

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



104

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

**„PROVENIENȚA ȘI EFLUENȚA  
ALUVIUNILOR”**

(8—9 decembrie 1988)

SUB REDACȚIA  
IONIȚA ICHIM

PIATRA NEAMȚ

CONTRIBUTII LA STUDIUL RAVENELOR DIN PODISUL MOLDOVEI

de

Maria RADOANE, Virgil SURDEANU, Nicolae RADOANE, Ioniță ICHIE

1. Introducere.....	335
2. Caracterizarea generală a condițiilor de ravenare din Podișul Moldovei.....	339
3. Răspîndirea și caracterizarea generală a fenomenului de ravenare în bazinul mijlociu al râului Jijia.....	340
4. Proprietăți alometrice ale ravenelor și semnificația lor.....	345
5. Rolul alunecărilor în evoluția ravenelor: cazuri studiu	353
6. Morfologia și dinamica vîrfurilor de ravenă.....	359
7. Elemente de morfometrie în sprijinul evaluării stadiului de evoluție al ravenelor.....	365

SUMMARY

CONTRIBUTIONS ON THE STUDY OF GULLY EROSION FROM MOLDAVIAN TABLELAND. Gully erosion problems in the Moldavian Tableland may result from the conversion of forest to agricultural land during the last two centuries. The gullies of the Jijia - Bahluți are young and undergoing allometric expansion but they have relatively small dimensions. 90% are discontinuous gullies which form on the lower parts of the hillside. A survey of 2,600 gullies in the Moldavian Hills, average frequency 2-4 gullies/km<sup>2</sup>, was supported by detailed morphometric analysis of 8 gully systems discovered, strong positive correlations between gully length and drainage area, the length of the gully and its depth, and the size of the gully excavation and the size of the gully basin. Gully size also correlated with the relief energy of the gully channel from headcut to foot and the distance downslope from the gully headcut. Sidewalls contribute around 62% of the total sediment yield. The reclamation potential is considered to be good to moderate.

## 1. Introducere

Cu toate că abordarea unor aspecte privind dinamica actuală a reliefului Podisului Moldovei datează din prima jumătate a secolului nostru (Simionescu, 1903; Enculescu, 1910; Mișăilescu, 1922; Șugruman, 1936; Tufescu, 1937; Pavel și colab., 1945), preocupări deosebite în domeniu au fost declanșate odată cu lucrările elaborate de Martiniuc (1954 a, b, c) referitoare la pantele deluroase și degradările din bazinul mijlociu și superior al Tutovei, și bazinul mijlociu al Birladului. Au urmat alte numeroase studii de geomorfologie a versanților (Tufescu, 1958; 1963; Martiniuc, Băcăuanu, 1961; Băcăuanu, Palade, Bucur, Barbu, 1961; 1968; Luca și colab., 1964; Hărjoabă, 1965. O nouă etapă au adus-o lucrările de sinteză privind geomorfologia Cîmpiei Moldovei (Băcăuanu, 1968) și a Colinelor Tutovei (Hărjoabă, 1968); Platformei Covurului (1972); Podisului Centru Moldovenesc (1973), cu care ocazie s-au realizat și cartografieri geomorfologice, pentru aproape întregul Podiș al Moldovei. Aceste lucrări acordă o mai mare atenție și problemei ravenelor. Reținem în mod deosebit câteva din constatările făcute de autorii citați:

- În Cîmpia Moldovei, cele mai frecvente forme de eroziune lineare se înfățișează la periferia acestei unități geomorfologice (în zona localităților: Voinesti, Lungani, Deleni Maxut, Buhalnița, Cosula, sud-vest de Dorohoi, și pe versanții cu caracter de coastă și Jijiei, Bahluiului, Bahlucelului, Miletinului, Sitneș, Bascului, Văii Oilor) și au o avansare de 1-3 m/an, dar s-au înregistrat și valori de pînă la 10 m/an. În prezența marelor salinizate formarea ravenelor este accelerată de procese de disoluție, tasări sufozionale, și chiar prăbușiri pe traseele unor drenări subterane, așa cum pot fi constatate la Dumesti-Iagi, pe versantul sudic al Dealului Crucii, Dealului Viei - Pășesti, Ceplenița ș.a (Băcăuanu, 1968);

- Adâncimea cea mai frecventă a ravenelor din Colinele Tutovei este 6 - 8 m, dar unele pot depăși în mod excepțional adâncimea de 15 m, cum este cazul pe versantul stîng al Văii Simila, la Brujești, pe flancul stîng al Dealului Ruginie, pe versantul stîng al Zeletinului la Srețoara ș.a. Viteza de înaintare a ravenelor este de 2,5 - 3 m/an, așa cum e-a observat pe dealul Bradului (Ungureni) și 1 - 1,5 m/an, pe Ripa Chiliilor Brăndești.

Uneori ele au o densitate mare și apare aspectul de "bad-lands" (Hârjoabă, 1968);

- În Platforma Covurului, se atrage atenția asupra rolului antropic, prin arăturile și haturile orientate în lungul pantei care au condus la formarea unor ravene cu adâncimi pînă la 15 - 20 m. Uneori apropierea lor este mare încît apare aspectul de "bad-lands" așa cum sînt pe versanții văilor: Covureni, Suhurlui, Slivna, Sesei, Rogia. Puternica eroziune torențială pe versanți a determinat formarea unor proeminente glacisuri proluviale, în arile de confluență, încît luncile rîurilor sînt "suprainălțate" prin estfel de acumulări (Sficlea, 1972);

Concomitent cu cercetările geomorfologice privind formațiunile de adîncime, în contextul programelor de ameliorații ale terenurilor și control a eroziunii s-au elaborat studii de inginerie (Băloiu, 1960; Blidaru și colab., 1961; Luca și colab., 1964; Grineanu și colab., 1965, s.a), iar prin înființarea Stațiunii de cercetări de la Perieni, s-au pus bazele cercetării experimentale în teren privind dinamica ravenelor.

Primul studiu sistematic asupra evoluției actuale a ravenelor, l-a elaborat Moșoc și colab. (1979) în care, prin aplicarea analizelor fotogrametrice, combinate cu ridicări topografice clasice, realizate pentru un interval de 16 ani (1960-1976) s-au determinat, pe trei bazine experimentale, următorii parametri cu semnificație pentru dinamica ravenelor: volumul de material erozat la precipitații de diferite asigurări (2%; 5%; 10%; 20; 50%) eroziunii în adîncime specifică ( $m^3/ha/an$ ) și ca pondere din rata totală a eroziunii (%), rate retragerii ravenelor; producția de sedimente; relația dinamică față de regimul precipitațiilor. Este important să menționăm că datele obținute de autori se coroborează cu rezultate pentru alte regiuni de pe glob.

În ce ne privește, în cadrul unui amplu program de cercetări promovat și sprijinit de I.S.P.I.F. București, privind geomorfologia formațiunilor de adîncime, în contextul amenajării hidroameliorative complexe a zonei Iași-Nord (~ 100.000 ha), avem în atenție elaborarea unor modele de evaluare a tendinței evoluției ravenelor, a gradului de pretabilitate pentru diferite tipuri de amenajări, a comportării lor în condițiile aplicării irigațiilor de platou și terenuri cu pante.

Toate acestea cu precizarea că studiul nostru are un caracter preliminar, dat fiind numărul redus de cazuri analizate ca și neluarea în considerare, în această etapă (din lipsa unor detalieri pe măsură) a rolului unor factori dinamici.

## 2. Caracterizare generală a condițiilor de ravenare din Podișul Moldovei

Podișul Moldovei are o succintă litologică în care rocile care apar la ei sînt slab consolidate, în cea mai mare parte în consecință cu o mare disponibilitate de a favoriza eroziunea. Înclinarea generală a straturilor (predominant marno-argile în Cîmpia Moldovei, și roci nisipoase în Colinele Tutovei și Platforma Covurului) este de cea 5 - 8%, de la nord-vest spre sud-est. Aceasta face ca, spre deosebire de alte regiuni din țară să se organizeze un drenaj subteran general, cu o orientare spre sud-est; aspect foarte important de avut în vedere la eventuale realizări a irigațiilor de platou și versanți.

Climatic, întregul Podiș aparține unui tip temperat continental, cu temperaturi medii anuale între 7<sup>o</sup>,50 și 10<sup>o</sup>C și precipitații care depășesc 600 mm în câteva puncte mai înalte. Circa 63% din precipitații cad în perioada de vegetație (aprilie - septembrie), din care în sezonul critic de eroziune (aprilie - iulie) 47,1% (Popa, 1977). Partea de nord, respectiv Podișul Central moldovenesc Cîmpia Moldovei și Podișul Sucevei, intră în zona de agresivitate climatică 0,10, iar partea de sud în zona de agresivitate 0,13 (Drăgan, Stănescu, 1970). Cea mai mare erozivitate se localizează în luna iunie (peste 1/3 din media anuală).

Coefficientul hidrotermic (în accepția Zocher, 1987) plasează regiunea noastră în arealul cu valori (între 1,25 - 2,5) favorabile ravenației. Scurgerea medie specifică lichidă ( $l/s/km^2$ ) este dintre cele mai mici din țară 1 - 2  $l/s/km^2$  și chiar sub 0,5  $l/s/km^2$ . Secarea râurilor este un fenomen frecvent. În schimb pe rețeaua secundară pot apărea viituri excepționale, cu un efect cunoscut în modelarea reliefului. Deși turbiditatea râurilor depășește 1000  $gr/m^3$  (cea mai mare din țară) din cauza debitelor lichide reduse se înregistrează cele mai mici scurgeri medii specifice de pluvii ( $t/ha/an$ ) respectiv sub 0,5  $t/ha/an$ . Astfel, deși rata eroziunii terenurilor este foarte mare, de 3.150  $t/ha/an$  (Ionit, Căstă, 1985), influența pe colectoriile principale este foarte mică în comparație cu aceasta.

Unui dintre factorii de accelerare a eroziunii fiind utilizarea terenurilor, analiza evoluției în timp, a gradului de împădurire în Moldova, arată că în ultimele două veacuri aria pădurilor s-a redus de la 75% la 25% și la 15-16% spre anii 1950 (Băcăuanu și colab., 1980). Aceasta a favorizat, în condițiile litologice și ale agresivității climatice menționate, o extindere considerabilă a proceselor de ravenare.

În prezent, dominantă o dau folosințele agricole în care, se menține, încă, exploatarea nerațională a terenurilor de pășunat.

### 3. Răspândirea și caracterizarea generală a fenomenului de ravenare în bazinul mijlociu al râurilor Jijia - Bahlui

În această regiune s-au inventariat peste 2600 formațiuni de adâncime (2639). Numărul acestora pe unitatea de suprafață ( $\text{km}^2$ ), se menține în medie la 2 - 4 ravene, ajungându-se, însă, până la peste 20 ravene (fig.2). Densitatea ravenelor variază, în medie între 0,1 - 1  $\text{km}/\text{km}^2$  dar cu valori maxime care pot depăși 4  $\text{km}/\text{km}^2$  (fig.3).

În raport cu structura geologică, respectiv înclinarea straturilor, observăm că cele mai multe ravene și cea mai mare densitate se înregistrează pe versanții văilor consecvente (fig. 4).

O analiză statistică a unor caracteristici pentru întreaga populație de ravene inventariate, permite câteva constatări mai generale (fig.4).

- formațiunile de adâncime din această regiune se dezvoltă pe o diferență de nivel, în medie, de 73 m, iar distanța medie de la capătul ravenei la cumpăna de ape este de cca 327 m;
- panta medie a versanților pe care se găsesc cele mai multe ravene, este de cca 14,6 m/100, dar constatăm că 90% din aceste ravene aparțin versanților cu înclinări 8 - 24 m/100; peste 75% din ravene se dezvoltă pe versanți cu lungime între 200 m - 1000 m;
- lungimea medie a ravenelor este de cca 200 m peste 70% din ravene au însă lungime mai mică de 300 m.

Pentru evidențierea unor relații între ravene și condițiile de versant s-a considerat o populație de 48 ravene din categoria ravene de versant, cartate și măsurate pe hărți la 1/

Bazinul râului JIJA  
(partea mediană sudică)  
NUMĂRUL DE RAVENE PE Km<sup>2</sup>

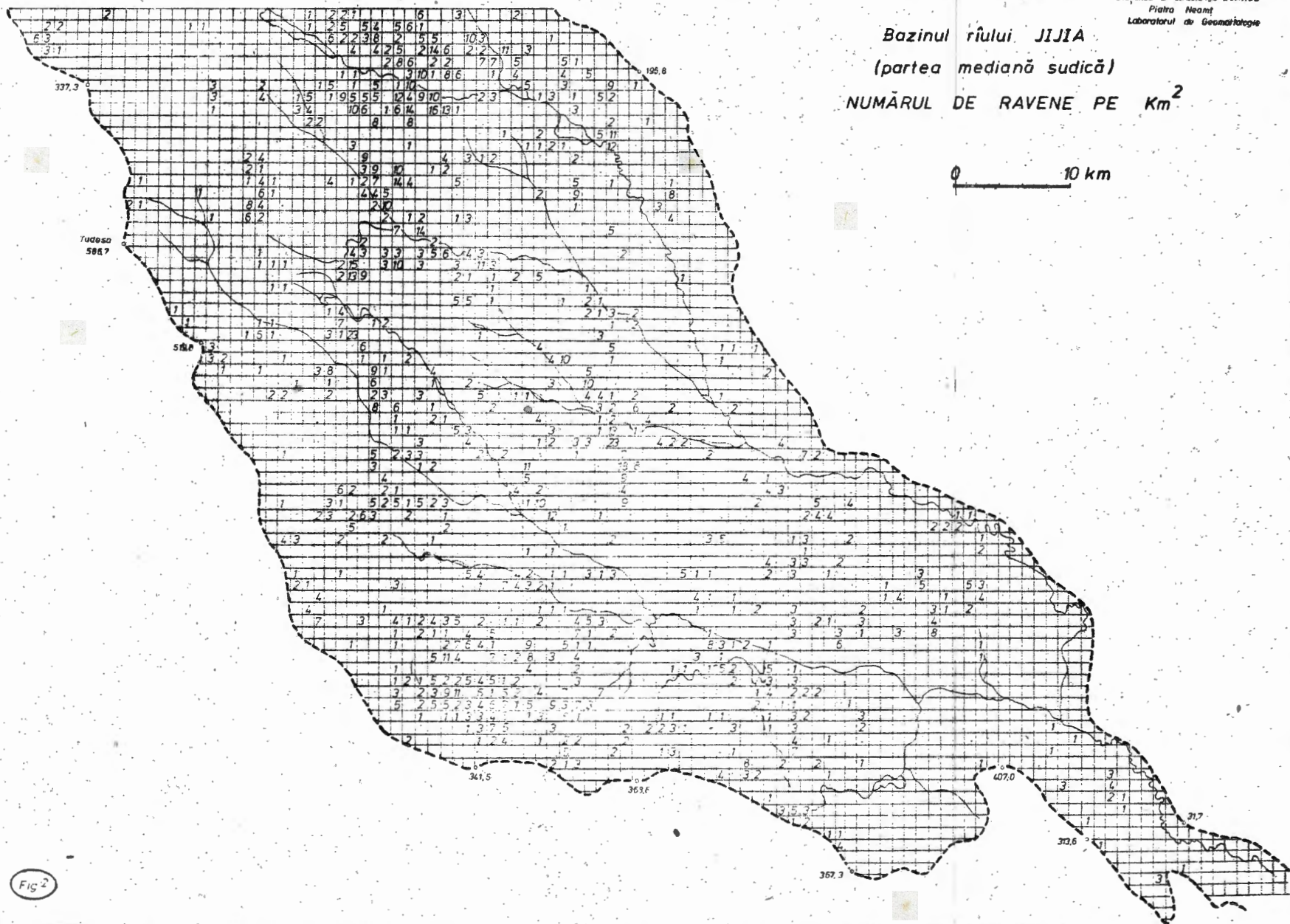








Fig-2

Bazinul râului JIJIA  
(partea mediană sudică)  
DENSITATEA RAVENELOR  
km / km<sup>2</sup>

