările noastre este situat între râurile Siret și Prut și are o suprafață de cca. 25 000 km<sup>2</sup> (fig. 1) și se caracterizează:

- Din punct de vedere litologic prin prezența unor roci slab consolidate ce aparțin Sarmațianului, Pliocenului și Cuaternarului. De la nord la sud există patru complexe litologice, și anume: marne argiloase (Buglovian-Basarabian); argile; marne și nisipuri (Chersonian); argile și nisipuri cu intercalații de calcare, nisipuri și pietrișuri (Pontian și Romanian) în extremitatea sudică. Înclinarea generală a stratelor geologice este de 5-8 m/1000 m de la NV la SE. Relieful are o altitudine medie de cca. 250 m și punctul cel mai înalt depășește 600 m.

- Din punct de vedere climatic, întreaga regiune aparține tipului temperat-continental în care 63% din precipitații cad în intervalul aprilie-septembrie. Cele mai multe ravene se întâlnesc în arealele cu coeficient hidrotermic între 1.25 și 2.50 stabilit conform metodologiei ZACHAR (1982).

- Din punct de vedere al utilizării terenurilor domină folosințele agricole (pădurea fiind sub 15%) ceea ce, împreună cu numeroasele drumuri de coastă, potențează fenomenele de eroziune. Aproximativ 71% din regiune este afectată de eroziune și ample lucrări de control al eroziunii sunt în curs de amenajare. Problemele eroziunii solului au fost în atenția multor cercetători, în special, în ultimii 20 - 30 ani (SIMIONESCU, 1903; TUFESCU, 1937; MARTINIUC, 1954; BACAUANU, 1968; HÂRJOABA, 1968; SFICLEA, 1972; POPA, 1977; MOȚOC et al., 1979; IONIȚA & OATU, 1985).

### 4. Fondul de date și metode

O primă problemă care se pune pentru cunoașterea fenomenului de ravenație într-o regiune este **inventarierea ravenelor** ca număr, densitate, dimensiuni, tipuri, poziție în bazinul hidrografic ș.a. pentru aceasta se utilizează, de regulă, hărți topografice și aerofotograme. Asemenea procedee s-au aplicat în cazul Indiei (HAIGH, 1984), Tadjikistanului (AHMADOV, 1977), Rusiei, Bielorusiei, Ucrainei (KOSOV & KOSTANTINOVA, 1972), Madagascarului (WELLS et al, 1991), Lesotho (NORDSTROM, 1988), Braziliei (DE OLIVEIRA, 1990), Israelului (SEGINER, 1966), României (MOȚOC et al., 1979).

O metodă asemănătoare am folosit și noi pentru inventarierea ravenelor din Moldova. Pe fiecare foaie topografică a fost plasată o grilă a cărei rețea are latura de 1 km la scara hărții

(1/25 000). Pentru fiecare caz au fost înregistrate următoarele variabile: număr de ravene (N), lungimea (L,m), lățimea maximă (B,m) și adâncimea maximă (D,m) a fiecărei ravene, expoziția (EXP, de la 1 la 8 corespunzând punctelor cardinale N, NE, E...), înclinarea (HI.%), lungimea (HL,m) și înălțimea (E,m) versanților ravenați, precum și distanța de la vârful ravenei la cumpăna de ape (DHD,m). Litologia a fost cuantificată de la 1...4 conform crșterii conținutului de nisip în roca de bază (RADOANE & RADOANE, 1992). După această metodă am inventariat peste 9000 ravene.

Cercetările detaliate în teren s-au realizat pentru 12 ravene (tabel 1) repartizate în suprafață astfel încât să acopere toată variația litologică, morfologică și climatică a zonei investigate.

**Tabelul 1.** Date generale asupra geomorfometriei ravenelor luate în studiu

Nr. crt.	Ravena	Lungimea (m)	Suprafața în plan (m <sup>2</sup> )	Adâncimea medie (m)	Lățimea medie (m)	Suprafața secțiunii transversale (m <sup>2</sup> )
1.	Sulița	1536,0	51 266	4,41	33,71	108,44
2.	Gurguiata	704,5	35 205	6,30	43,34	186,97
3.	Coada Gâștii	168,8	720	6,70	53,00	195,20
4.	Roșcani I	881,3	9 969	4,35	12,36	30,82
5.	Roșcani II	338,0	3 803	4,58	11,92	31,51
6.	Poiana I	351,0	5 102	5,03	14,58	52,00
7.	Poiana II	247,5	5 367	5,46	21,55	74,39
8.	Poiana III	87,7	787	3,35	8,00	16,30
9.	Fântânele I	399,0	9 789	5,02	22,75	76,68
10.	Fântânele II	85,7	787	5,54	24,71	85,21
11.	Bâzanu	873,8	11 289	4,64	13,82	54,54
12.	Meria	290,0	6 267	6,67	22,88	81,52

Fiecare din aceste ravene a fost echipată cu o rețea de picheți pentru marcarea poziției profilului transversal. Distanțele între secțiuni au fost de cca. 3-4 ori lățimea ravenei. S-au realizat planuri topografice în scări convenabile ( 1/200 - 1/500) pentru înregistrarea morfologiei de detaliu a fiecărei ravene. Concomitent cu ridicările topometrice s-au eșantionat și prelevat probe ale depozitelor de suprafață din perimetrul ravenei. Prelevarea s-a făcut din puncte distanțate de la 1 m unul de altul și pe adâncime de până la 10 cm de la suprafață. Apoi probele au fost combinate pentru a rezulta o mostră comună pentru mal drept, mal stâng și fund de ravenă. Greutatea de material din fiecare probă nu a depășit 1 kg.

**Activitățile de laborator** au constat în obținerea variabilelor geometrice ale ravenelor și analize ale pământurilor (în special granulometrie).

Geometria ravenelor a fost cuantificată, utilizând metoda secțiunilor transversale, perpendicular pe talvegul ravenei. Variabilele considerate de noi pot fi grupate în (tabel 2) :

Tabel 2. Variabile folosite în studiu

Nr.	Variabila	Simbol	Unitatea de măsură
1.	Lungimea ravenei de la vârf	L	m
2.	Energia maximă	E	m
3.	Suprafața desfășurată în plan	SA	m <sup>2</sup>
4.	Suprafața desfășurată în plan cumulată	SD	m <sup>2</sup>
5.	Adâncimea maximă	HX	m
6.	Adâncimea medie	HD	m
7.	Lățimea	B	m
8.	Perimetrul secțiunii transversale active	P	m
9.	Lățime fund ravenă	LFR	m
10.	Raport de formă	$F=B/HX$	
11.	Raza hidraulică	$RH=SS/B$	m
12.	Coeficient de formă (Heede, 1974)	$CF=HX/HD$	
13.	Suprafața secțiunii transversale	SS	m <sup>2</sup>
14.	Volume depozitate dislocate din ravenă	W	m <sup>3</sup> /m
15.	-din malul stâng	WS	m <sup>3</sup> /m
16.	-din malul drept	WD	m <sup>3</sup> /m
17.	-din ambele maluri	WM	m <sup>3</sup> /m
18.	-prin procese de adâncire	WA	m <sup>3</sup> /m
19.	Raportul între volum dislocat prin procese de mal și procese de adâncire	$G=WM/WA$	
20.	Diametrul median al depozitelor din -mal drept	DD	mm
21.	-mal stâng	DS	mm
22.	-fund ravenă	DA	mm
23.	-din perimetrul activ	DT	mm
24.	Procent praf-argilă din		
25.	-mal drept	FD	%
26.	-mal stâng	FS	%
27.	-fund ravenă	FA	%
28.	-din perimetrul activ	FT	%

29.	Media ponderată a procentului de praf argilă din secțiunea transversală a ravenei	M	
-----	---	---	--

- variabilele ce caracterizează dezvoltarea în profil longitudinal al ravenei (lungimea ravenei, suprafața activă, volumul de material dislocat);
- variabile ce caracterizează secțiunea transversală a ravenei (adâncimea, lățimea, suprafața secțiunii transversale);
- variabile ce caracterizează morfologia bazinului de drenaj a ravenei amonte de vârful ravenei (suprafață, pantă, energie);
- variabile ce caracterizează depozitele de suprafață ale ravenei (diametrul median al materialului din perimetrul secțiunii transversale, procentul de praf-argilă din perimetrul secțiunii, unele elemente de chimia solului).

Toate grupele de variabile au fost cuantificate funcție de punctul de obârșie al ravenei (sau vârful ravenei), având în vedere că zona de obârșie a ravenelor se modifică foarte rapid și atrage după sine modificarea tuturor parametrilor geometriei din avale.