0 10 km

-  < 0,1
-  0,101 - 0,5
-  0,501 - 1,0
-  1,01 - 2,0
-  2,01 - 3,0
-  > 3,0

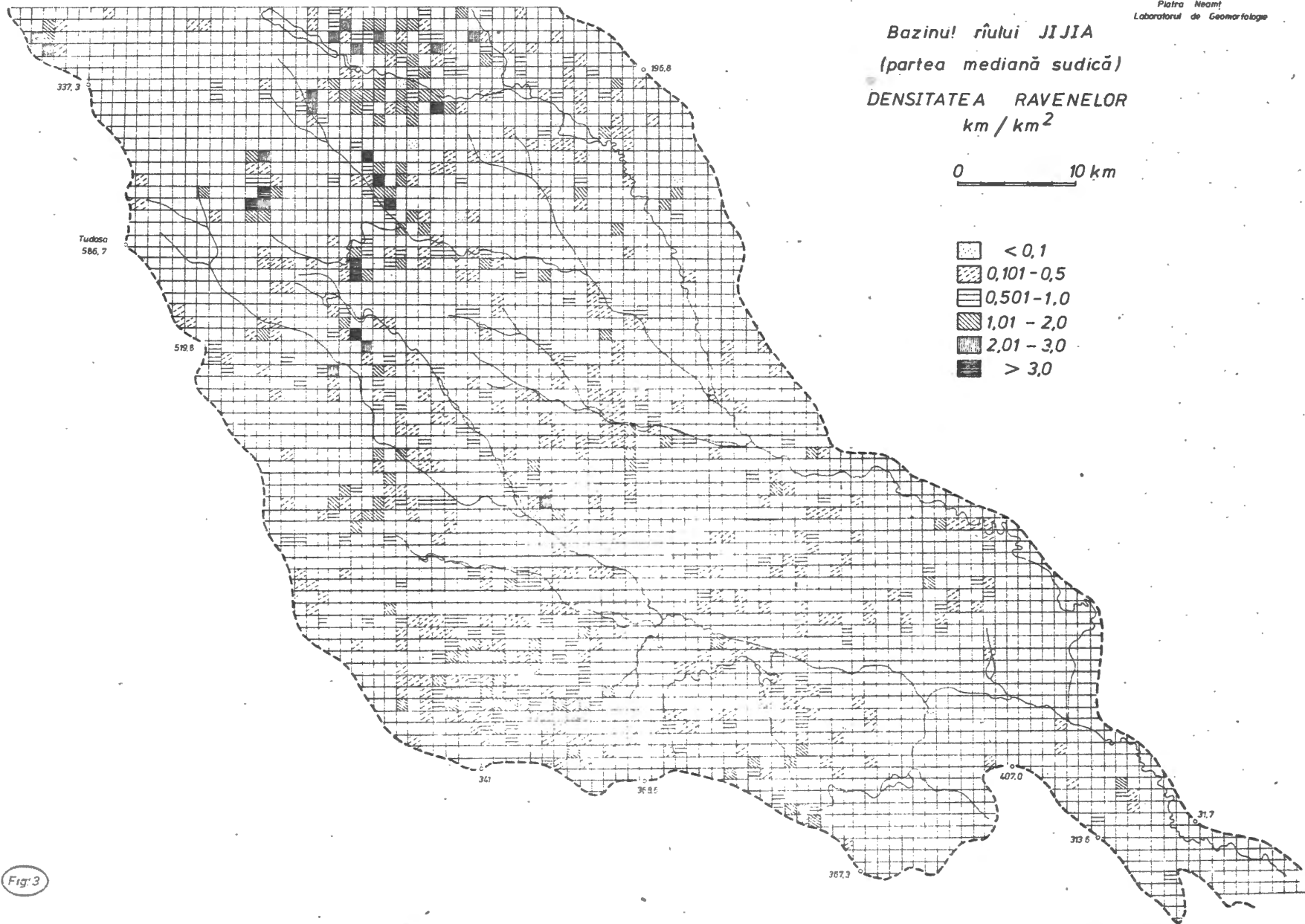


Fig. 3



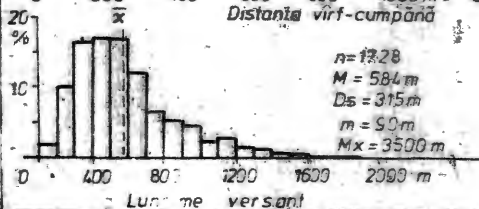
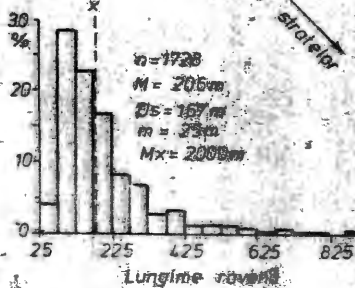
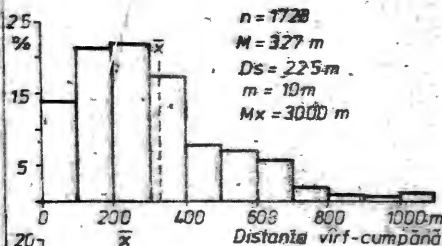
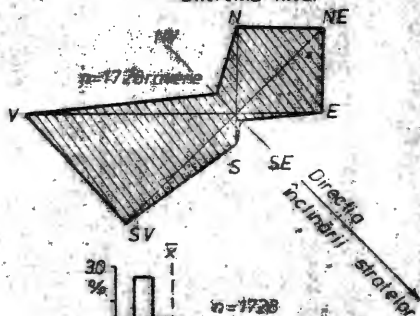
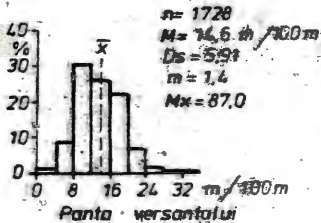
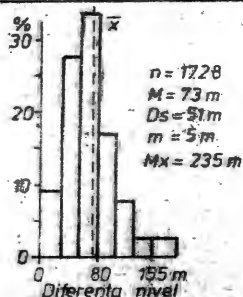
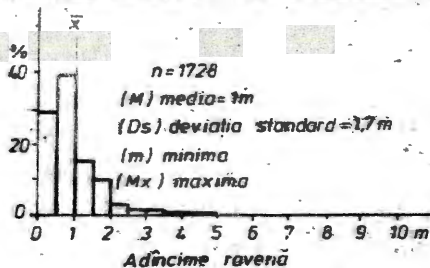


Fig. 4

2000, din perimetrul Hîrlău-Liteni-Hodora, de pe stînga rîului Behlui cu o suprafață a bazinelor între 2 - 109 ha și suprafața desfășurată a ravenelor între 0,84 - 1,6 ha. Energia maximă a versanților pe care s-au adîncit ravenele este în medie 45 m. Pentru caracterizarea lor s-a luat un set de 17 variabile:

- ordinul de mărime (în sistem Strahler);
- suprafața bazinului de drenaj;
- suprafața desfășurată a ravenei;
- energia maximă a versantului;
- energia maximă a ravenei;
- perimetrul bazinului de drenaj;
- perimetrul ravenei;
- numărul ramificațiilor de ordinul I, II, ș.a.
- lungimea ramificațiilor de ordinul I, II, ș.a.
- lungimea ravenei principale;
- panta versanților;
- panta fund ravenă;
- suprafața structurii longitudinale a ravenei;
- altitudinea relativă a vârfului de ravenă;
- distanța vîrf ravenă la cumpăna de ape;
- lungimea profilului de versant.

Legăturile dintre aceste variabile au fost determinate folosind tehnica corelațiilor pentru două situații: date nelogaritmăte și date logaritmăte. S-au testat ambele posibilități pentru a vedea care sînt cele mai adecvate legături între variabile. Tabelul coeficienților de corelație obținut, prezintă în 62 cazuri valori semnificative (mai mari 0,500) și arată următoarea ordonare a intensității legăturilor (pe baza datelor nelogaritmăte):

- între panta ravenelor și panta versanților ( $r = 0,941$ );
- între lungimea totală a ramificațiilor ravenei și numărul de ramificații de ordinul II ( $r = 0,941$ );
- între lungimea ravenei principale și lungimea totală a ramificațiilor ( $r = 0,868$ );
- între distanța de la capătul ravenei pînă la cumpăna de ape și lungimea totală a versantului ( $r = 866$ ).

Prima și cea de a patra constatare ne oferă posibilitatea zonării versanților din regiune ca potențial de ravenație.

#### 4. Proprietăți alometrice ale ravenelor și semnificația lor.

##### 4.1. Obținerea variabilelor morfometrice (date de intrare)

Intregul fond de date a fost utilizat pentru:

- aplicarea principiului de alometrie statică la dezvoltarea ravenelor;

- stabilirea variabilelor cele mai sensitive privind acțiunea unor factori de control.

Datele privind mărimea variabilelor morfometrice au fost obținute de pe planurile topometrice în scară 1/200 - 1/500, pentru un număr de 7 ravene situate în Podișul Central Moldovenesc (a se vedea Ichim și Mihai, același volum). Acestea sînt în număr de 31 (tabel 2) și privesc, în mod special, informația dimensională în limitele muchiilor de ravină. Deocamdată, nu am avut în atenție (la aceeași scară de măsurători) date privind bazinele de alimentare ale ravenelor, morfometriei versanților sau a poziției ravenelor funcție de distanța de la cumpăna de ape.

Geometria ravenelor a fost cuantificată, utilizînd metoda secțiunilor transversale, perpendicular pe talvegul ravinei. Criteriul de secționare l-a constituit evidența pragurilor de talveg, iar în situația cînd distanța dintre praguri era mare în raport cu lățimea ravinei, s-au trasat secțiuni transversale intermediare. Procedura a fost utilizată pentru ca din multitudinea variabilelor ce caracterizează geometria ravenelor să putem determina grupe de variabile care au statut independent, pe de o parte, și cele cu statut dependent, pe de altă parte.

Variabilele considerate de noi pît fi grupate în:

- variabile ce caracterizează dezvoltarea în profil longitudinal a ravinei (energia maximă, suprafața activă desfășurată, panta versanților în care s-a adîncit ravina, panta pe talveg, volumul de material dislocat;

- variabile ce caracterizează secțiunea transversală a ravinei (adîncime medie, adîncimea maximă, perimetrul, lățimea, raportul lățime-adîncime, raza hidraulică, coeficientul de formă a lui Heede (1874)).

Ambele grupe de variabile au fost considerate funcție de punctul de obîrșie al ravinei (sau vîrfurile ravinei). După experiența prezentată de Seginer (1966), zona de obîrșie a ravenelor se modifică foarte rapid și atrage după sine modificarea tuturor parame-

Tabel 2. Variabile folosite în studiu

Nr.crt.	Numele	Simbol	Unități
1.	Distanța de la vîrf ravenei	DVF	m
2.	Energia maximă a ravenei	EM	m
3.	Suprafața activă desfășurată	SD	m <sup>2</sup>
4.	Panta pe versant	IV	m/100
5.	Panta pe talveg	IA	m/100
6.	Panta malului stîng	IS	m/100
7.	Panta malului drept	ID	m/100
8.	Adîncimea maximă	HM	m
9.	Adîncimea medie	HM	m
10.	Suprafața secțiunii transversale	SST	m <sup>2</sup>
11.	Lățimea ravenei	B	m
12.	Perimetrul udat	P	m
13.	Suprafața secțiunii dreapta	SSD	m <sup>2</sup>
14.	Suprafața secțiunii stînga	SSS	m <sup>2</sup>
15.	Suprafața secțiunii mal	SSM	m <sup>2</sup>
16.	Suprafața secțiunii adîncime	SSA	m <sup>2</sup>
17.	Raza hidraulică	RH	m
18.	Raport de formă (Mosley,1981)	RF	-
19.	Coefficient de formă (Heede,1974)	CF	-
20.	Raport lățime-adîncime	F	-
21.	Volum material dislocat	W	m <sup>3</sup>
22.	Volum material dislocat prin procese de versant	WV	m <sup>3</sup>
23.	Volum material evacuat prin procese de adîncire	WA	m <sup>3</sup>
24.	Volum material dislocat din mal stîng	WS	m <sup>3</sup>
25.	Volum material dislocat din mal drept	WD	m <sup>3</sup>
26.	Raport între volum mal/volum adîncire	G	-
27.	Pondere volum material mal	PM	%
28.	Pondere volum material adîncire	PK	%
29.	Pondere volum mal stîng	PS	%
30.	Pondere volum mal drept	PD	%
31.	Înălțimea pragurilor din talveg	HP	m

trilor geometrice din avale. De aceea, distanța de la virful ravenei a fost considerată, aprioric, ca o variabilă independentă pentru geometria ravenei, cu semnificație majoră în creșterea de modele privind diferite tipuri de ravene și rate de dezvoltare ale acestor formațiuni de adâncime.