**Analizele probelor de pământ** au constat în determinarea granulometriei (prin metoda sedimentării) pentru depozitele din fiecare punct de eșantionare. Cu ajutorul curbelor granulometrice cumulative s-au evaluat diametrele caracteristice și procente de argilă, praf și nisip. De asemenea, s-au obținut prin formule ce descriu forma repartițiilor granulometrice: media, mediana, asimetria, kurtosisul și media ponderată a procentului de praf-argilă (M) pentru fiecare secțiune transversală de ravenă.

Măsurătorile de teren și analizele de laborator ne-au condus la un număr impresionant de date a căror prelucrare, până acum, a constat în obținerea de:

- elemente de statistică descriptivă (medie, deviație standard, coeficient de variație, determinarea legilor empirice de repartiție a mulțimii de valori de cercetare, eliminarea eventualelor erori grosolane);

- relații empirice între variabile;

- analiza multivariată a geomorfometriei ravenelor (în principal analiza factorială).

Rezultatele obținute sunt discutate în următoarele secțiuni ale lucrării și pot fi grupate astfel: a) repartiția areală a ravenelor; b) geometria ravenelor în relație cu alcătuirea granulometrică a depozitelor de suprafață; c) natura proceselor din sistemul ravenelor; d) estimarea ratei de avansare a vărfurilor de ravenă.

## 5. Repartiția areală a ravenelor.

Inventarierea a peste 9000 de ravene pe teritoriul prezentat în fig.1 a condus la obținerea primelor concluzii de ordin deterministic privind distribuția spațială a numărului și densității ravenelor pe 1 km<sup>2</sup>. Valorile prag la care ne-am raportat au fost cele date de ZACHAR (1982) și HAIGH (1984), și anume: din ce se cunoaște până acum, densitatea ravenelor nu este mai mare de 10 km/km<sup>2</sup>, suprafața acoperită de ravene nu depășește 15% din suprafața unui km<sup>2</sup>, iar numărul de ravene este rareori mai mare de 70 pe km<sup>2</sup>. Când aceste valori sunt depășite, eroziune liniară se schimbă în eroziune polimorfă și generează badlands-uri.

În cazul nostru, numărul mediu de ravene pe km<sup>2</sup> a fost de 2-4, cu un maxim de 20 de ravene pe km<sup>2</sup>, o densitate medie cuprinsă între 0,1-1 km/km<sup>2</sup>, cu o maximă peste 3 km/km<sup>2</sup>.

Numărul și densitatea ravenelor pe unitate de suprafață sunt considerate criterii de clasificare a gradului de eroziune prin ravenare. În SV Rusiei, în Kazahstan sau Tadjikistan numărul de ravene este în mod frecvent între 20-30 pe km<sup>2</sup>, au adâncimi de 15 cm și lățimi de 50-60 m. Raportată la aceste regiuni, zona studiată de noi este moderat spre sever degradată de eroziunea în ravene

(tabel 3).

**Tabel 3.** Clasificarea eroziunii în ravene (Klinicenko & Ilinski, 1976)

Gradul de eroziune în ravene	Densitatea ravenelor (km/km <sup>2</sup> )	Rata de ravenare (ha/km <sup>2</sup> )	Numărul de ravene pe km <sup>2</sup>
Foarte redusă	0,15	2	1
Redusă	0,15 - 0,6	0,2 - 0,9	1 - 4
Moderată	0,6 - 2,2	0,9 - 3,5	4 - 17
Severă	2,2 - 9,0	3,5 - 14,0	17 - 67
Foarte severă	peste 9,0	peste 14	peste 67

Arealele cu cea mai mare susceptibilitate la inițierea ravenelor în Podișul Moldovenesc se află la intersecția următorilor factori: **orientarea versanților spre NE și SV** (versanții văilor consecvente), **panta versanților între 20-30 %**, **lungimea versanților între 300 și 500 m și litologia dominant nisipoasă**. În fig. 1 sunt redată asemenea areale printr-o mai mare densitate a punctelor.

În ce privește geometria ravenelor, având în vedere elementele de bază (lungimea L, adâncimea D, lățimea B), pentru întreaga regiune studiată acestea au următoarele valori medii: L= 170m; D= 3,5m și B= 12m. Există însă o diferențiere impusă, în principal, de litologie: ravenele sunt mai adânci, mai înguste și mai scurte cu cât solul în care se adâncesc este mai nisipos. Dimpotrivă, pe un sol argilos, ravenele tind să fie mai lungi și mai puțin adânci. Matricea coeficienților de corelație a variabilelor ce descriu cele peste 9000 de ravene investigate redă aceste tendințe prin valoarea și semnul de corelație (tabel 4). Deși valoarea coeficienților este mică, ceea ce denotă un grad mare de împrăștiere în cadrul corelațiilor, semnificația lor crește prin faptul că s-au luat în calcul un număr de valori (n= 9148).

**Tabel 4.** Matricea de corelație a variabilelor ce descriu ravenele și versanții ravenați din Podișul Moldovenesc

Variabile	EXP	LV	E	IV	DHD	L	B	D	G
Expoziția versanților (EXP)	1								
Lungimea versanților (LV,m)	-085	1							
Înălțimea versanților (E,m)	-055	329	1						
Înclinarea versanților (IV,%)	012	-396	-010	1					

Distanța de la vârful ravenei la cumpăna de ape (DHD,m)	-085	776	244	-262	1				
Lungimea ravenei (L,m)	-049	583	201	-283	293	1			
Lățimea ravenei (B,m)	-061	098	007	-064	060	091	1		
Adâncimea ravenei (D,m)	-012	-109	-044	094	-112	-035	605	1	
Litologia (1...4) G	-026	-241	-038	201	-463	-319	213	51 7	1

## 6. Geometria ravenelor în relație cu granulometria depozitelor

Prin cercetările detaliate ale celor 12 ravene - test eșantionate zone diferite ale Moldovei dintre Siret și prut în perioada 1986-1992 (tabelul 1) ne propunem să evidențiem unele răspunsuri la nivelul geometriei plane și al secțiunilor transversale ale ravenelor, astfel încât să fie posibilă separarea unor factori cu putere de diagnoză în aprecierea dezvoltării lor. Preocupările pentru identificarea factorilor, ordonarea efectului lor, aprecierea celor mai influente combinații sunt numeroase în literatura geomorfologică. De exemplu, NORDSTROM (1988) enumeră nu mai puțin de 25 factori responsabili pentru un ciclu de eroziune, din care selectează 12 cu pondere mai mare; PATTON & SCHUMM (1975), BRADFORD & PIEST (1980) s-au pronunțat asupra efectului pragurilor în formarea ravenelor, iar HARVEY (1992) s-a ocupat de identificarea mecanismului de feedback negativ în evoluția ravenelor.

O altă premiză de la care am plecat a fost aceea de a găsi mijloacele cele mai puțin costisitoare și aparatură mai puțin sofisticată pentru obținerea cu maximă eficiență a datelor de teren și laborator, care să ne conducă la evaluarea corectă a dezvoltării ravenelor. Astfel de variabile sunt cele de geometrie în plan și în secțiune transversală sau cele de granulometrie a depozitelor de ravenă, relativ ușor de cuantificat și fără să implice un cost exagerat. În acest spirit au lucrat și alți autori ca HEEDE (1974), VENEES (1980), BLONG (1985), EAST (1985), recunoscuți prin contribuția lor la cunoașterea geomorfologiei ravenelor.

În consecință, ne-am concentrat asupra posibilelor relații între geometria ravenelor și compoziția litologică a depozitelor de suprafață în care s-au format ravenele, urmărind schema de mai jos: a) tendințe ale variabilității spațiale ale granulometriei depozitelor din ravenă; b) analiza factorială a geometriei și sedimentelor; c) media ponderată a conținutului de praf-argilă din secțiunea transversală - criteriu de clasificare a ravenelor.

**a) Tendințe ale variabilității spațiale ale granulometriei depozitelor din ravene.** Deși teritoriul dintre Siret și Prut aparține stratigrafic unei perioade geologice lungi, de la Sarmațian în nord până la Romanian și Cuaternar în sud, din punct de vedere litologic aceste orizonturi stratigrafice nu sunt delimitate totdeauna tranșant. Analiza granulometriei depozitelor de suprafață din perimetrul ravenelor ne-a condus la constatarea unei tendințe de creștere a diametrelor particulelor ce compun depozitele de suprafață ale ravenelor de la nordul la sudul regiunii. Diagrama din fig. 2 relevă trei areale distincte din punct de vedere granulometric:

- **argilos-prăfos** ce caracterizează ravenele din jumătatea de nord a teritoriului investigat

(Sulița, Gurguiata, Coadă Gâștii) și care se suprapune marno-argilelor de vârstă Sarmațian inferior și mijlociu. Repartițiile granulometrice tipice pentru aceste depozite se caracterizează printr-o asimetrie de dreapta, dată de dominarea fracțiunilor fine (mai mare de 10%);

- **prăfos** pentru ravenele din partea mijlocie a zonei studiate care face trecerea de la marno-argilele Sarmațianului superior spre nisipurile cu intercalații de gresii și argile ale Meoțianului (ravenele Roșcani, Poiana). În acest caz, repartițiile granulometrice sunt fie unimodale, simetrice (în jurul a 4-8 Ø), fie bimodale, cu reprezentare bună la extremitățile histogramelor, adică mai mare de 10 Ø și mai mic de 4 Ø;

- **nisipos** pentru ravenele din partea sudică a zonei (ravenele Fântânele, bâzanu, Meria) unde roca este dominant nisipoasă (nisipuri și argile cu intercalații de cinerite și gresii) de vârstă Meoțian-Ponțian-Romanian. Histogramele indică procente ridicate ale diametrelor sub 2 Ø.

**b) Analiza factorială** aplicată variabilelor geometrice și granulometrice listate în tabelul 2, distinct pentru fiecare din cele 12 ravene-test, a condus la evidențierea unui număr de 5 factori în cadrul cărora cea mai mare comunalitate se îndreaptă spre o variabilă sau un grup de variabile cu ponderea maximă în definirea geometriei unei ravene:

- **factorul I** explică între 20-30 % din varianța comună a geometriei ravenelor și grupează toate variabilele ce descriu secțiunea transversală, cum ar fi: lățimea, adâncimea, perimetrul, suprafața secțiunii transversale;

- **factorul II** are comunalitatea maximă pe variabilele ce descriu ravena în secțiunea longitudinală, și anume: lungimea ravenei, energia de relief, suprafața în plan a ravenei. Acest factor explică aproximativ 10 % din varianța comună a geometriei și sedimentologiei ravenelor;

- **factorul III** grupează câteva variabile ce descriu forma secțiunii de ravenă în mod adimensional (coeficient de formă, raport lățime-adâncime, raza hidraulică). Aceste variabile s-au grupat deoarece ele includ deja multe variabile din Factorul I, ceea ce a dus la creșterea caracterului lor de independență;

- **factorul IV** include aproape întreaga variabilitate granulometrică a secțiunii de ravenă (diametrul median al materialului din patul ravenei și din maluri, conținutul de praf-argilă și, cel mai important, parametrul M);

- **factorul V** se concentrează, în mod special, pe raportul între volumul de depozite dislocate prin procese de mal și volumul de depozite dislocate prin adâncire în secțiunea ravenei. Ultimii trei factori, deși au un procent redus de reprezentare în explicarea variabilității ravenelor, sunt prezenți de fiecare dată în analiza factorială. Împreună, factorii extrași explică 88-90 % din variația geometriei și sedimentologiei ravenelor.

**c) Analiza factorială** ne-a atras atenția asupra rolului **parametrului M** care îmbină caracteristicile secțiunii transversale cu acelea ale conținutului de praf-argilă al depozitelor de suprafață. Formula de calcul a acestui parametru a fost propusă de SCHUMM (1960) ca o medie ponderată a conținutului de praf-argilă în secțiunea unei albie de râu, calculată după formula

$$M = \frac{(PA \cdot B) + 2(PM \cdot H)}{B + 2H}$$

unde:

PA = procentul de praf-argilă din patul ravenei;



PM = procentul praf-argilă din malurile ravenei;  
 H = adâncimea maximă a ravenei, m;  
 B = lățimea ravenei, m.

În domeniul albiilor de râu, parametrul M a fost folosit ca un factor de explicare a formei și stabilității secțiunii transversale, și anume: cu cât conținutul de praf-argilă în perimetrul secțiunii este mai mare, cu atât forma acesteia tinde să fie mai îngustă, mai adâncă și mai stabilă. Dimpotrivă, un procent scăzut de praf-argilă în perimetrul albiei determină o secțiune largă, puțin adâncă și instabilă.

În cazul ravenelor, investigațiile asupra parametrului M ne permit observarea că: **media ponderată a procentului de praf-argilă din secțiunea transversală determină forma secțiunii transversale a ravenei, dar în sens contrar decât în cazul albiilor de râu.** O valoare mică a parametrului M (deci un procent scăzut de praf-argilă în secțiunea transversală) indică, de regulă, o ravenă adâncă, cu pereți verticali și mai îngustă. Dimpotrivă, în cazul ravenelor în care perimetrul este alcătuit din material cu mare conținut de praf-argilă, ravenele tind să fie mai largi și mai puțin adânci.

În consecință, parametrul M a fost ales drept criteriu de clasificare a ravenelor pe motiv că în formula să include, simultan, mai multe variabile independente. Dendrograma obținută pentru ravenele studiate (fig.3) reprezintă un test în sprijinul acesteia. Se poate aprecia că ravenele la care ne referim tind să se grupeze în trei clase, și, anume:

- **cu M-20**, unde se includ ravenele din extremitatea sudică a Podișului Moldovenesc și care tind să aibă caracteristici morfologice comune (ravenele Meria, Bâzanu, Poiana), respectiv, să fie adânci și înguste, cu praguri înalte în zona de obârșie, cu maluri care se retrag prin prăbușiri, surpări, badland-uri;

- **cu M-40**, unde se grupează ravenele din partea mijlocie a Podișului Moldovenesc (ravenele Fântânele, Roșcani), respectiv, ravene care tind să-și lărgesc secțiunea transversală prin aportul alunecărilor de teren, în special, spre zona bazală a versanților-mal. La obârșie sunt bine reprezentate pragurile înalte, surplombele, retragerile prin prăbușire și surpare;

- **cu M-80**, se grupează ravenele din jumătatea nordică a Podișului Moldovenesc (ravenele Gurguiata, Coada Gâștii, Sulița) în cazul cărora alunecările de teren modelează malurile imediat avale de obârșie (a se vedea și fig. 7).

## 7. Natura proceselor din sistemul ravenelor

Există relativ puține date asupra tipului și ratei proceselor într-o ravenă. De referință sunt lucrările grupului de lucru al Serviciului American al Conservării Solului condus de R.F. Piest, care a publicat numeroase rapoarte asupra proceselor de eroziune în ravene (PIEST et al., 1975, 1976; BRADFORD & PIEST, 1980; RALOFF et al., 1981). După acești autori, procesele caracteristice într-o ravenă sunt de două feluri:

- procese de mal (de tip mass-wasting, dar și șiroiri, badlands-uri) și care au rol dominant;
- procese de transport longitudinal cu rol secundar.

a) În domeniul proceselor de mal se disting **forțele declanșatoare**, responsabile de desprinderea depozitelor din malul ravenelor și **forțele de rezistență la forfecare** a depozitelor respective. În acțiunea acestor forțe un rol deosebit îl are prezența apei provenită din infiltrație sau din ridicarea nivelului freatic, iar acțiunea lor este potențată de forțele de "seepage", în zona saturată și de reducere a coeziunii solului. Cât privește rolul prezenței apei în depozitele de sol, măsurătorile au arătat că nivelul cel mai ridicat al pânzei freactice se află la baza pragului de obârșie a ravenei. De aceea s-a ajuns la concluzia că forța de "seepage", mai mare la vârful ravenei, este

responsabilă pentru dinamica mult mai accentuată a prăbușirilor capetelor de ravenă decât a malurilor ravenei.

b) În domeniul proceselor de adâncire este importantă "curățirea" fundului de ravenă care are loc în timpul evenimentelor de scurgere, iar perioada cea mai eficientă este faza de declin a hidrografului (BRADFORD & PIEST, 1980). Măsurătorile au arătat că particulele necoezive ale depozitelor prăbușite în ravenă pot fi antrenate la viteze de 0,61 cm/sec., însă pentru scurt timp, vitezele scurgerii în ravenă pot depăși 3 m/s (PIEST et al., 1975). Evaluarea ponderii fiecăruia din aceste două importante procese în dezvoltarea ravenei a fost făcută de VENESS (1980) prin cercetarea dinamicii secțiunii transversale. Este o metodă indirectă, deosebit de accesibilă și eficientă, care se bazează pe planificarea suprafețelor din secțiunile transversale aflate în succesiune în lungul ravenei: suprafața erodată prin procese de adâncire (WA) și suprafața erodată prin procese de mal (WV). Această metodă am aplicat-o în studiul ravenelor investigate de noi, așa cum este ilustrat în fig.4. Pe această bază putem aprecia că:

- pe ansamblu, procesele de mal contribuie la eroziunea în ravene de 1-5 ori mai mult decât procesele de adâncire;

- există tendințe diferite în profilul longitudinal al ravenelor în funcție de compoziția granulometrică a substratului. Astfel, pe roci cu mare conținut de praf-argilă, raportul  $G = WA/WV$  este, în general, sub valoarea 1 (deci domină adâncirea), în treimea superioară a ravenei, și peste valoarea 1 și chiar peste 10, în partea inferioară a ravenei. În acest caz, forma în plan a ravenei este de "pană" și este tipică în acest sens ravena Gurguiata (fig.5). Pe roci cu mare conținut de nisip forma în plan a ravenei este, cel mai adesea, "lobată" (sau de pară), caz în care (ravena Poiana) procesele de mal sunt dominante în treimea superioară a ravenei, iar cele de adâncire partea inferioară.