#### 4.2. Asupra dezvoltării alometrice a ravanelor

Conceptul de creștere alometrică a apărut inițial în biologie, la sfârșitul secolului nouăsprezece, ca o încercare de a cuantifica relațiile între greutatea creierului și greutatea corpului organismelor. A fost, apoi, generalizat de Huxley (1924), iar Gould (1966) a pus bazele exprimării lui matematice. În geomorfologie a fost dezvoltat un model - așa numita creștere alometrică staționară (analiza interrelațiilor la un timp dat) cu aplicabilitate, în mod deosebit, la sistemele fluviale (Woldenberg, 1966; Bull, 1975, 1977; Cox, 1977; Park, 1978).

Conceptul de geometrie hidrolică propus și demonstrat de Leopold și Maddock (1953) a fost prezentat ca fiind cel mai clar și mai ușor de înțeles exemplu de alometrie în geomorfologie (Woldenberg, 1966).

Creșterea alometrică a fost demonstrată, apoi, la nivelul a numeroase variabile morfometrice ale sistemelor fluviale, de la scara unui bazin hidrografic, până la scara unei secțiuni transversale (Park, 1978).

Între albiile de riu și ravene a fost acceptată o anumită analogie, arătată în mod concret de Heede (1974), de aceea putem considera că o încercare de aplicare a principiului creșterii alometrice poate fi încununată de succes. Unele mențiuni în acest sens au făcut, la noi, Bălteanu și Taloescu (1978).

O problemă viu discutată a fost în ce privește cuantificarea alometriei. Gould (1966), Woldenberg (1966) și Bull (1975) au arătat că funcția de putere exprimă cel mai bine creșterea alometrică și, de aceea, mai este cunoscută și sub numele de ecuație de alometrie simplă.

În ce ne privește, am determinat funcțiile de putere, utilizând distanța de la virful ravenei (DVF) ca variabilă independentă, iar un set de 17 variabile morfometrice listate în tabelul 2 au fost considerate dependente. Asupra tuturor s-au aplicat transformările  $\log_{10}$ , atât pentru a crește normalitatea datelor cât și pentru a obține ecuații de tipul funcției de putere:

$$\log y = a + b \log x \quad \text{sau}$$

$$y = a \cdot x^b$$

unde  $x$  = variabila independentă (distanța de la vîrf ravenă DVF)  
 și  $y$  = variabila dependentă, respectiv, una din cele 17 variabile  
 geometrice considerate. Pentru exemplificare, în tabelul 3 sînt pre-  
 zentate ecuațiile alometrice ale ravenei Ceplenița. Alături de co-  
 eficienții funcției (coeficientul  $a$  și exponentul  $b$ ), în tabel sînt  
 cuprinși coeficientul de corelație ( $r$ ), coeficientul de determina-  
 re ( $r^2 \times 100$ ) (indică procentul din variabila dependentă, explicat  
 de varianța celei independente), eroarea standard de estimare (ESE)  
 Coeficienții de corelație sînt semnificativi la nivelul de 0,001  
 pentru toate cele 17 ecuații, servind la demonstrarea aplicabilită-  
 ții modelului alometric în caracterizarea variației morfometriei  
 în profil longitudinal.

Tabel 3. Ecuații alometrice ale variabilelor morfometrice  
 ale ravenei Ceplenița funcție de distanța de la  
 vîrf ravenă (DVF).

$n = 30$

Nr. crt.	Variabila dependentă	a	b	r	$r^2 \times 100$	Ese
1.	Suprafața secțiunii transversale (SS)	$3,08 \cdot 10^{-6}$	3,116	0,947	89,7	0,309
2.	Energia maximă (EM)	0,043	1,127	0,969	93,9	0,084
3.	Suprafața desfășurată a ravenei (SD)	0,076	1,636	0,772	59,6	0,395
4.	Adîncimea maximă (HM)	0,00069	1,608	0,929	86,3	0,189
5.	Lățimea (B)	0,00169	1,810	0,916	83,9	0,233
6.	Raport lățime/adîncime (F)	0,257	0,605	0,841	70,7	0,114
7.	Perimetrul (P)	0,00021	2,251	0,914	83,5	0,294
8.	Panta pe versant (IV)	21,43	-0,261	0,563	31,7	0,113
9.	Panta pe talveg (IA)	20,56	-0,204	0,407	16,6	0,134
10.	Raza hidraulică (RH)	0,223	0,697	0,866	74,9	0,118
11.	Raport de formă (RF)	0,0042	0,856	0,854	72,9	0,153
12.	Adîncime medie (Hm)	0,0018	1,308	0,945	89,4	0,133
13.	Coeficient de formă (CF)	0,384	0,301	0,679	46,1	0,095
14.	Volu material dislocat (W)	0,000037	3,151	0,894	79,9	0,463
15.	Volu aport mal (WM)	$3,5 \cdot 10^{-7}$	3,924	0,855	73,1	0,699
16.	Volu aport adîncire (WA)	0,00084	2,309	0,860	74,0	0,402
17.	Raport mal/adîncire (G)	0,00033	1,683	0,719	51,7	0,478

$$\log y = a + b \log x \quad \text{sau}$$

$$y = a \cdot x^b$$

unde  $x$  = variabila independentă (distanța de la vîrf ravenă DVF) și  $y$  = variabila dependentă, respectiv, una din cele 17 variabile geometrice considerate. Pentru exemplificare, în tabelul 3 sînt prezentate ecuațiile alometrice ale ravenii Ceplenița. Alături de coeficienții funcției (coeficientul  $a$  și exponentul  $b$ ), în tabel sînt cuprinși coeficientul de corelație ( $r$ ), coeficientul de determinare ( $r^2 \times 100$ ) (indică procentul din variabila dependentă, explicat de variația celei independente), eroarea standard de estimare (ESE). Coeficienții de corelație sînt semnificativi la nivelul de 0,001 pentru toate cele 17 ecuații, servind la demonstrarea aplicabilității modelului alometric în caracterizarea variației morfometriei în profil longitudinal.

Tabel 3. Ecuații alometrice ale variabililor morfometrice ale ravenii Ceplenița funcție de distanța de la vîrf ravenă (DVF).

$n = 30$

Nr. crt.	Variabila dependentă	a	b	r	$r^2 \times 100$	Ese
1.	Suprafața secțiunii transversale (SS)	$3,08 \cdot 10^{-6}$	3,116	0,947	89,7	0,309
2.	Energia maximă (EM)	0,043	1,127	0,969	93,9	0,084
3.	Suprafața desăgurată a ravenii (SD)	0,076	1,636	0,772	59,6	0,395
4.	Adîncimea maximă (HM)	0,00069	1,608	0,929	86,3	0,188
5.	Lățimea (B)	0,00169	1,810	0,916	83,9	0,233
6.	Raport lățime/adîncime (F)	0,257	0,605	0,841	70,7	0,114
7.	Perimetrul (P)	0,00021	2,251	0,914	83,5	0,294
8.	Panta pe versant (IV)	21,43	-0,261	0,563	31,7	0,113
9.	Panta pe talveg (IA)	20,56	-0,204	0,407	16,6	0,134
10.	Raza hidraulică (RH)	0,223	0,697	0,866	74,9	0,118
11.	Raport de formă (RF)	0,0042	0,856	0,854	72,9	0,153
12.	Adîncime medie (Hm)	0,0018	1,308	0,945	89,4	0,133
13.	Coeficient de formă (CF)	0,384	0,301	0,679	46,1	0,093
14.	Volu material dislocat (W)	0,000037	3,151	0,894	79,9	0,463
15.	Volu aport mal (WM)	$3,5 \cdot 10^{-7}$	3,924	0,855	73,1	0,699
16.	Volu aport adîncire (WA)	0,00084	2,309	0,860	74,0	0,402
17.	Raport mal/adîncire (G)	0,00033	1,683	0,719	51,7	0,478

Coeficienții de determinare variază între 50 - 90%, mai mici fiind în cazul pantei în lungul ravenelor. Acesta arată existența unei independențe a pantei, față de creșterea lungimii ravenei.

În cazul funcțiilor analizate, coeficienții "a" și "b" se mai numesc și parametri alometrici, întrucât ei indică natura și direcția schimbărilor morfometrice în cadrul unei ravene, în special, valoarea exponentului "b". Observațiile le putem grupa astfel:

- cu excepția variației pantei ravenei funcția de creșterea distanței de la vîrf, toate celelalte funcții au exponentul "b" cu semn pozitiv, ceea ce indică o creștere a tuturor variabilelor geometrice în lungul ravenei;

- un grafic de corelație al coeficientului "a" cu "b" ne ajută să diferențiem variabilitatea schimbărilor în geometria ravenelor. Nu toți parametrii geometrici au aceeași rată a schimbării în lungul ravenei; cu cît valoarea exponentului "b" este mai mare, cu atît mai rapidă este schimbarea în valoarea variabilei morfometrice a ravenei (fig.5). Se poate constata o tendință comună a ravenelor Ceplenița și Giurgeni de a-și mări dimensiunile într-un ritm mult mai alert, separat de ravenele Gurguiata, Secărești, Coșda Giștii, care se înscriu în comun pe altă tendință, cu un ritm mai lent de schimbare. De asemenea, în cadrul acestor grupe se observă că variabila reprezentînd volumul de depozite dislocat din ravenă (W) are cel mai mare ritm de creștere (b=2).

La finalul acestor considerații, găsim necesar să exemplificăm și unele grafice ale funcțiilor alometrice determinate, și anume:

- dezvoltarea ravenelor în secțiune transversală (SS) și ca suprafață desfășurată (SD) funcție de creșterea distanței de la vîrfurile ravenelor (DVF) (fig.6).

Constatăm că variabila independentă explică în proporție de 90% varianța parametrilor exemplificați pentru fiecare ravenă separat. Încercarea de a pune în corelație întreaga populație de ravene (amonte de 133 de secțiuni transversale) a rezultat, așa cum era de așteptat, într-o reducere sensibilă a coeficienților de corelație, ca efect direct al faptului că nu toate ravenele au aceeași rată de creștere alometrică.

#### 4.5. Sisteme de corelație în cadrul variabilelor morfometrice

O etapă importantă în analiza morfometriei ravenelor a fost calcularea coeficienților de corelație pentru toate perechile de variabile, reprezentarea lor într-o formă tabelară și supunerea





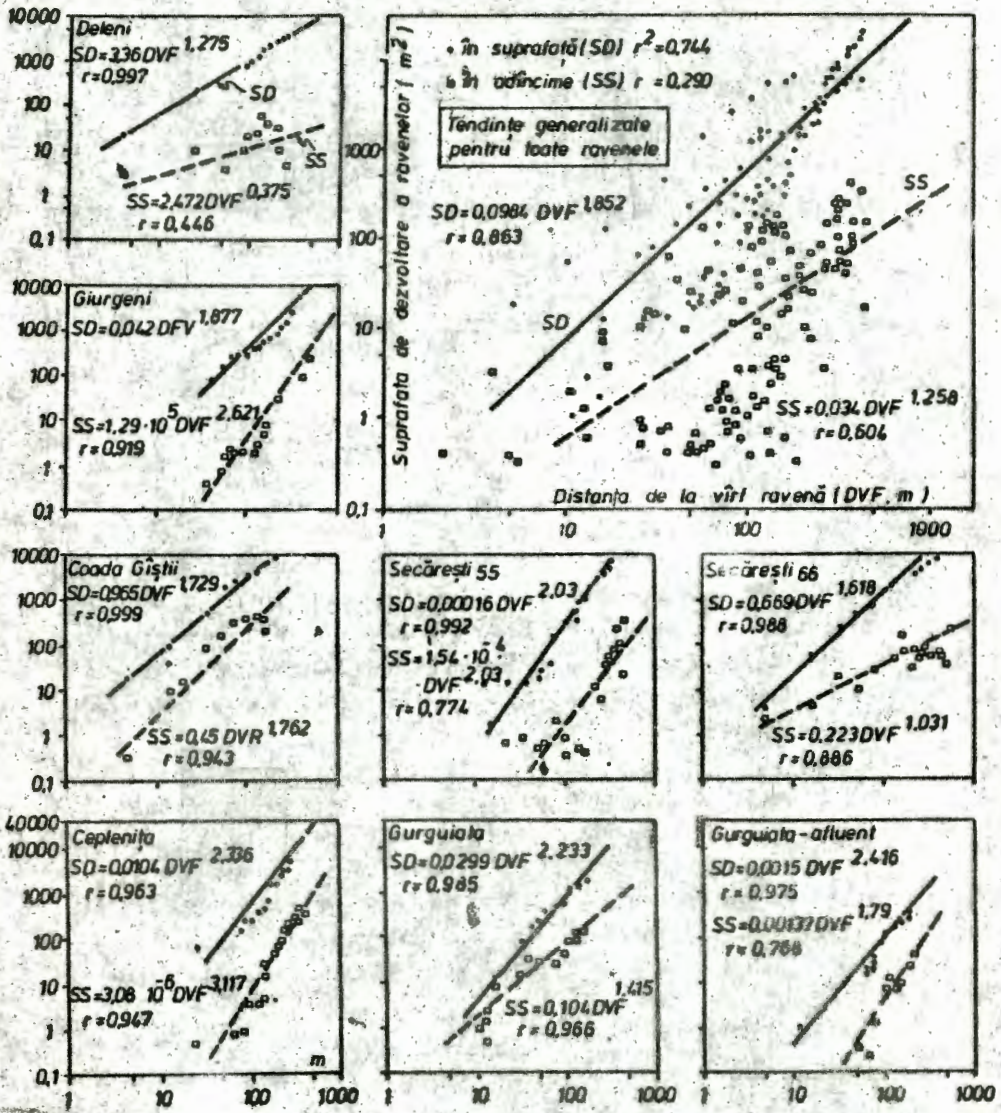


Fig. 6. Dezvoltarea râvenelor în secțiune transversală (SS) și a suprafață desfășurată (SD) funcție de creșterea distanței de la virful râvenei (DVF).

cienților peste 0,901. Graficele de frecvență (fig.7) arată cea mai mare frecvență a coeficienților de corelație de înaltă semnificație pentru ravenele Secărești, Ceplenița, Giurgeni, Gurguiata-ramificație și foarte înaltă semnificație pentru ravenele Coada Giștii și Gurguiata. Singură, ravena Deleni prezintă o frecvență redusă a coeficienților înalți, deoarece este în stadiu incipient de formare și este puternic perturbată de procese de mișcare în masă.