Dezvoltarea unor anumite tipuri de procese ravenă a putut fi dedusă și din distribuția areală a granulometriei depozitelor de suprafață, știindu-se că proprietățile granulometrice ale depozitelor de suprafață sunt suficient de sensibile la variația proceselor exogene încât să releve un trecut poligenetic. Discuții detaliate pe această temă sunt în lucrările lui KLOVAN (1966) sau ale lui EAST (1985).

Deși o ravenă este o formă de relief cu viață geomorfologică scurtă, materialul de suprafață înregistrează, fidel, procesele mecanice la care este supus cu tendința de concentrare a anumitor diametre în zone distincte ale ravenei. Observațiile noastre susțin o asemenea afirmație și le putem grupa astfel:

- pe fundul ravenelor există tendința să se acumuleze material cu diametre mai mari decât în restul perimetrului secțiunii, chiar dacă spectrul granulometric nu este prea larg. Exemplificăm ravena Coadă Gâștii (fig. 6) în care prelucrarea acestor particule în procesul de transport longitudinal, în perioadele scurte de viituri, a realizat o oarecare sortare a materialului;

- în profilul longitudinal al talvegurilor de ravenă este caracteristică oscilația granulometrică a materialului între valori minime în zona pragurilor (unde are loc o curățire a patului ravenei) și valori maxime în zona inter-praguri (unde are loc o acumulare). Această distribuție a diametrelor este un indicator al transportului pulsatoriu (sau episodic), tipic ravenelor discontinue, iar exemplul dat în fig. 7 îl considerăm sugestiv;

- înălțimea pragurilor din talvegul ravenelor TH, dar și din zona de obârșie este determinată tot de factorul litologic SCP. Relația empirică obținută de noi

$$\log TH = 1,0051 - 0,00165 SCP$$

$$r = 0,899 \quad n = 37$$

arată că un procent redus de praf-argilă în fruntea acestui prag determină o înălțime maximă a

pragului;

- există o cvasi-suprapunere a răspândirii alunecărilor de teren de pe malurile de ravenă cu aceea a prezenței diametrelor mai mici de 0.004 mm, cum este în cazul ravenei Coadă Gâștii (fig. 6) unde există un microrelief caracteristic curgerilor plastice, cum ar fi valurile de pământ și microdepresiuni mlăștinoase.

- "dezordinea" granulometrică în secțiunea transversală a ravenelor tinde să se atenueze pe măsura stabilizării malurilor, situație pentru care exemplificăm ravena Sulița (fig. 8). Variația granulometrică de mare amplitudine (între 0.005 mm și 0,1 mm) în zona de obârșie a ravenei se suprapune sectorului cel mai activ al ravenei. Prăbușirile succesive ale malurilor și retragerea obârșiei nu lasă prea mult timp altor procese de mal pentru a relua și prelucra materialul dislocat.

Spre secțiunea de închidere a ravenei, unde malurile sunt bine stabilizate prin vegetație, procesul de solificare determină și o reducere a variabilității granulometrice, indiciu al realizării unei stabilități relative, stabilitate care este și în funcție de compoziția chimică. În acest sens, HEEDE (1971) a arătat că spălarea sodiului din sol și înlocuirea lui cu calciu crează condițiile de instalare a vegetației și de stabilizare rapidă a malurilor. Timpul de realizare a unui asemenea echilibru depinde și de climă. Într-un climat de semiariditate, de exemplu, procesul de stabilizare durează cca. 20 ani, iar condițiile unui climat umed al unei ravene din NV Angliei (HARVEY, 1992), stabilizarea prin colonizarea vegetației a început la 55 de ani după inițierea ravenei.

### 8. Estimarea ratei de avansare a vârfurilor de ravenă

Fondul de date pe care l-am folosit pentru realizarea unui model de prognoză a avansării vârfurilor de ravenă se referă la un număr de 38 de ravene (tabel 5) din zona Moldovei dintre Siret și Prut la care am urmărit retragerea vârfurilor timp de 14 ani, folosind materiale cartografice la scară mare. Ravenele au fost repartizate astfel: 22 pe roci dominant marno-argiloase și 16 pe roci dominant nisipoase.

**Tabel 5.** Rate ale avansării vârfurilor de ravenă din Moldova între Siret și Prut

Nr. crt.	Lungimea ravene-lor (L,m)	Suprafața bazinului de drenaj amonte de vârf ravenă (A,ha)	Înclinarea versantu-lui amonte de vârf ravenă (P,%)	Energia de relief amonte vârf ravenă (E,m)	Rata de avansare a vârfului ravenelor (RA,m/an)
1.	475	2,37	9,0	45,0	4,60
2.	875	3,25	8,0	32,5	7,80
3.	920	2,50	9,0	30,0	6,80
4.	160	1,42	9,0	20,0	2,80
5.	110	1,25	7,0	17,5	1,30
6.	470	3,75	6,0	25,0	3,10
7.	435	8,25	7,0	37,5	6,25
8.	380	4,65	13,0	55,0	6,40
9.	100	0,75	17,0	40,0	1,60
10.	100	1,25	18,0	50,0	1,50

11.	385	0,50	9,6	30,0	5,30
12.	450	1,25	6,0	20,0	2,50
13.	360	3,75	17,0	70,0	5,00
14.	150	1,00	14,0	30,0	1,40
15.	150	1,00	14,0	30,0	3,50
16.	200	1,00	9,0	15,0	1,00
17.	275	1,00	8,5	15,0	1,20
18.	350	5,75	4,0	26,0	1,70
19.	540	0,37	2,0	2,5	1,10
20.	150	2,00	19,0	70,0	1,00
21.	125	1,87	18,0	80,0	4,10
22.	55	4,50	14,10	91,0	7,50
23.	275	0,60	14,7	17,0	1,00
24.	325	0,75	13,5	25,0	2,15
25.	375	1,37	11,0	20,0	1,75
26.	295	0,67	12,0	15,0	1,50
27.	350	4,17	13,0	25,0	5,50
28.	340	1,70	15,0	28,0	3,37
29.	390	6,20	5,0	35,0	5,90
30.	90	1,10	9,0	25,0	1,55
31.	100	1,10	10,0	30,0	1,75
32.	125	1,75	8,7	35,0	3,00
33.	125	1,20	8,7	35,0	2,60
34.	320	2,35	8,6	25,0	2,25
35.	225	2,50	18,0	50,0	2,75
36.	270	0,90	10,0	37,5	1,76
37.	250	1,87	10,0	37,5	2,00
38.	250	1,00	14,00	25,0	3,23

Prima constatare care am făcut-o a fost că rata de avansare a ravenelor este diferită funcție de compoziția granulometrică a rocilor în care s-au adâncit ravenele. De exemplu, la o ravenă de aceeași lungime ( $L=50\text{ m}$ ) și cu aceeași suprafață a bazinului de drenaj amonte de vârf ( $A=1\text{ ha}$ ), rata de înaintare este mai mare de  $1,5\text{ m/an}$  pentru ravene pe roci nisipoase și sub  $1\text{ m/an}$  pentru ravene pe roci argiloase. În consecință, modelul empiric propus de noi se consideră compoziția litologică ca fiind dintre cei mai importanți factori de control ai avansării ravenelor.

Modelul este de tipul regresiei multiple, des utilizat în domeniile complexe ale fenomenelor fizico-geografice, deoarece se aplică la condițiile strict controlate (HUGGETT, 1985). Forma modelului este:

$$\log Y = a + b \cdot \log X_1 + c \cdot \log X_2 + d \cdot \log X_3 + e \cdot \log X_4$$

unde:

- Y = rata de avansare a ravenelor, Ra (m/an),
- X<sub>1</sub> = lungimea ravenei L(m);
- X<sub>2</sub> = suprafața bazinului de drenaj amonte de vârful ravenei, A (ha);
- X<sub>3</sub> = panta bazinului amonte de vârful ravenei, P (%);
- X<sub>4</sub> = energia de relief amonte de vârful ravenei, E (m).

Variabilele independente sunt înlocuitori ai mărimii scurgerii lichide și vitezei cu care se poate concentra punctul de obârșie a ravenei.

Etapele de lucru au constat în: a) obținerea matricelor de corelație între variabilele investigate pentru a evidenția factorii cu influență maximă asupra variabilității ratei de creștere a ravenelor; b) realizarea modelului propriu-zis cu ajutorul tehnicii regresiei multiple pas-cu-pas. Rezultatele sunt sintetizate în tabelul 6, iar concluziile pe care le menționăm sunt următoarele:

- cea mai importantă variabilă independentă în controlul ratei de avansare a ravenelor este **suprafața bazinului de drenaj** amonte de vârful ravenelor care explică 54% din variația pe roci marno-argiloase și 68% pe roci nisipoase, fapt pentru care ea a fost prima variabilă intrată în modelul regresiei multiple;

- contribuția celorlalte variabile este mai redusă și au intrat în model funcție de cantitatea de varianță explicată. În cazul modelului pentru ravenele dezvoltate pe roci predominant marno-argiloase variabilele au intrat în următoarea ordine: lungimea ravenei, energia bazinului, panta bazinului. Pentru ravenele dezvoltate pe roci nisipoase, intrarea variabilelor în model este în ordinea: energia bazinului, lungimea ravenei și panta bazinului.

Modelul de regresie multiplă prezentat a fost utilizat la evaluarea timpului de avansare a ravenelor, în situația în care acestea evoluează în condiții naturale. Curbele ce redau timpul de creștere a lungimii ravenelor au o traiectorie exponențială (fig. 9). Acestea arată un ritm accelerat de dezvoltare a ravenelor imediat după inițiere și o atenuare sau chiar stopare a avansării lor după atingerea unei anumite lungimi de echilibru. Astfel, **distanța de la gura ravenei la acel punct din talveg unde cantitatea de apă aflată în curgere nu are suficientă energie pentru a depăși (învinge) rezistența depozitelor de suprafață poate fi considerată lungimea de echilibru (cf. GRAF, 1977)**. Expansiunea ravenei nu are loc amonte de acest punct.

Lungimea de echilibru a ravenelor din zona Moldovei dintre Siret și Prut depinde de roca și morfologia versantului în care s-au adâncit. Pe roci marno-argiloase, lungimea de echilibru este în jur de 350-400 m, iar pe roci nisipoase de 200-250 m.

## 9. Concluzii

1. Teritoriul la care se raportează cercetările noastre este situat între râurile Siret și Prut și are o suprafață de cca. 25 000 km<sup>2</sup> (fig. 1).

2. Fondul de date se referă la peste 9000 de ravene inventariate ca număr și densitate pe km<sup>2</sup>, ca dimensiune și poziție în bazinul hidrografic, ca orientare și lungime a versanților ravenați. între acestea au fost selectate 12 ravene pe care s-au făcut măsurători detaliate de geometrie, granulometrie și dinamică în perioada 1986-1992 (fig. 1, tabelele 1 și 2).

3. Repartiția areală a ravenelor a indicat unele zone unde densitatea lor este mai mare decât în altele. Aceste zone sunt date de : orientarea versanților NE și SV, cu pantă între 20 și 30%, cu lungime a versanților între 300 și 500 m și o litologie dominant nisipoasă (tabel 4).

4. Depozitele de suprafață ale ravenelor studiate variază de la tipul argilos-prăfos în jumătatea de nord a teritoriului, la prafuri zona central-sudică și nisipuri în extremitatea sudică a regiunii studiate (fig.2). Analiza factorială a variabilelor geometrice și granulometrice a evidențiat rolul parametrului M (în sens SCHUMM, 1960) ca valoare discriminantă a formei secțiunii transversale a ravenelor (fig.3): o valoare mică a lui M (deci un procent scăzut de praf-argilă în secțiunea transversală) indică o ravenă adâncă, cu pereți verticali și mai îngustă. Dimpotrivă, în cazul ravenelor în care perimetrul este alcătuit din material cu mare conținut de praf-argilă (o valoare mare a lui M), ravenele tind să fie largi și mai puțin adânci.

5. Pentru cazurile studiate, procesele de mal contribuie la evoluția ravenei de 1-5 ori mai mult decât procesele de adâncire (fig.4).

6. Natura proceselor dintr-o ravenă poate fi dedusă din analiza granulometrică a depozitelor de suprafață (fig.6, 7): pe fundul ravenei tinde să se acumuleze material cu diametre mai mari (datorită sortării procesul de transport longitudinal); In maluri, curgerile plastice de tipul alunecărilor de teren se suprapun arealelor cu diametre peste  $8\text{ }\varnothing$ ; Înălțimea pragurilor de obârșie și de talveg este în relație inversă cu procentul de praf-argilă a depozitelor din care sunt formate; "dezordinea" granulometrică în secțiunea transversală a ravenelor tinde să se atenueze pe măsura stabilizării malurilor (fig.8).

7. Rata de înaintare a vârfurilor de ravenă este mai mare 1,5 m/an pentru ravene pe roci nisipoase și sub 1,0 m/an pentru ravene pe roci marno-argiloase. Pentru evaluarea acestui parametru a fost propus un model de regresie multiplă pas-cu-pas, în care cea mai importantă variabilă independentă a fost suprafața bazinului de drenaj amonte de vârful ravenei.

## BIBLIOGRAFIE

- Ahmadov H.M. (1977) - *V sovremenom roste obragov Tadjikistana*, *Gheomorfologia*, 4, 51-55.
- Băcăuanu V. (1968) - *Câmpia Moldovei. Studiu geomorfologic*, Ed.Academiei.
- Blong R.J., Graham P., Veness J.A. (1985) - *The role of sidewall processes in gully development: some NWS example*, *Earts Surface Proc.and Landf.*, 7, 381-385.
- Blong R.J. (1985) - *Gully sidewall developement in NewSouth Wales, Australia*, *Soil Erosion and Conservation*, (eds)El-Swaifs & Moldenhauer, John Wiley & Sons, 574-583.
- Bradford J.M., Piest R.F. (1980) - *Erosional developement of valley botom in the upper midwestern United States*, in: *Threshold in Geomorphology*, (eds) Coates & Vitek, Allen & Unwin, 75-101.
- De Oliveira M.A.T. (1990) - *Slop geometry and gully erosion developement*, *Zeit. für Geomorf.N.F.*, 34, 4, 423-434.
- East T.J. (1985) - *A factor analytic approach to the identification of geomerfic processes from soil particle size characteristic*, *Earth Surface Proc. and Landf.*, 10, 441-463.
- Graff W.J. (1977) - *The rate law in fluvial geomorphology*, *American Journal of Science*, 277, 178-191.
- Hadley R.F., Walling D.E.(eds) (1985) - *Erosion and sediment yiel: some methods of measurement and modelling*, *Geobooks, Cambrige Univ.Press.*