Al treilea nivel al cercetării matricelor de corelație este în legătură cu aplicarea algoritmului McQuitty de analiză a structurii cauzale a matricelor. Metoda a fost descrisă în Ichim și colab., (1987). În cazul de față a fost aplicată pentru matricile de corelație a fiecărei ravene în parte, cât și pentru întreaga populație de ravene. Rezultatele obținute au fost redată în scheme de clasificare cauzală a variabilelor morfologice, din care exemplificăm două situații (fig.8, 9).

Parametrii care variază cel mai sensibil la influența factorilor de control externi și, la rândul lor, transmit această influență la un număr mare de variabile morfometrice din cadrul unei ravene poartă denumirea de noduri principale. Direcția și valoarea schimbării pe care o exercită variabile din nodul principal este redată prin săgeată, prin semnul și valoarea coeficientului de corelație. Uneori, influența poate fi reciprocă și atunci săgeata are dublu sens.

Fiecare variabilă - nod principal conduce după sine o sumă de variabile pe care le determină și toate se grupează într-o clasă. Prima clasă, aproape de fiecare dată, a grupat majoritatea variabilelor și s-a realizat cel mai frecvent, în jurul suprafeței secțiunii transversale (SS), perimetrului (P) sau adfincinei maxime (HM).

Următoarele clase, dispuse în ordinea micșorării coeficienților de corelație, au grupat, în general, un număr mai mic de variabile, iar ca noduri principale s-au detașat: energia maximă (EM), distanța de la vîrf ravenă (DVF), suprafața desfășurată a ravanei (SD).

În concluzie, analiza structurii cauzale a matricelor de corelație a condus la detașarea unui grup restrîns de variabile morfometrice (SS, P, EM, DVF, SD, HM) care au cea mai înaltă semnificație în controlul morfometriei ravanei și care, din această cauză, pot fi vizate în eventualitatea creării unor modele de e-

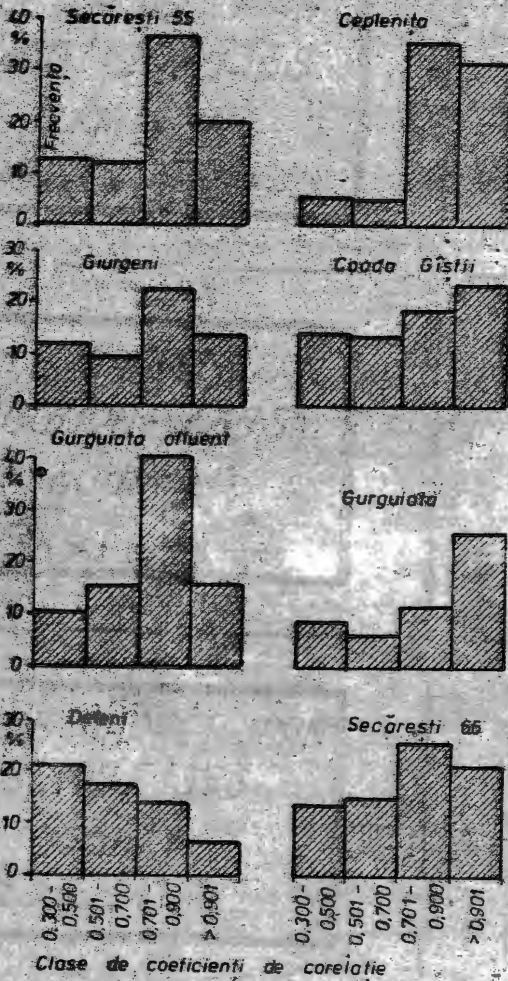


Fig. 7. Frecvența claselor de coeficienți de corelație privind perechile de variabile morfometrice ale râvelor.

voluție de tipul regresiiilor multiple.

5. Rolul alunecărilor în evoluția râvelor: cazuri studiate

În anumite condiții, apariția dar mai ales dezvoltarea formațiunilor de adâncime este legată de procesele de mișcare în

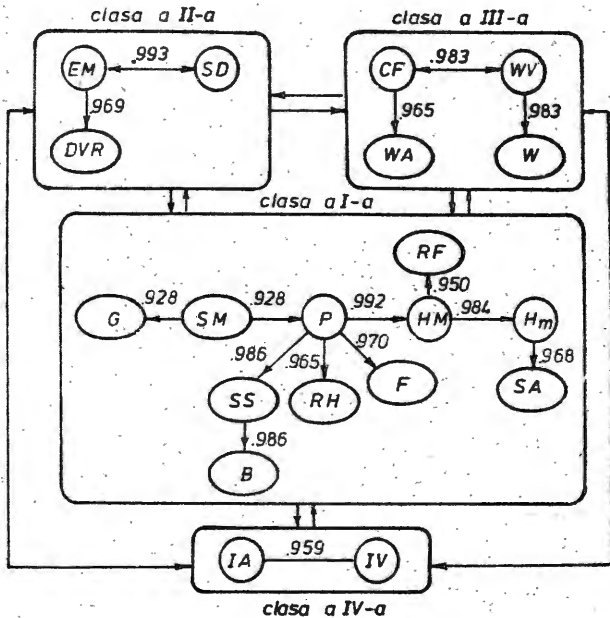


Fig.8. Clasificarea tipologică a variabilelor morfometrice pentru ravena Ceplenița (n = 22 secțiuni transversale)

masă, cel mai adesea în stadiul de maturitate sau stingere a ravenelor. Uneori, ravenarea se constituie în condiția favorizantă a apariției alunecărilor de teren, curgerilor noroioase, altor procese (Hârjoabă, 1968; Heede, 1971; Bălțeanu, 1974; Zaruba, Mencl, 1974; Moțoc și colab., 1975; Piest și colab., 1975; Margenstein, 1978; Roloff și colab., 1981; Keefer, Johnson, 1983, ș.a.). De cele mai multe ori cele două categorii de procese: eroziunea în adâncime și mișcările în masă sînt într-o strînsă corelație (Tanaka, 1982; Keefer, Johnson, 1983; Jones, 1985; Surdeanu, 1987). De exemplu, în multe cazuri sufoziunile, curgerile de noroi sau alunecările de teren pot fi la originea ravenației (Bălțeanu, 1974; Morgenstein, 1978, Keefer, Johnson, 1983; Surdeanu, 1987). Se cunoaște astfel, că depozitele slab consolidate sau neconsolidate au un conținut mai mare de 20% nisipuri, sînt favorabile proceselor de sufoziune (Heede, 1971; Mamulea, 1974, Jones, 1974)

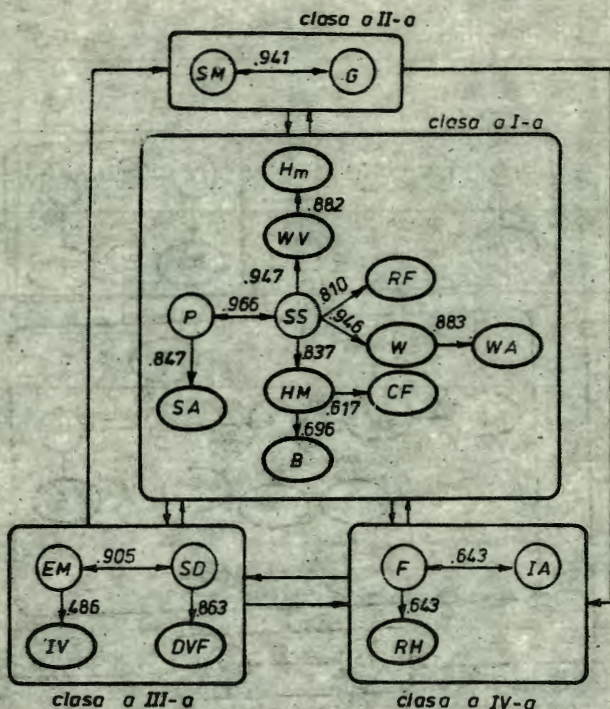


Fig.9. Clasificarea tipologică a variabilelor morfologice pentru toate ravenele studiate ( n = 133 secțiuni transversale).

și premerg în anumite situații, apariției ravenelor discontinui sau declanșării alunecărilor și curgerilor denoroi, iar "hornurile" de eroziune pot fi la originea unor discontinuități ale fundului ravenelor (Johnson, 1983). Fenomenele se asociază, în faze premergătoare declanșării proceselor de mișcare în masă, cu așa numitele "lichefierii" de nisipuri. Se consideră, că în acest context morfologia versanților are un rol foarte important.

În cazul regiunii la care ne referim, cel puțin pentru ravenele din perimetrul Hirlău - Deleni - Ceplenița, alunecările de teren au o prezență evidentă în morfologia ravenelor. Fenomenul poate fi explicat, în primul rând prin dominanța netă a rocilor argiloase, așa cum arată analizele granulometrice pentru depozitele în care s-au format ravenele: Gurguiata ( n = 26);

P = 48%; A = 26%); Coadă Giştii (N = 19%; P = 54%; A = 27%); Ungureanu (A = 16%; P = 42%; A = 42%). Sînt argile bogate în coloizi (39% argile de 0,002 mm), cu un mare conţinut de săruri în care domină  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  şi  $\text{CaSO}_4$ . Uneori, alunecările au o asemenea amploare încît "îneacă" ravenele, îşi "pierd" identitatea, fenomen observat şi în alte regiuni din ţara noastră (Băltoanu, 1974; Neţuţ, 1985), încît este foarte dificil de a stabili prioritatea unuia dintre cele două procese: ravenarea sau alunecările. Cert este că în procesele de mal ale ravenelor mişcările în masă deţin rol preponderent (Piest şi colab., 1975). Rămîn însă în discuţie o serie de probleme referitoare la mecanismele de interrelaţie între procesele de mal şi evacuarea depozitelor din ravene, inclusiv ca pondere la producţia de aluviuni. Metodologia lui Vannes (1982) evidenţiază aportul malurilor, în general, dar nu diferenţierea tipurilor de procese de mal.

În atenţie aducem cazul a 4 ravene cercetate de noi: Secăreşti Cepleniţa, Deleni şi Ungureanu, caracteristice prin ponderea pe care o au alunecările în modelarea malurilor, în furnizarea de depozite (fig. 10, 11, 12, 13). Pentru ravena Secăreşti se observă dezvoltarea în partea mijlocie şi inferioară, o extindere a arealelor cu alunecări, care în cîteva locuri obturează fundul ravenei, este un caz tipic de asimetrie morfodinamică a malurilor ravenei (fig. 10). Ravena Cepleniţa ilustrează clar rolul fenomenelor de sufoziune, în retragerea capetelor de ravene. Aici procesele sînt favorizate şi de prezenţa unor marne sarmatice cu un mare grad de salinizare. De asemenea, se poate observa lărgirea ravenei şi tendinţa de diminuare a pantelor malurilor, în cursul inferior, prin extinderea proceselor de alunecare (fig. 11). Cît priveşte ravena Deleni (fig. 12), am ţinut să o exemplificăm pentru observaţia asupra unui caz de "retragere" a ravenei prin alunecări, în treimea superioară a ravenei, în "detrimentul" unei morfologii create de eroziunea în adîncime.

Propunem o detaliere a discuţiilor privind rolul alunecărilor, în cazul ravenei Ungureanu (fig. 13, tabel nr. 4) care are o situaţie aparte şi prin faptul că în morfologia ei se detaşează net două sectoare: unul de la obîrşie pînă la profilul 8, în care sînt evidente toate trăsăturile morfologice de ravenă şi al doilea sector, aval de profilul 14, în care toată morfologia exprimă, mai curînd un corp de alunecare, şenalul de drenare fiind discontinuu din cauza permanenţei deplasări a masei deluviale. Pentru a evalua

Nr. profilulu'	Distanța din- tre două pro- file consecutive	Distanța cumulată (m)	Lățimea secțiunii (m)	Energie mal drept (m)	Energie mal stîng (m)	Panta mal drept (%)	Panta mal stîng (%)	Suprafața secțiur material alunecat evacuat (m <sup>2</sup> )			Suprafața secțiune material alunecat stocat în ravenă (m <sup>2</sup> )			Suprafața secțiune epu- ziune în adin- time (m <sup>2</sup> )	Volum de ma- terial evacuat (m <sup>3</sup> )	Volum de ma- terial evacua- t val. cumulat	Volum de ma- terial stocat (m <sup>3</sup> )	Volum de ma- terial stocat val. cumulat
								mal drept	mal stîng	total	mal drept	mal stîng	totală					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	7,0	7,0	7,0	0,1	0,2	7,1	11,8	0,08	0,26	0,34	-	-	-	0,34	0,79	0,79	-	-
2	16,0	23,0	7,0	0,7	1,0	21,8	31,3	1,80	2,00	3,80	-	-	-	3,80	28,16	28,95	-	-
3	8,8	31,8	7,0	1,7	1,6	59,0	50,0	1,20	1,30	2,50	-	-	-	4,00	44,80	73,75	-	-
4	28,0	59,8	12,8	2,0	1,8	30,9	45,0	6,40	4,40	10,80	-	-	-	5,30	306,40	380,15	-	-
5	6,4	66,2	14,8	2,6	2,4	28,4	50,0	7,00	7,00	4,40	-	-	-	8,40	112,90	493,05	-	-
6	7,4	73,6	15,8	3,5	3,2	34,8	67,5	17,00	6,00	23,00	3,0	-	3,0	7,50	184,70	677,75	7,4	7,4
7	8,0	81,6	18,8	3,25	3,0	40,2	34,9	14,00	14,30	28,30	1,5	2,5	4,0	7,00	243,20	920,95	27,9	35,3
8	5,2	86,8	15,8	3,30	3,0	55,0	32,1	10,00	11,00	21,00	2,0	3,6	5,6	5,50	147,60	1068,55	24,8	60,1
9	9,6	96,4	20,6	3,80	3,7	39,0	30,4	15,40	21,00	36,40	5,0	6,8	11,8	6,90	331,70	1400,25	81,7	141,8
10	2,6	99,0	19,2	4,20	3,7	42,7	31,9	15,00	19,40	34,40	3,8	7,8	11,6	7,40	110,60	1510,85	30,6	172,4
11	7,6	106,6	17,2	3,00	3,7	45,5	42,9	11,00	13,00	24,00	1,2	4,2	5,4	17,00	314,60	1825,45	67,4	239,8
12	7,0	113,6	23,6	3,50	3,0	31,2	23,4	20,40	20,00	40,40	5,4	3,3	8,7	10,60	321,40	2146,85	52,6	292,4
13	7,8	121,4	23,2	3,50	3,5	26,1	29,2	21,30	28,00	49,30	3,2	4,3	7,5	7,20	417,10	2563,95	63,1	355,5
14	8,6	130,0	21,6	4,50	3,9	35,9	21,1	19,00	18,00	37,00	9,2	4,0	13,2	4,70	418,60	2982,55	87,9	443,4
15	8,6	138,6	22,8	3,50	1,9	53,0	21,6	18,50	4,00	22,50	4,0	5,0	9,0	6,20	301,00	3283,55	94,9	538,3
16	7,0	145,6	24,0	3,10	3,1	23,1	36,0	20,90	15,70	36,60	10,4	5,0	15,4	6,70	250,60	3534,15	84,4	622,7
17	6,4	152,0	26,0	2,90	3,9	12,3	32,3	17,40	14,00	31,40	21,8	10,5	32,3	4,20	252,40	3786,55	149,3	772,0
18	9,4	161,4	30,4	2,20	2,3	9,3	25,6	23,80	10,00	33,80	10,6	3,0	13,6	10,80	376,20	4162,75	209,5	981,5
19	13,4	174,8	29,0	3,30	3,45	15,3	28,6	27,40	15,50	42,90	20,0	4,5	24,5	2,70	604,30	4767,05	251,7	1233,2
20	4,4	179,2	28,8	2,60	2,3	14,3	39,6	21,40	9,00	30,40	10,0	3,0	13,0	14,40	198,90	4965,95	81,2	1314,4
21	7,2	186,4	31,0	3,10	2,9	14,1	23,3	24,70	12,20	36,90	23,0	6,0	29,0	3,10	305,10	5271,05	147,2	1461,6
22	10,4	196,8	28,6	3,10	2,9	14,1	32,5	28,60	8,50	37,10	11,7	9,0	20,7	8,80	446,30	5717,35	257,2	1718,8
23	4,6	201,4	33,0	3,40	2,8	15,6	20,8	27,00	14,80	41,80	16,0	14,0	30,0	3,60	210,00	5927,35	116,0	1834,8
24	10,0	211,4	32,8	5,30	5,1	21,5	35,1	29,00	17,00	46,00	23,0	13,0	36,0	10,30	507,50	6434,85	329,5	2164,3
25	12,2	223,6	33,0	4,10	4,2	25,9	34,6	21,50	25,00	46,50	22,0	11,4	33,4	8,20	566,10	7000,95	353,9	2518,2
26	6,0	229,6	28,6	3,00	4,1	22,0	46,1	17,00	15,90	32,90	24,0	7,0	31,0	7,00	282,60	7283,55	193,2	2711,4
27	12,0	241,6	22,0	3,60	3,5	28,6	34,3	19,00	15,00	34,00	4,0	6,5	10,5	13,30	522,60	7806,15	238,2	2948,6



# SECĂREȘTI 66

0 28 m

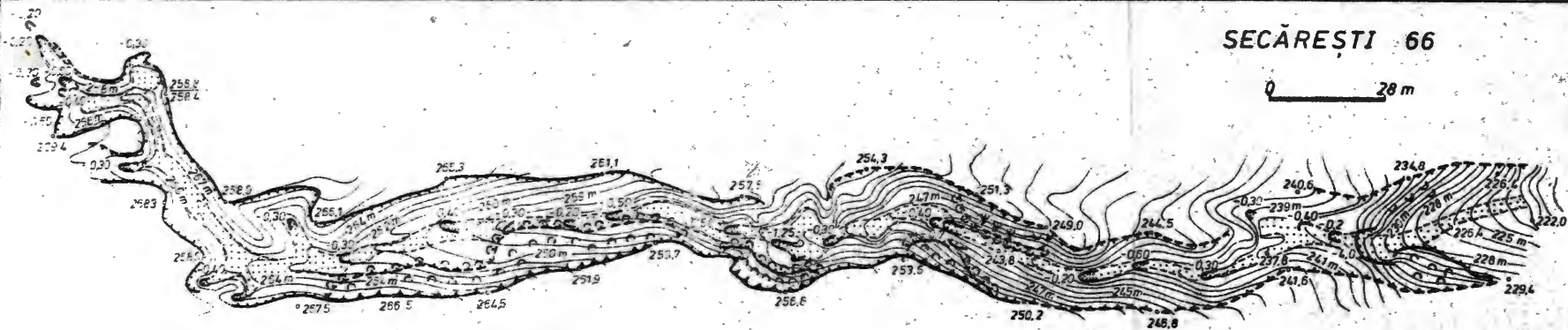


fig. 10

# CEPLENITA

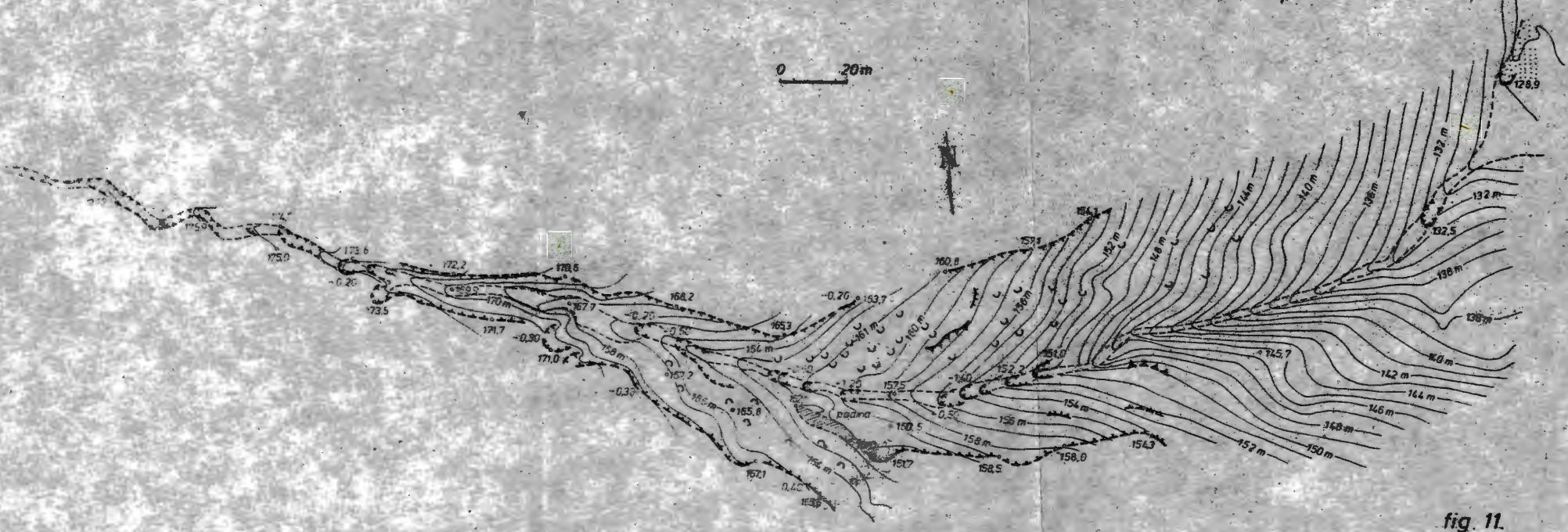
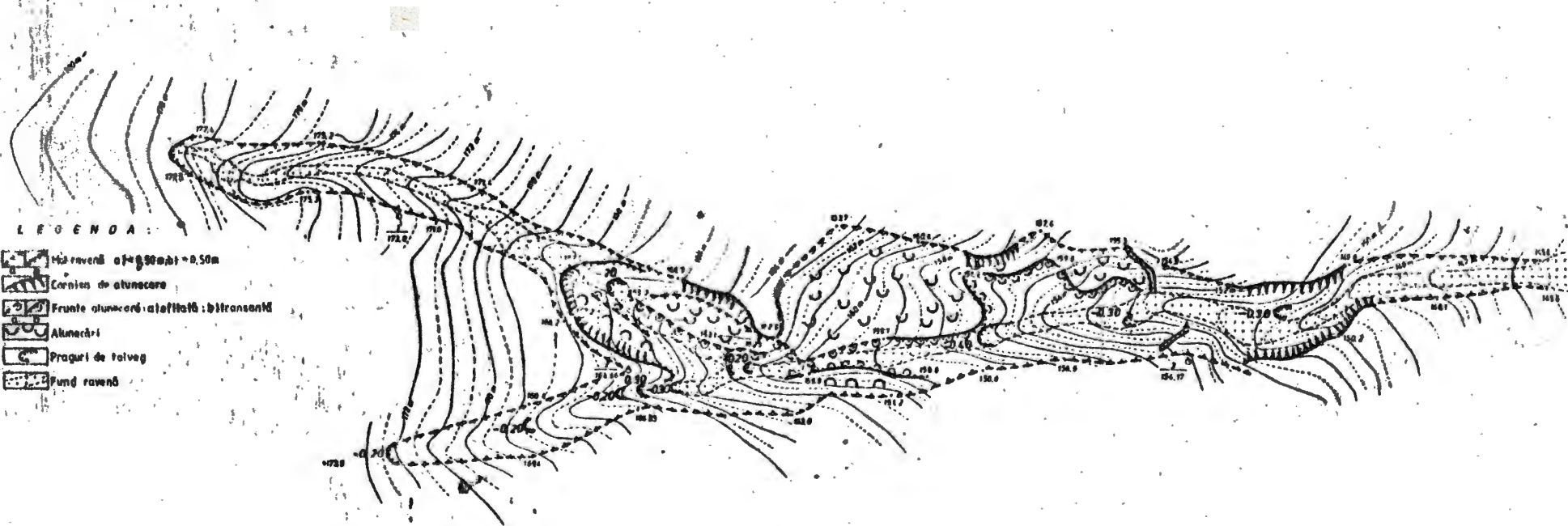


fig. 11.







Stațiunea de cercetări „STEJARUL”

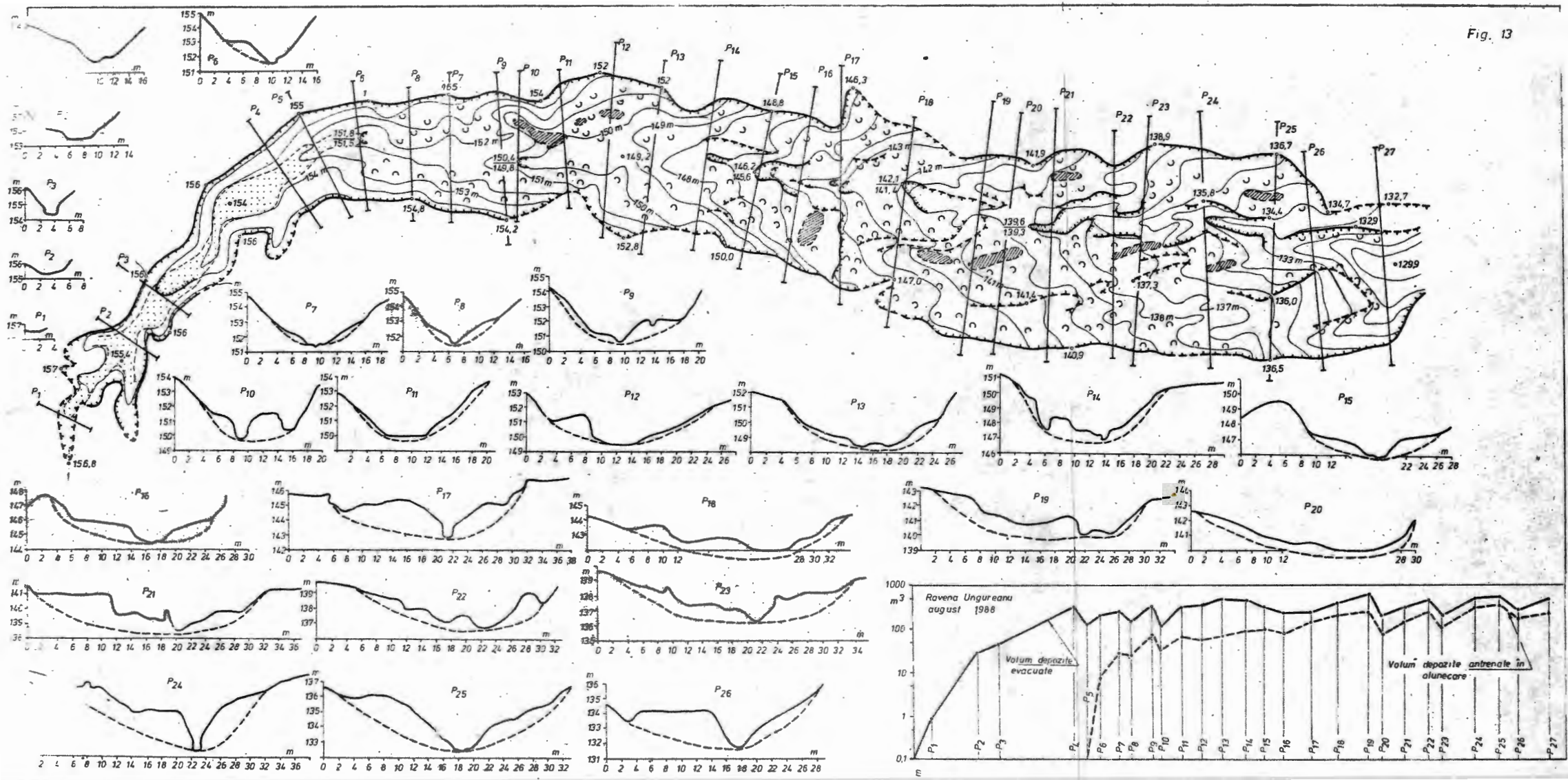
Plata Neamț

Laboratorul de GEOMORFOLOGIE



LEGENDA:

-  Mărunți a  $0.50 \text{ m} < b < 0.50 \text{ m}$
-  Cornișe de aluviere
-  Frunte aluvierice aliniate și transversale
-  Aluvieri
-  Praguri de talveg
-  Pund ravenă



o asemenea situație geomorfologică, în afara ridicării topografice și cartarea proceselor s-au făcut relevee transversale echipate pentru repetarea unor măsurători și evaluarea volumului masei deluviale aflate în procesul de alunecare.