- Haig M.J. (1984) - *Ravine erosion and reclamation in India*, *Geoforum*, 15, 4, 543-561.
- Hârjoabă I. (1968) - *Relieful colinelor Tutovei*. Ed. Academiei, București.
- Harvey A.M. (1992) - *Process interactions, temporal scales and the development of hillslope gully systems: Hogwull Fells, north-west England*, *Geomorphology*, 5, 323-344.
- Heede B. (1974) - *Stage of development of gullies in Western United States of America*, *Zeit. für Geomorph. N.F.* 18, 3, 260-271.
- Huggett R.J. (1985) - *Earts surface systems*, Springer Verlag, Amsterdam.
- Ichim I., Mihai G. (1988) - *Geometria formațiunilor de adâncire și problema surselor de aluviuni*, *Lucr. Simpozionului "Proveniența și efluența aluviunilor"*, Piatra Neamț, 2, 319-333.
- Ichim I., Mihai G., Surdeanu V., Rădoane M., Rădoane N. (1990) - *Gully erosion on agricultural lands in Romania*, in: *Soil Erosion on Agricultural Land*, Boardman, Foster & Dearing (eds), John Wiley and Sons, 55-67.
- Imeson A.C., Kwaad F.J.P.M. (1980) - *Gully types and gully prediction*, *K.N.A.G. Geografisch Tijdschrift* 14, 5, 430-441.
- Ioniță I., Ouatu O. (1985) - *Contribuții la studiul eroziunii solului din Colinele Tutovei*, *Cercetări Agronomice în Moldova*, XIII, 58-68.
- Kalinicenko N.P., Ilinski V.V. (1976) - *Gully improvement and control by means of forestry measures*, *Izd. Lesnaya promyshlennost*, Moscova.
- Kosov B.F., Kostantinova G.S. (1972) - *O novom soderžanii carti ovrajnosti*, *Erozia proc. i ruslov. proc.*, 2, Izd.MGU.
- Klovan J.E. (1966) - *The use of factor analysis in determining depositional environments from grain size distributions*, *J. of Sedimentary Petrology*, 36, 115-125.
- Martiniuc C. (1954) - *Pante deluviale. Contribuții la studiul degradării terenurilor*, *Probleme de geografie*, III, 217-222.
- Mihai Gh., Taloescu I., Neguț N. (1979) - *Influența lucrărilor transversale asupra evoluției ravenelor formate pe alternanțe de orizonturi permeabile și impermeabile*, *Bul. Inform. ASAS*, 8, 103-115.
- Mitchell J.K., Budenzer G.D. (1989) - *Soil Loss Estimation*, in *Soil Erosion*, Kirkby & Morgan (eds), John Wiley & Sons, 17-62.
- Moțoc M. (1963) - *Eroziunea solului pe terenurile agricole și combaterea ei*, Ed. agro-silvică, București.
- Moțoc M., Taloescu I., Neguț N. (1979) - *Estimarea ritmului de degradare a ravenelor*, *Bul. Inform. ASAS*, 8, 77-85.
- Nordstrom K. (1988) - *Gully erosion in the Lesotho lowlands*, *UNGI rap.*, 69, Uppsala Univ, 144 p.
- Patton P.C., Schumm S.A. (1975) - *Gully erosion Northwestern Colorado, a threshold phenomenon*, *Geology*, 3, 88-90.
- Piest R.F., Bradford J.M., Wyatt G.M. (1975) - *Soil erosion and sediment transport from gullies*, *J. of the Hydraulics Div. HYI*, 65-80.
- Piest R.F., Bur C.E., Spomer R.G. (1976) - *Entrenchment of drainage system in Western Iowa and NW Missouri*, in: *North Central Reg., Agricult. Res. Serv., U.S. Depart. of Agricult.*, 548-560.
- Poesen J., Govers G. (1990) - *Gully erosion in the Loam Belt of Belgium. Typology and control measures*, *Soil Erosion on Agricultural Lands* (Eds. Boardman, Foster & Dearing), John Wiley & Sons, 513-536.
- Popa N. (1977) - *Cercetări asupra eroziunii solului și măsuri de control în Podișul Moldovenesc*, ASAS, București.
- Rădoane Maria, Surdeanu V., Rădoane N., Ichim I. (1988) - *Contribuții la studiul ravenelor din Podișul Moldovenesc*, *Lucr. Simpozionului "Proveniența și efluența aluviunilor"*, 2, Piatra Neamț,

334-374.

Rădoane Maria, Rădoane N. (1992) - *Areal distribution of gullies by the grid equare method. Case study: Siret and Prut interfluve*, *Rév.roum. de Géographie*, t.36, 95-98.

Roloff G., Bradford J.M., Scrivner C.L. (1981) - *Gully developement in the deep loess hills region of Central Missouri*, *Soil Science of Am.J.*, 45, 1, 119-123.

Schumm S.A. (1960) - *The shape of alluvial channels in relation to sediment type*, *U.S.Geol.Survey Prof.Paper 352-B*, 17-30.

Schumm S.A., Hadley R.F. (1957) - *Arroyos and the semiarid cycle of erosion*, *Am.J.of Sci.*, 255, 161-174.

Schumm S.A., Harvey M.D., Watson C.C. (1984) - *Incised channels. Morphology, dynamics and control*, *Water Res.Publ.*, 200p.

Seginer I (1966) - *Gully developement and sediment yield*, *Res.Rap. 13*, The Israel Min. of Agricult., Soil Conserv.Div.,30p.

Sficlea V. (1972) - *Podișul Covurlui. Studiu geomorfologic*, Teză de doctorat, Univ. din Iași.

Simionescu I. (1903) - *Geologia Moldovei între râurile Siret și Prut*, *Publ.Academiei Române IX*, București.

Tufescu V. (1937) - *Dealul Mare Hârlău. Observații asupra evoluției reliefului*, *Bul.Soc.Geogr. Române*, LVII, București.

Wells N.A., Andriamihaya B., Solo R.H.F. (1991) - *Patterms of developement of lavaka Madagascar. Unusual Gillies*, *Earth Surface Proc. and Landf.*, 16, 189-206.

Woodburn R. (1949) - *Science studies a gully*, *Soil conservation*, 15, 1, 11-13p.

Veness J.A. (1980) - *The role of fluting in gully extensivas*, *J.Soil Cons.Serv.*, NSW 36(2), 100-107.

Zachar D. (1982) - *Soil erosion*, Elsevier, 547p.

### Abstract

In a study area in Romania covering about 25 000 km<sup>2</sup> over 9000 gullies were mapped and 12 were surveyed in detail. The distribution of gullies indicated that the highest gully density reflects hillslope orientation, inclination and length and a sandy lithology. The surface deposits of gullies studied vary from the clayey - silty type in the northern half of the territory, to the silts in the middle to southern position and to the sands in the southern end of the studied region. Factorial analysis of geometrical and granulometrical variables showed the role of the M parameter as a discriminating value of gully cross section shape. A low value of the M parameter indicated that, as a rule, the gully is deeper and narrower, with vertical walls. Conversely, where the perimeter is made of material with high silt-clay percentage, the gullies tend to be and shallower.

The rate of gully head cutting 1,5 m/yr for the gullies cut in sandy rocks and under 1 m/yr for the gullies cut in marl-clayey rocks. A model of gully development is proposed which shows an accelerated rate of gully development immediately downstream after their initiation and a smoothing and even stopping their advancement after reaching of an equilibrium length. The equilibrium length of gullies from Moldavia between the Siret and Prut rivers varies according to slope, geology and morphology. On the marl - clayey rocks the equilibrium length is around 350-400 m, and on the sandy rocks it is around 200-250 m.

Stațiunea de Cercetări "Stejarul"- Piatra Neamț



Fig. 1. A. Localizarea ravenelor studiate. B. Densitatea ravenelor în teritoriul dintre râurile Siret și Prut.

Fig. 2. Alcătuirea granulometrică a depozitelor de ravenă din zona studiată (alte discuții în text).

Fig. 3. Dendrograma rezultată din algoritmul grupării ierarhice a ravenelor din Podișul Moldovenesc funcție de valoarea parametrului M.

Fig. 4. Raportul între procese de mal și procese de adâncire pentru ravenele studiate, evaluat pe baza morfometriei secțiunii transversale a ravenei.

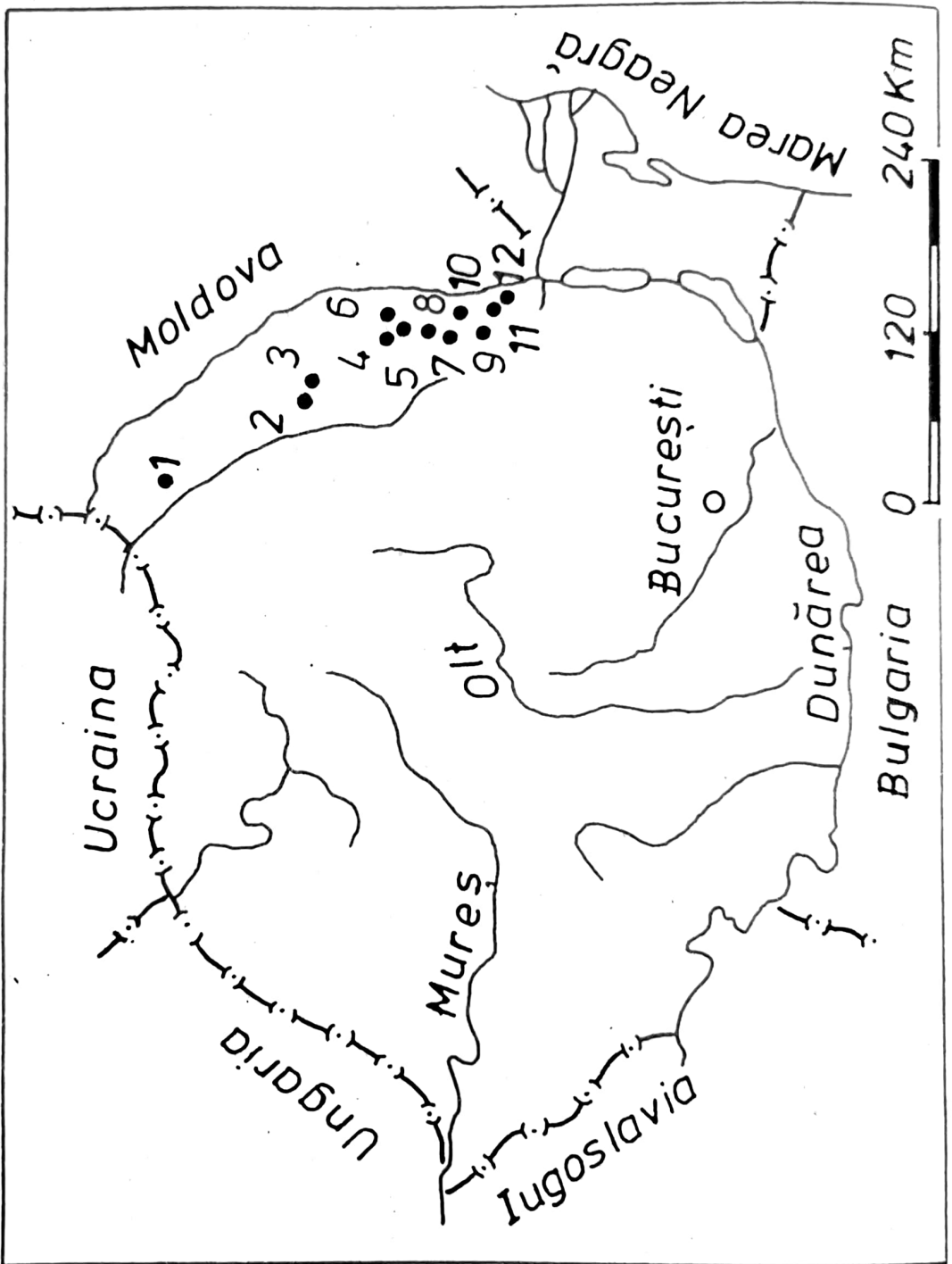
Fig. 5. Tipuri de ravene în zona studiată; A. sub formă de pară pentru ravene adâncite în roci dominant nisipoase (ravena Poiana); B. sub formă de pană pentru ravene adâncite în roci dominant argiloase (ravena Gurguiata).