Ravens, începe pe o suprafață de platou cu înclinarea sub  $1^{\circ}$ . Are o lungime de 263 m, lățime medie de 20 m și adâncime medie 2,85 m. Din întreaga ravenă sectorul cu alunecări active, care formează a "vale de alunecare" reprezintă cca 65%. Se apreciază că volumul de material evacuat din ravenă este de cca 7300 m<sup>3</sup> iar cel stocat în ravenă cca 3000 m<sup>3</sup>.

Trecerea la regiă de ravenă, în sens strict, la "vale de alunecare", corespunde, în linii mari, trecerii de la platou la versant. Din punct de vedere al mecanicii rocilor, aceasta corespunde însă cu o cedare a malurilor prin concursul mai multor factori, ce țin în primul rînd, cei care formează subsistemul rezistenței terenului (rezistența la forfecare, modulul de deformare, coeficientul de deformare transversală, coeficientul de împingere în stare de repaus), în al doilea rînd, cei cu caracter de perturbare a acestui subsistem, între care, pentru situații asemănătoare se menționează îndeosebi efectul îngheț-dezghetului și al perioadelor cu precipitații abundente. Aceasta conduce la stări critice ale stabilității malurilor care se "rezolvă" prin declanșarea alunecărilor.

Alunecările de teren apar la o distanță de cca 74 m, de vârful ravenei, ceea ce înseamnă la aproximativ 1/3 din lungimea totală a ravenei. În acest tronson energia malurilor este de peste 3 m iar înclinarea este cea mai mare din întreaga arie a ravenei (pînă la aproape 70 m/100). Cu apariția alunecărilor, în malurile ravenei, începe lărgirea ravenei. Sînt alunecări rotaționale. Potrivit unor autori, în astfel de cazuri extinderea alunecărilor poate conduce la realizarea unei stări de echilibru. În situația la care facem referința, evoluția malurilor prin alunecări a determinat reducerea, pînă la aproape 1/2 a înclinării malurilor. Pantele mai mici din anumite sectoare de mal corespund arealelor în care alunecările au preluat în cel mai mult material (malul stîng între profilul 9 și 12; malul drept între profilul 9 - 14). Schimbarea arealului de cedare a malurilor prin alunecări este în relație cu schimbarea pantei malurilor și acțiunea de eroziune din baza lor, des schimbarea spre un mal sau celălalt a "firului" curgerii.

## 6. Morfologia și dinamica virfurilor de ravenă

Una din caracteristicile de bază prin care se definesc ravenele discontinue o constituie virful de ravenă ("head-cut"), respectiv abruptul prin care începe ravena. Iar ca dovadă a importanței care i se acordă în evaluarea dinamicii, a tipului de evoluție și al condițiilor de formare și dezvoltare al ravenelor este însăși faptul că aproape fără excepție toate modelele de predicție au în vedere acest element morfologic: virful de ravenă. În context, ne propunem și noi să aducem în discuție câteva aspecte. Cu atât mai mult că pentru analiza geomorfologică a retragerii versanților, cunoașterea fenomenului de ravenare este foarte important sau, deoptrivă de important ca și pentru practica controlului eroziunii și a producției de aluviuni. Aceste aspecte privesc: inițierea ravenelor, rata retragerii ravenelor și tipurile morfologice de virf de ravenă.

În legătură cu inițierea ravenării, în cazul ravenelor discontinue, nu există o explicație deplină, deși se consideră că, în general, formarea acestui tip de ravenă este mai ușor de înțeles (Heede, 1980). În termeni generali, se știe că cu cât crește intensitatea curgerii cu atât probabilitatea de inițiere a eroziunii este mai mare. Se acceptă în schimb o serie de factori care au rol indiscutabil și anume:

- rezistența, local mai mică, la eroziune a rocilor ce constituie versanții;
- panta versanților, în anumite condiții, ca prag critic de inițiere a eroziunii;
- sufoziunea datorită levigării unor săruri și flocării unor minerale care asigură o anumită coeziune depozitelor;
- precipitații (ploii) zilnice mai mari de 13 mm.

Inițierea ravenării, ca proces în sine, se poate denumi ca o continuare a aseruitelor "ravene efemere", sau interrelațiile dintre sufoziune și eroziunea prin curgere concentrată. Concentrarea curgerii în unele cazuri este controlată de mici convexități uneori miniaturale. În aceste puncte, în condiții litologice favorabile pot apare (ca efect al feedbackului pozitiv curgere eroziune) micile abrupturi. Odată formate un "abrupt" capăt de ravenă, se deplasează spre amonte. Extinderea ravenelor discontinue nu se face întotdeauna prin aceste mici abrupturi de eroziune ci și prin asociere cu procese de sufoziune. Distingem astfel, din punct de vedere morfogenetic, două

tipuri de vîrfuri de ravenă:

- de eroziune normală
- erozivo-sufozionale

Diferența dintre ele este ușor de sesizat intrucît vîrfurile de ravenă erozivo-sufozionale, sînt "continuate" spre partea superioară a versantului, cu o succesiune de excavații, neintegrate încă ravenei (fig.14). Sînt specifice, în cazul nostru, pentru depozitele argiloase cu un bogat conținut în sodiu.

Ca formă, avînd în vedere proiecția în plan a vîrfurilor de ravenă, există o mai mare diversitate. Două tipuri au însă o frecvență mai mare:

- vîrfuri de ravenă simple, de forma unei lance, se asociază de regulă cu tipul morfogenetic erozivo-sufozional, și
- vîrfuri de ravenă ramificate, se asociază frecvent cu tipul morfogenetic de eroziune normală (fig.15).

Această diferențiere este importantă și pentru aprecierea tendințelor în retragerea ravenelor și al morfologiei generale a unei ravene. Spre exemplu, primul tip înregistrează o rată mai mare a retragerii, dar o dezvoltare mai "înceată" a secțiunii transversale a ravenelor; cu alte cuvinte o lărgire într-un ritm mai redus al ravenelor. Dimpotrivă, retragerea vîrfurilor de ravenă, ramificate determină o evoluție mai accelerată a ravenelor. Un exemplu pe care-l prezentăm este al ravenei Gurguiata Mică (fig.16). Se observă astfel, că într-un an, care a fost normal din punct de vedere al precipitațiilor volumul dizlocat a ajuns în unele secțiuni la aproape  $4 \text{ m}^3/\text{m}$ . Procesele de dezlocare sînt în principal surpări și prăbușiri datorită subminării bazei abruptului prin acțiunea erozivă a apei. Se mai constată tendința de distrugere a pintenilor dintre ramificații ceea ce asigură o avansare a acestui tip de ravenă pe o lărgime mult mai mare ca în cazul capetelor de ravenă în formă de lance.

Rata retragerii ravenelor este foarte variată. Din cercetările de pînă acum, în diverse regiuni de pe glob, rezultă rate care ajung pînă la valori impresionante, respectiv  $674,7 \text{ m/an}$ , în condiții de irigații din Tadjikistan (Ahmadov, 1979). Iată însă cîteva exemple situate în condiții diferite de pe glob: în Israel studiul unei populații de 30 ravene a arătat o retragere medie de  $8,5 \text{ m/an}$  (Seginer, 1966); în Nebraska (SUA),  $1,85-4,57 \text{ m/an}$ ; (Piest și colab., 1976); în Tadjikistan,  $1,4-30 \text{ m/an}$ , cu ma-

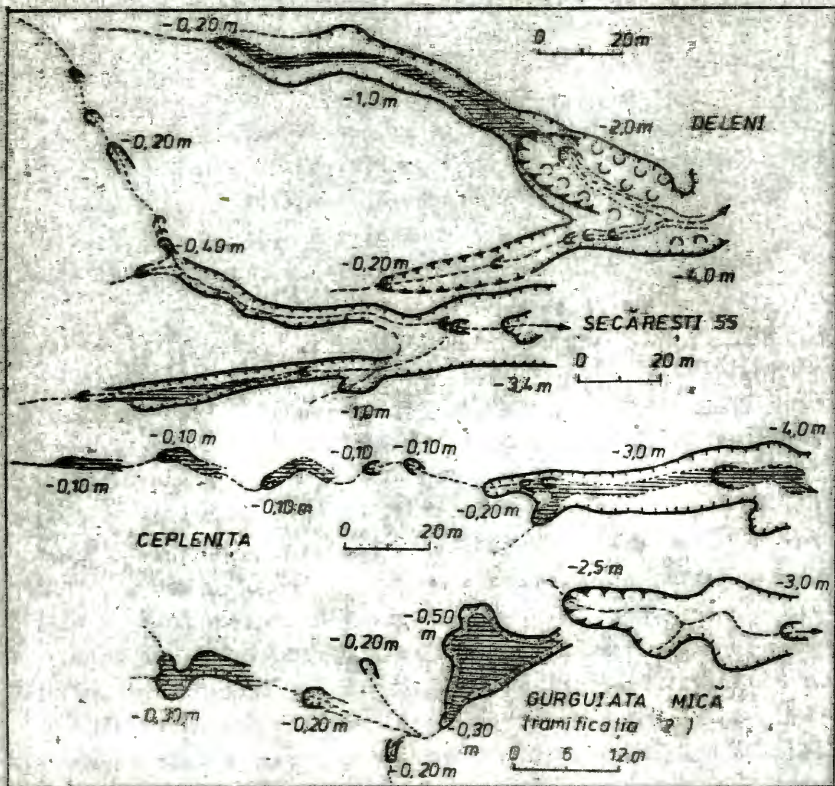


Fig. 14. Încintarea revenelor pe traseul unit  
ramificații dominante



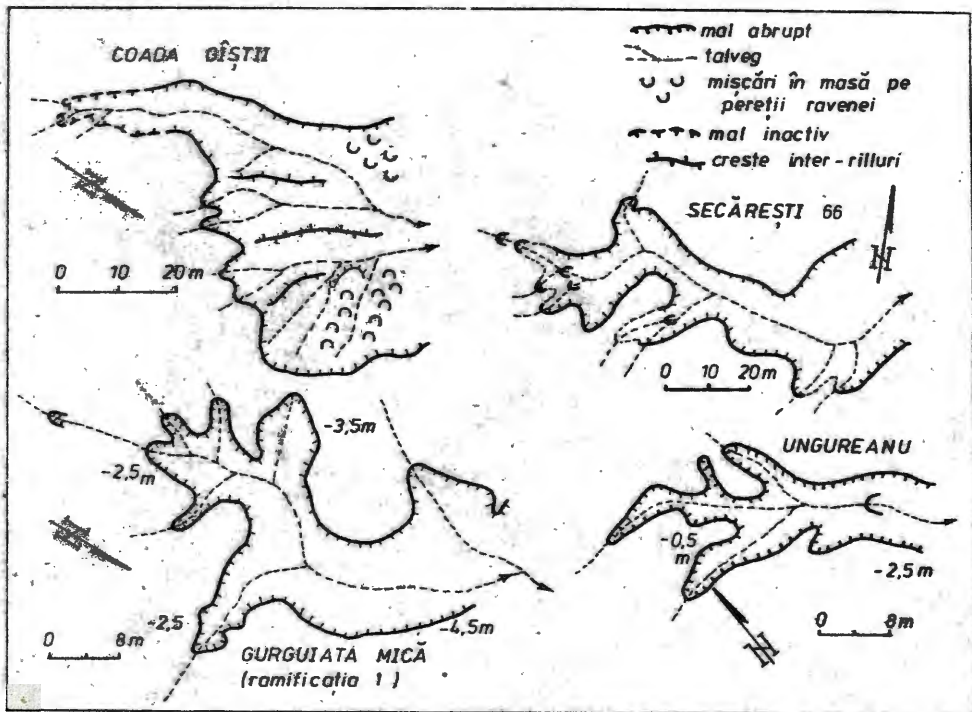


Fig.15. Însăntarea ravenelor pe traseul mai multor ramificații

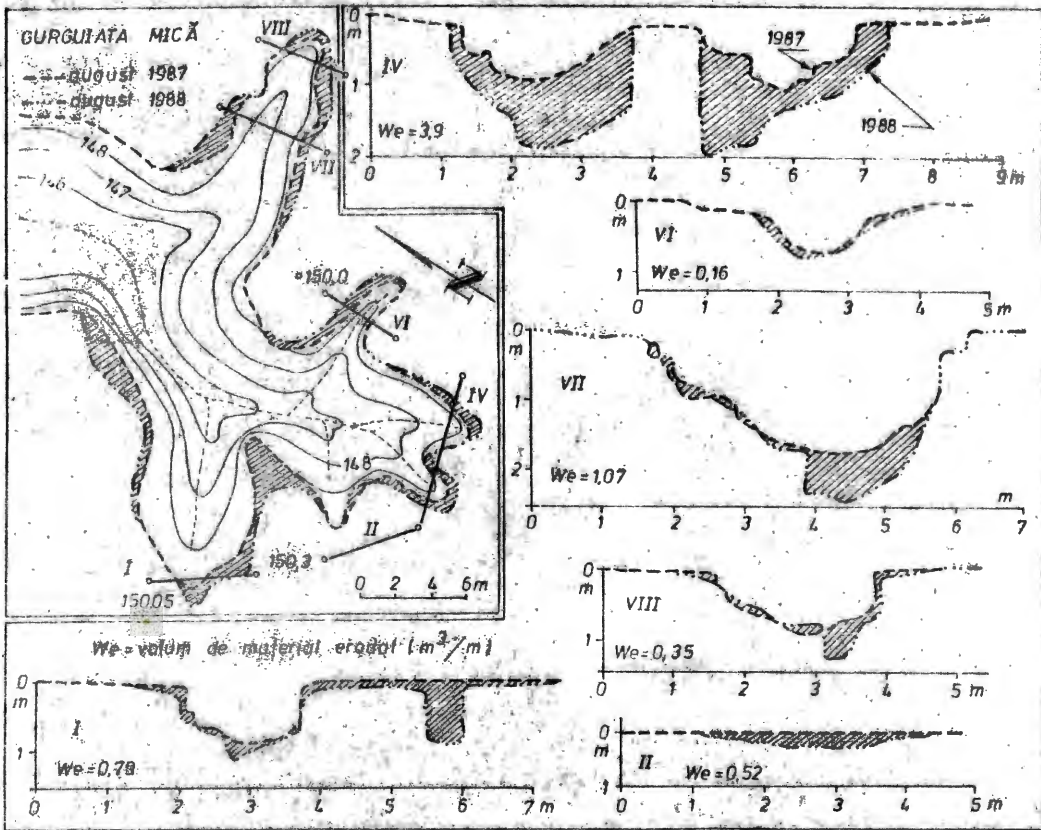


Fig. 16. Evoluția formei virfului râului.

ximum în condiții de acoperire cu vegetație de 82,5 m/an (Ahmadov, 1979); în Colinele Tutovei, 0,5 - 2 m/an (Moțoc și colab., 1979); în Ulianovsk (URSS), între 0,2 - 7,1 m/an cu un maximum de 25 m/an (Krotina, 1981); în Australia de Sud, 2,4 m/an (Blong și colab., 1982); în Rajasthan (India), 0,6 - 1 m/an (Haigh, 1984).