Fig. 6. Legătura între procesele geomorfologice în ravena Coada Gâștii(A) și distribuția granulometrică a depozitelor de suprafață(B).

Fig. 7. Transportul longitudinal episodic în ravena Roșcani II evidențiat la nivelul variabilității granulometrice.

Fig. 8. Reducerea variabilității granulometrice în secțiunea transversală a ravenei odată cu stabilizarea malurilor.

Fig. 9. Modelul timpului de avansare a ravenelor din Moldova.



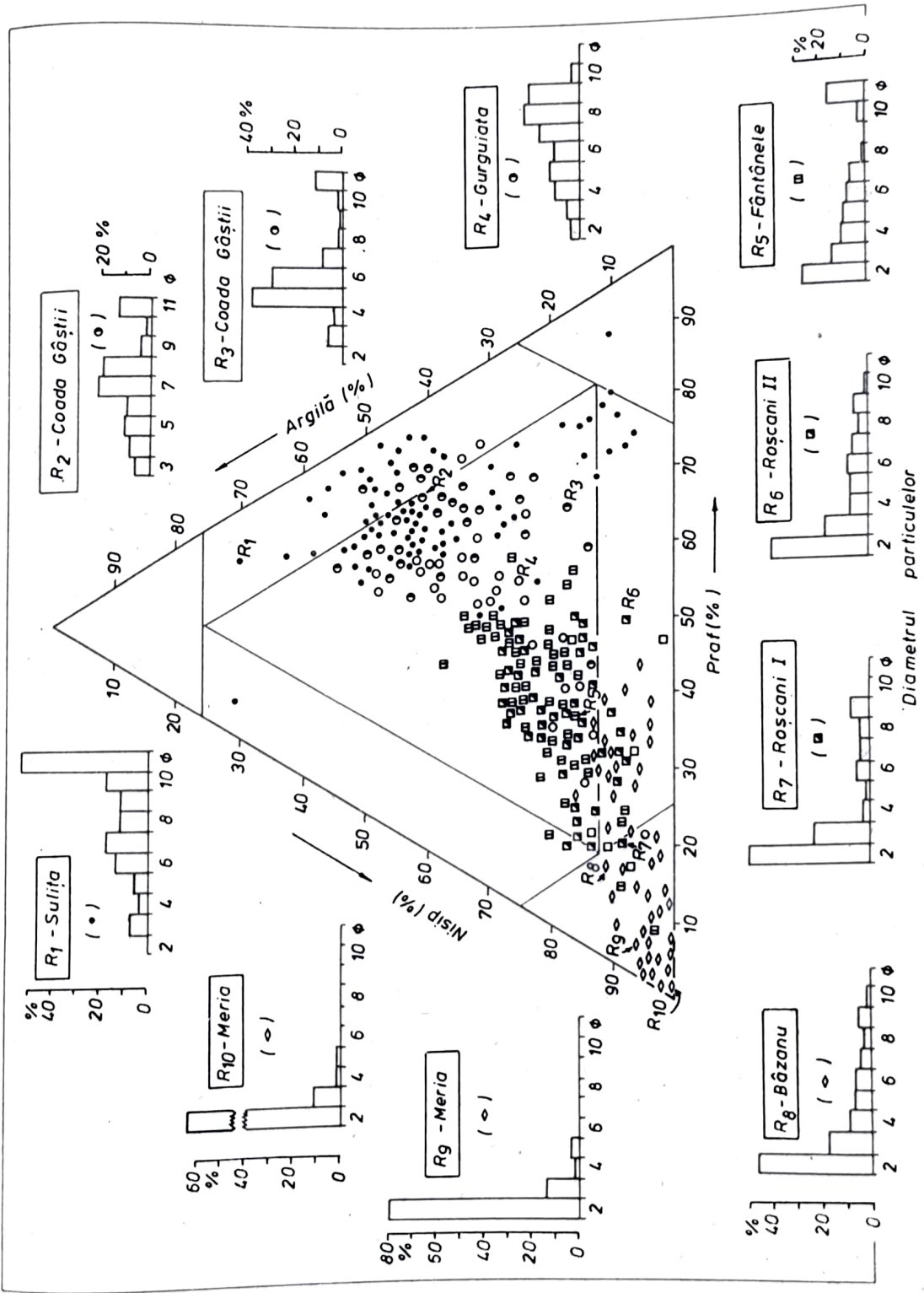


Fig. 2

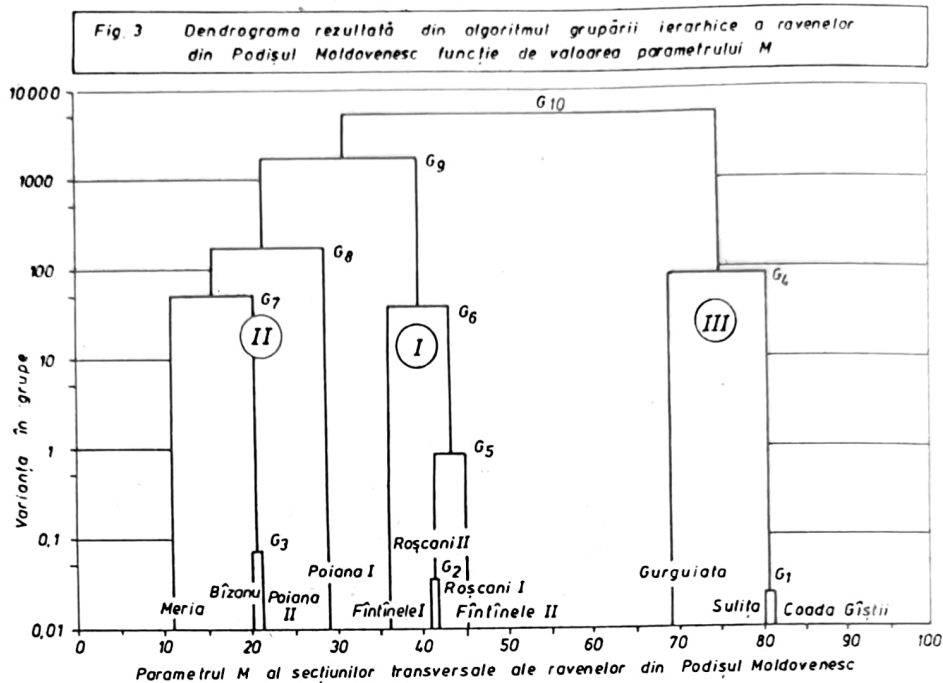


Fig. 3

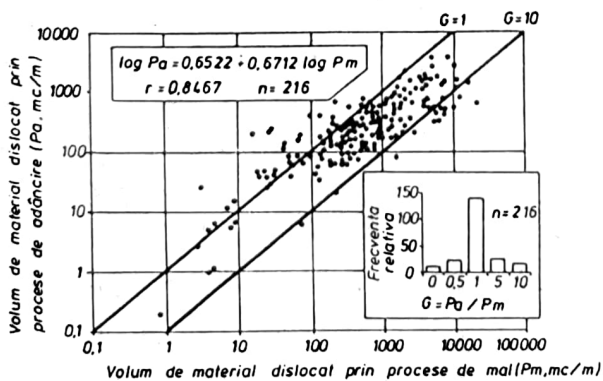


Fig. 4

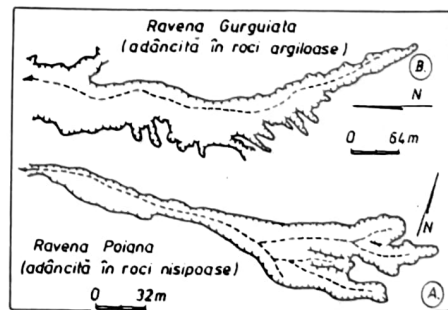


Fig. 5

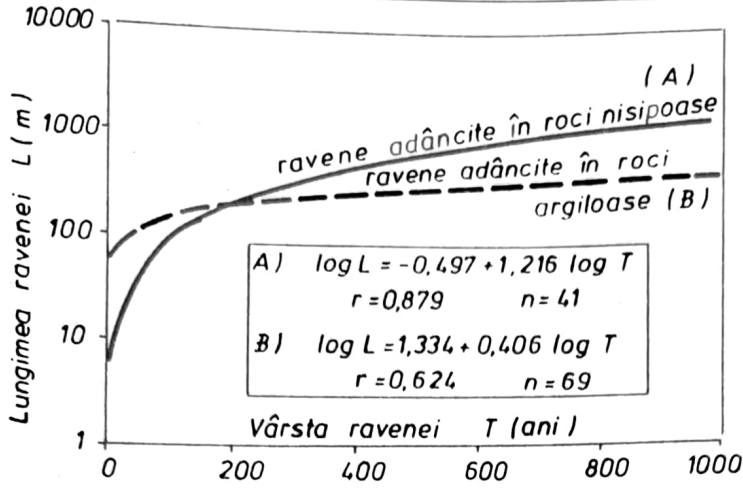


Fig.9

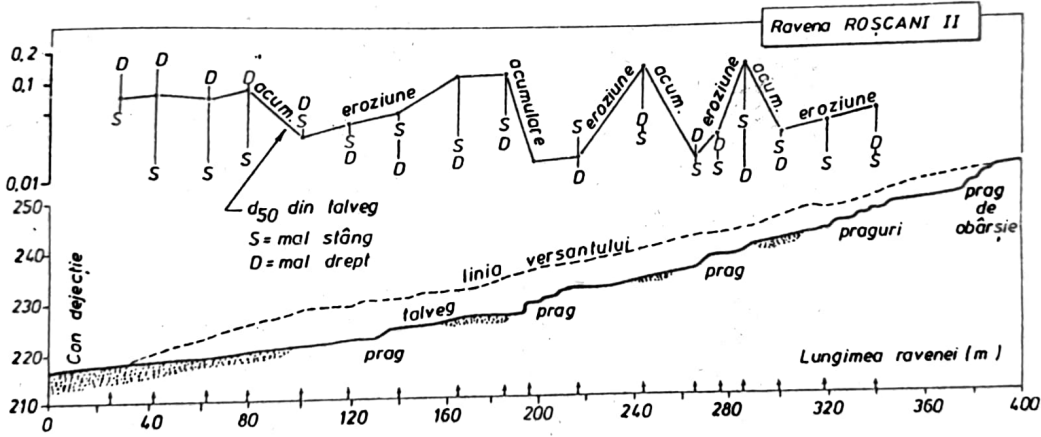


Fig.7

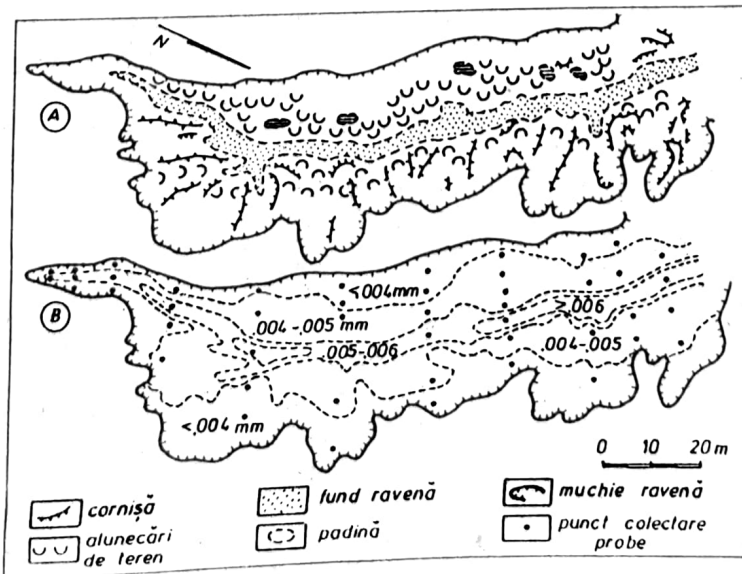


Fig.6

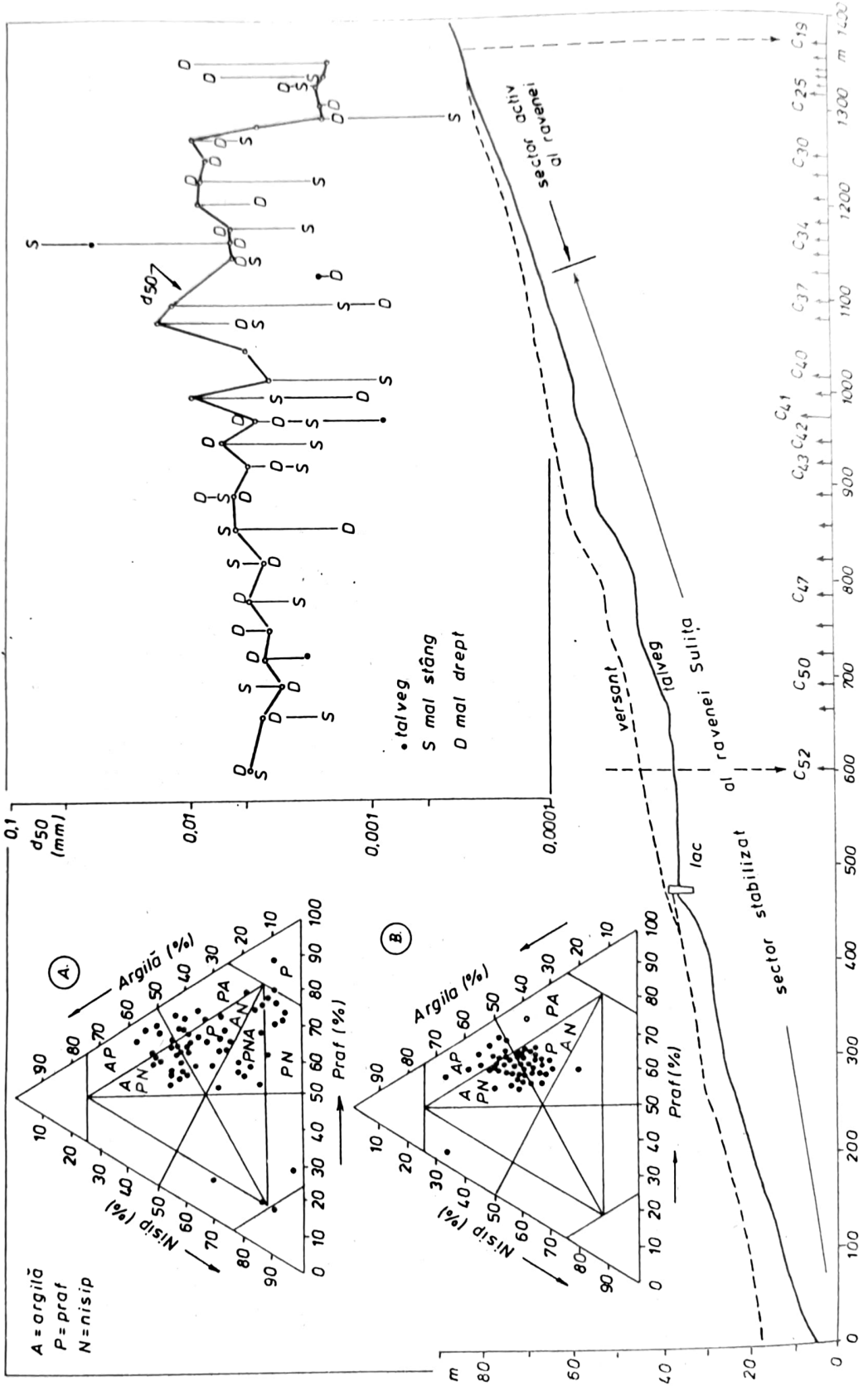


Fig. 6