Dat fiind că virful unei ravene reprezintă partea cea mai activă a peșterii, în mod deosebit pe specialiști pentru predicția evoluției peșterii, pentru măsurile de control al eroziunii. Aceasta a însemnat preocuparea pentru cunoașterea mecanicii proceselor care determină retragerea virfurilor de ravenă, a factorilor de control și ai ratei de retragere. S-a constatat că în ce privește procesele este o interrelație strinsă între eroziunea subsuperficială, sufozie, subminare, prăbușire sau surpare a malului și eroziunea în ravenă. Principalii factori care controlează retragerea virfurilor de ravenă sînt: caracteristicile carșterii; suprafața bazinului amonte și caracteristicile solului (depozitelor) la virful de ravenă (Seginer, 1966).

În legătură cu aceasta s-a încercat propunerea și dezvoltarea mai multor modele de evaluare a ratei de retragere. Dintre ele, o mare circulație o are modelul Seginer (1966) în care rata retragerii (R) este funcție de mărimea suprafeței de drenaj (A).

$$R = C \cdot A^{0,50}$$

în care C este constanta. Analiza de covarianță a fost făcută pentru perioada 1949-1964, fiind incluse numai ravene care drenează o suprafață mai mare de 5000 m<sup>2</sup>. Se înțelege că acest model, având în vedere valoarea exponentului, a fost elaborat pentru anumite condiții. Cert este că, pentru orice condiții poate fi dezvoltată o asemenea relație.

Serviciul de conservare a solului din S.U.A. recomandă următoarea relație:

$$R = a_1(A)^b a_2(P)^c$$

în care A = suprafața bazinului de drenaj, P = suma precipitațiilor zilnice mai mari de 12,7 mm; a<sub>1</sub> și a<sub>2</sub> constante; b și c exponenți (cf. Haigh, 1984).

Referitor la folosirea unuia sau altuia din modele sau a altor modele, se impune a avea în vedere o constatare a lui Thompson (1974): că rata anuală măsurată a retragerii ravenelor în perioade trecute nu este necesar să reprezinte rata cu care poate

să crească în viitor, pentru o perioadă mai lungă. În acest sens, trebuie apelat la aplicarea legii ratei în procesele geomorfologice fluviata, în concepția Graf (1977).

7. Elemente de morfometrie în sprijinul evaluării stadiului de evoluție al ravenelor

O bună parte din relațiile morfometrice care privesc evaluarea stadiului de evoluție, fără a fi discutate, au fost arătate în capitolul referitor la proprietățile alometrice ale ravenelor. Aici, vom analiza două aspecte și anume: morfologia profilului longitudinal și variația coeficientului de formă (în sens Heede, 1974), ca posibilitate de identificare a stadiului de evoluție al ravenelor.

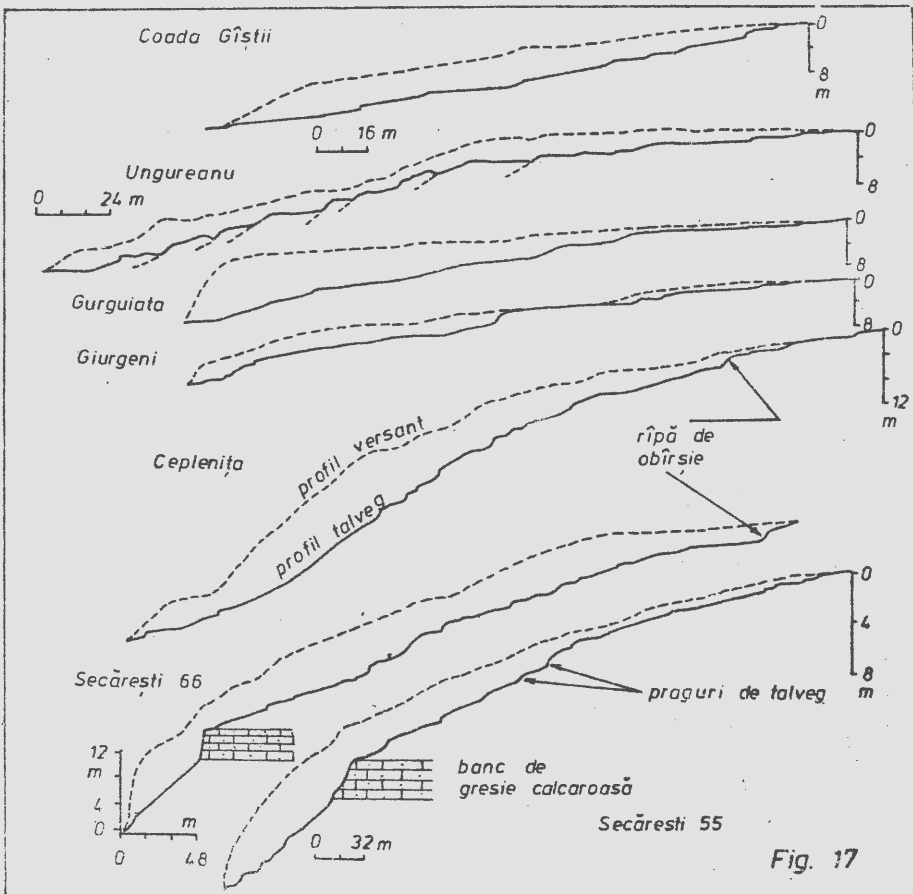
7.1. Morfologia profilului longitudinal

Ravenele luate în studiu au lungimi care variază între 173 m și 428 m, au o suprafață activă între 1493 m<sup>2</sup> și peste 20.000 m<sup>2</sup>, se dezvoltă pe o diferență de nivel de 15 - 50 m și au evacuat un volum de depozite de 4000 - 40.000 m<sup>3</sup>.

Variația formei profilului longitudinal este unul dintre indicatorii care, potrivit lui Heede (1974), poate exprima stadiul de evoluție a unei ravene. Pentru aceasta, am reprezentat grafic cotele din talvegul și malul ravenei funcție de lungimea acesteia de la punctul de confluență spre cel de obârșie (fig. 17). Observarea graficelor rezultate arată că:

- Există o diferență în ce privește morfologia versantului în care sînt adîncite ravenele: convexă în cazul ravenelor Secărești: un versant cu înclinare foarte redusă în cazul ravenelor Gurgulata și Giurgeni; un versant cu intense procese de mișcare în masă (ravena Ungureana);

- Existența a numeroase praguri de talveg și a unei ripe de obârșie le conferă ravenelor caracteristica de versant discontinuu (în accepția Schumm, Hadley, 1957). D. Bălteanu și I. Ialoescu (1978) realizează o clasificare a înălțimii pragurilor pe baza genezii și poziției lor în cadrul profilului de ravenă. În plus, noi am considerat și aspectul litologic, nu atât în formarea pragurilor, cît în menținerea unei anume înălțimi a lor. Astfel, exceptînd pragurile litologice, determinate intersecționări de către talveg a unor roci dure (cazul ravenelor Secărești), înălțimea pragurilor depinde în mare măsură de procentul de praf-argilă (particule mai mici de 0,02 mm) al depozitelor din care este format (fig. 18). Conținutul mare de praf-argilă (de exemplu, pes-



te 70%), determină praguri de talveg cu înălțimi sub 50 cm. Din-potrivă, cu cât conținutul de nisip se mărește, înălțimea pragu-rilor poate crește la peste 1 m.

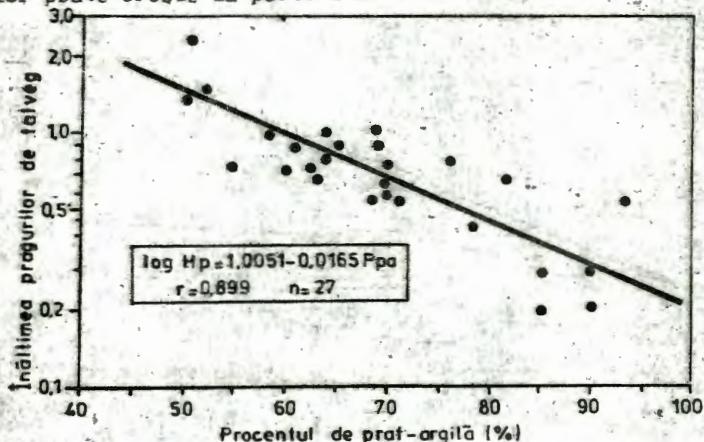


Fig.18. Relații între înălțimea pragurilor din talveg și conținutul de praț-argilă

Forma profilelor longitudinale ale ravenelor este în general, convexă, ușor concavă în sectorul de confluență a ravenei. Aceasta semnifică faptul (conform și interpretării lui Graf, 1977) că ravenele studiate se află în stadiu de tinerețe (vigoare geomorfologică).

În studiul evoluției ravenelor, ca și în cel al râurilor a fost utilizată ipoteza ergodică (Strahler, 1952; Heede, 1974; Ichim și Rădoane, 1983), care precizează că un set de observații în timp are aceleași caracteristici cu un set de observații în spațiu, respectiv, timpul poate fi substituit cu spațiul. Plecând de la acest postulat, se poate realiza o comparație între ravene și râuri, primele reprezentând stadiul de tinerețe, ultimele pe cei de maturitate. Comparația o efectuăm la nivelul profilelor longitudinale. Pentru aceasta am calculat relația înălțimea ravenei (H, metri) și lungime (L, metri), utilizând trei tipuri de funcții (conform tabel 5), respectiv, ecuația dreptei de regresie:

$$H = a + b \cdot L$$

ecuația exponențială:

$$H = a + b \ln.L \text{ și}$$

ecuația de putere:

$$\log H = a + b \log L \text{ sau } H = a \cdot L^b$$

În tabelul 5 sînt redați coeficienții de regresie, cît și indicatorii statistici care permit acceptarea sau respingerea funcțiilor, respectiv numărul de observații utilizate ( $n$ ), coeficientul de corelație ( $r$ ); coeficientul de determinare ( $r^2 \times 100$ ), eroarea standard de estimare ( $Ese$ ).

Din analiza tabelului 5 și a figurii 19 se observă că funcțiile liniare și dublu-logaritmice (sau de putere) explică în cea mai mare măsură (peste 83%) forma profilului longitudinal al ravenelor. Se știe că ecuațiile exponențiale sînt caracteristice formei profilelor longitudinale ale rîurilor (Yatsu, 1955; Hach, 1957; Zăvoianu, 1985; Ichim, Rădoane, 1988), deoarece ele ajustează concavitatea care este atît de accentuată în partea superioară a acestora. În cazul ravenelor, ecuațiile exponențiale explică doar 46 - 70% din forma profilului longitudinal. Aceasta, deoarece ravenele nu au o concavitate pronunțată în partea superioară, dimpotrivă ea este evidentă înspre punctul de confluență. Concavitatea de la baza ravenei, arată Heede (1974), va migra spre amonte, prin retragerea pragurilor de talveg și a ripiei de obîrșie, pînă la condiția apropierii de forma profilului de rîu. Ponderea concavității în cadrul profilului de ravenă poate semnifica stadiul lor de evoluție. În cazul nostru, ravenele Giurgeni, Secărești, sînt într-un stadiu incipient de evoluție (concavitatea are o pondere de sub 6%) în timp ce ravena Cепенița este într-un stadiu mai avansat de evoluție (concavitatea deține 34%), iar în cazul ravenei Coada Giții chiar peste 70%, apropiindu-se de forma profilelor de rîu (fig.20).

## 7.2. Factorul formă și eficiența hidraulică în dezvoltarea ravenelor

Factorul formă reprezintă un alt parametru important a cărei valoare capătă semnificație pentru identificarea dacă o ravenă se află sau nu în stadiul de echilibru dinamic. Potrivit lui Heede (1974), acest parametru este dat de raportul adîncimii maxime la adîncimea medie. Factorul formă al ravenelor, în general, este mai mare de 2,0, ceea ce reprezintă o secțiune transversală cu un perimetru udat larg care, la rîndul lui, indică o ineficiență hidraulică a ravenelor. Dimpotrivă, rîurile în echilibru dinamic au un factor formă mediu mai mic de 2,0 și, astfel, o mare eficiență hidraulică.

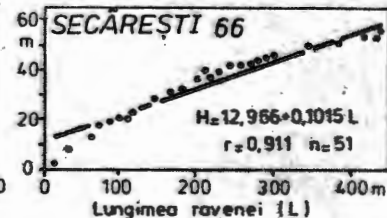
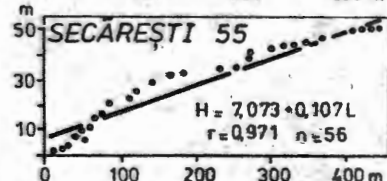
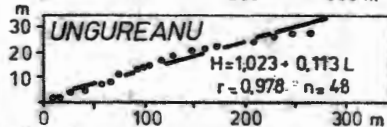
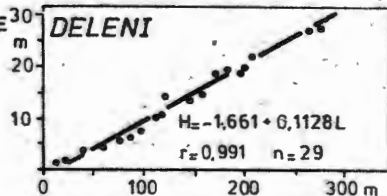
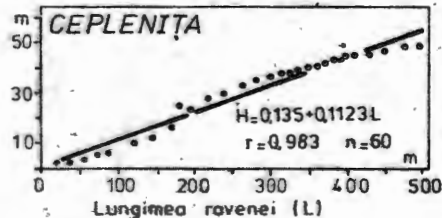
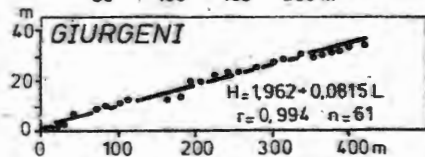
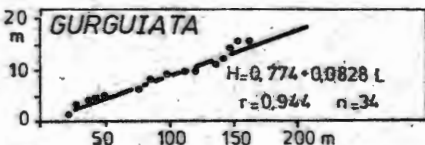
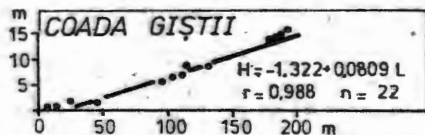
Tabel 5. Ecuațiile profilului longitudinal pentru ravenele studiate

Ravena	Ecuația profilului	Număr de observații (n)	Coefficient de corelație (r)	Coefficient de determinare (r <sup>2</sup> )	Erorația medie de calculare (%)
Deleni	$H = -1,661 + 0,1128 \cdot L$	29	0,991	0,3	1,341
	$H = -5,69 + 4,512 \cdot \ln L$		0,682	0,465	0,682
	$\log H = -1,129 + 1,048 \cdot \log L$		0,993	0,986	0,083
Coada Giștii	$H = -1,322 + 0,0809 \cdot L$	22	0,988	0,977	0,818
	$H = -1,769 + 2,146 \cdot \ln L$		0,840	0,706	0,435
	$\log H = -1,308 + 1,043 \cdot \log L$		0,977	0,956	0,894
Secărești 66	$H = 12,966 + 0,1015 \cdot L$	51	0,910	0,829	5,894
	$H = -6,96 + 8,7302 \ln L$		0,764	0,584	9,213
	$\log H = -0,562 + 0,917 \cdot \log L$		0,956	0,915	0,159
Ceplenița	$H = 0,135 + 0,1123 \cdot L$	60	0,983	0,966	2,999
	$H = -20,2 + 9,76 \cdot \ln L$		0,766	0,587	0,416
	$\log H = -1,365 + 1,158 \cdot \log L$		0,969	0,938	0,161
Secărești 55	$H = 7,073 + 0,107 \cdot L$	56	0,971	0,943	4,08
	$H = -18,15 + 10,17 \cdot \ln L$		0,855	0,730	8,859
	$\log H = -0,952 + 1,045 \cdot \log L$		0,968	0,938	0,167
Gurguțata	$H = 0,774 + 0,0828 \cdot L$	34	0,990	0,980	0,767
	$H = -2,54 + 2,49 \cdot \ln L$		0,779	0,608	3,434
	$\log H = -1,123 + 1,041 \cdot \log L$		0,982	0,965	0,124
Ungureanu	$H = 1,023 + 0,113 \cdot L$	48	0,978	0,957	1,724
	$H = -7,94 + 3,038 \cdot \ln L$		0,767	0,588	5,327
	$\log H = -1,128 + 1,097 \cdot \log L$		0,984	0,968	0,109
Gurguțata	$H = 1,962 + 0,0815 \cdot L$	61	0,994	0,988	1,192
	$H = -11,168 + 6,249 \ln L$		0,858	0,736	5,585
	$\log H = -0,867 + 0,934 \cdot \log L$		0,992	0,983	0,0784

H = altitudinea relativă a talvegului (m)  
L = Lungimea ravenei pe talveg (m)



ECUAȚIILE PROFILELOR LONGITUDINALE  
ALE RAVENELOR



Înălțimea ravenei: (H)

Lungimea ravenei (L)

Lungimea ravenei (L)

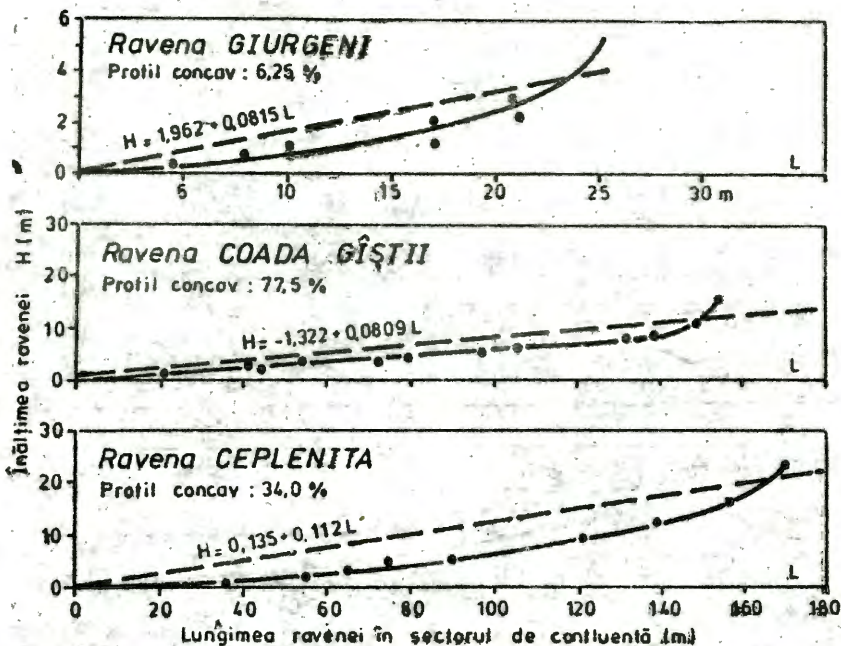


Fig.20. Ponderea concavității în profilele longitudinale pentru unele ravene

Pentru a realiza această comparație, am determinat factorul formă pentru 133 secțiuni transversale de ravenă. Reprezentarea grafică a valorilor factorului formă funcție de distanța de la vârful ravenei (fig.21) indică o ușoară tendință de creștere a acestuia, deși coeficientul de corelație este slab. Relația am utilizat-o pentru a demonstra nu atât gradul de împrăștiere a punctelor, ci poziția secțiunilor transversale ale ravenelor funcție de "pragul de eficiență hidraulică" evidențiat de valoarea 2,0 a factorului formă. Constatăm, așadar, că în cea mai mare parte, ravenele studiate sînt într-un stadiu incipient de dezvoltare. Sînt cu atât mai tinere, cu cît ne apropiem de obirgia lor, acolo unde există și o mare eficiență hidraulică. Cu cît lungimea ravenei crește, există tendința de mărire a factorului formă și o reducere a eficienței hidraulice a albiei. Punctul de intersecție a dreptei de regresie cu linia ce reprezintă pragul eficienței hi-

draulice se realizează la o distanță medie de 350 m de vârful ravanelor (valoarea minimă fiind de cca 100 m), ceea ce indică sectorul de unde ravenele, în condițiile Podișului Moldovenesc, trec într-un stadiu matur de evoluție și chiar spre stingere.

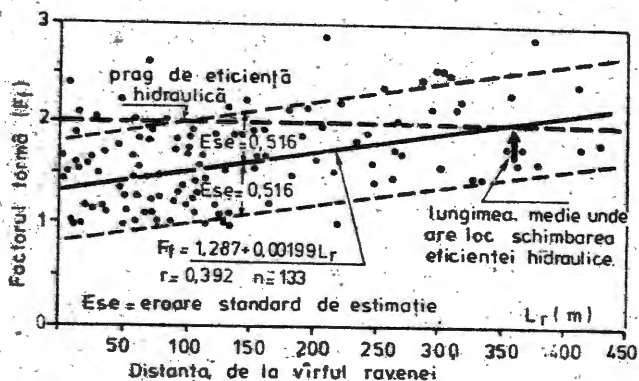


Fig.21. Variația factorului formă funcție de distanța de la vârful ravenei

În concluzie, comparația ravanelor și rîurilor a rezultat în diferențe mari, atât în ce privește forma profilului longitudinal, cît și în factorul formă. Ambele posibilități de analiză pot oferi importante repere în stabilirea măsurilor de control al fenomenului de ravenație.

#### Bibliografie selectivă

- Ahmadov, K.M. (1979), O sovremenom roste ovragov Tadzhikistan, *Geomorphologia*, 4.
- Băcăuana, V. (1968), Cîmpia Moldovei, *Studii geomorfologice*, Ed. Academiei R.S.R., 221 p.
- Băltesaru, D. (1974), Relații între curgerile de noroi și eroziunea torențială în modelarea versanților din Subcarpații Buzăului, *St.cerc.geol.geof.geogr.Seria geografie*, XII, 1.
- Blifaru, V., Blidaru Ec., Gobjiță, M. (1961), Stadiul actual al lucrărilor hidroameliorative în Podișul Moldovenesc și propuneri pentru viitor. *Hidrotehnic*, 4.
- Blong, R.J., P.O. Graham, J.A. Veness (1982), The role of side-wall processes in gully development, Some NWS examples, *E.S.P.L.* 7, John Wiley.
- Graf, W.L. (1977), The rate law in fluvial geomorphology, *Am.J. of Science*, 277.

- Maign, M. (1984), Ravine Erosion and Reclamation in India, Geoforum, 15,4.
- Mărjoabă I. (1968), Relieful Colinelor Tutovei, Edit. Academiei R.S.R., 155 p.
- Heede, B. (1974), Stages of development of gullies in Western United States of America, J. Geomorph. N.F., 18,3.
- Heede, B. (1976), Gully development and control: The Status of our knowledge, USDA, Forest Service, Research Paper, RM-119.
- Heede, B. (1980), Gully erosion. A soil failure. Possibilities and Limits of Control, Proceedings of International Symposium, Bod-Ischl, Austria, vol.1.
- Ichim I., Maria Rădoane (1983), Analiza morfometrică ca metodă de evaluare a tendințelor în dinamica unor formațiuni tectonice de pe versantul drept al Văii Trotuș (zona Copăcești). Lucr. Seminarului "D. Cantemir", Iași, 3.
- Ichim I., C. Ursu, Maria Rădoane, Gh. Dumitrescu (1987), Cercetarea asistată de calculator a ierarhizării factorilor de control și producției de aluvioni din bazine hidrografice mici, SCGGG, Seria Geografie, XXXIV.
- Ichim I., Maria Rădoane (1988), Depozitele de albie în lungul râului Siret și semnificația lor morfogenetică, SCGGG Seria Geografie, XXXV.
- Keefer, D.K., Johnson A.M. (1983), Earth Flows: Morphology, Mobilization, and Movement U.S. Geol. Survey Prof. Paper, 1264.
- Krotina, H.M. (1981), Scorosti rosta ovrarov v Ulianovskom Povolje, Gheomorphologia, 4.
- Luca Al., N. Popa, Geta Popa, Gh. Stoian (1964), Rezultate privind scurgerea și eroziunea solului în Podișul Birladului Inst. cer. agr. Anal. Secț. pedol. XXXII.
- Martiniuc, C. (1954 a), Pantele deluviale. Contribuții la studiul degradărilor de teren. Probleme de geografie, vol.1.
- Martiniuc, C. (1954 b), Geomorfologia degradărilor de teren din bazinul superior al Tutovei, Dări de seamă. Com. Geol. (1950-1961), 38.
- Martiniuc C. (1954 c), Geomorfologia tipurilor de pante din regiunea Birladului (Situția degradărilor de teren), D.S. Com. geol. (1950-1961), 38.

- Martiniuc, C., Băcăoanu V., (1961), Porniturile de teren și modul cum pot fi prevenite sau stabilizate, *Natura, geol.-geogr.*, 4.
- Mihăilescu, V. (1922), Cîteva observații asupra formelor de teren din partea nordică a Podișului Moldovei, *Rev. Moldovei*, 11, 7 - 8.
- Moțoc, M. S. Munteanu, V. Băleiu, P. Stănescu, Gh. Mihai (1975), Eroziunea solului și metode de combatere. Ed. Ceres, București, 300 p.
- Moțoc, M., Iuliana Tebeșcu, N. Neguț (1979), Estimarea ritmului de dezvoltare a ravenelor. *Bul. Inr. ASAS*, 8.
- Pavel, D., Mateescu Cr., Greceanu, N., Georgescu Gr. (1945), Posibilitățile de amenajare integrală a bazinelor Jijiei cu afluenții săi, *Bul. Fac. agr. I.*, 2.
- Piest, R.F., J.M. Bradford, R.G. Spomer (1975), Mechanism of erosion and sediment movement from gullies in Present and perspective technology for prediction sediment yields. Washington, D.C. ARS-5-40.
- Rădoane, N. (1980), Contribuții la cunoașterea unor procese torrențiale din bazinul râului Pîngărași în perioada 1976-1979, în SCGG, *Seria Geografie*, XXVII.
- Schumm, S., R. Hadley (1957), Arroyos and the semiarid cycle of erosion. *Am. Journal of Science*, 255.
- Seginer, I. (1966), Gully development and sediment yield, Research Report No. 13, The Israel Ministry of Agriculture Soil Conservation, Division, 27 p.
- Șficles, V. (1972), Platforma Covurului, Rez. tezei de doctorat, Univ. "Al.I. Cuza", Iași.
- Strahler, A. (1952), Dynamic basis of geomorphology. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 63.
- Surdăanu, N. (1987), Studii alunecărilor de teren din valea mijlocie a Bistriței (zona Mușilor Flisului) republicat (teză de doctorat), Univ. "Al.I. Cuza", Iași.
- Thompson, J. (1964), Quantitative Effect of watershed Variables on Rate of Gully-Head Advancement, in *Transaction of ASAE*, 7, 1.
- Zecher, D. (1982), Soil erosion, Elsevir Amsterdam, 547 p.
- Zaruba, Q., Meșel, V. (1974), Alunecările de teren și stabilizarea lor. Ed. tehnică, București.
- Zăvoianu, I. (1985), Morphometry of drainage basin; Elsevir, Amsterdam.