

**BAZINELE HIDROGRAFICE MICI,
UNITĂȚI FUNDAMENTALE DE INTERPRETARE A
DINAMICII RELIEFULUI**

Nicolae Rădoane* Maria Rădoane* Petre Olariu Dan Dumitriu*****

ABSTRACT: Small Drainage Basins – Fundamental Unities of Landscape Dynamics Survey. The drainage basin is firmly accepted as the main landscape erosion factor, as no other geomorphological system can provide such clear survey for its entire evolution as that of the fluvial geomorphological system.

*The geomorphological experiments made in small drainage basins have recorded some of the best results, the purpose being exactly the “outputs from the system. The number of the variables which can be used to describe a drainage basin as fluvial morphological system, are unlimited from a theoretically speaking. The pioneer in these research was Horton (1945) then the geomorphological literature encountered a sudden wave of interest (in Romania, Zăvoianu, 1978, was one of the first to study the morphometric relationships in a network basin).

The research in question is about studying the natural hazards in drainage basin with important anthropic changes. More concretely, our research had in view the measurements of the sediment sources, the sediment transport and the evaluation of the impact over different economical objectives such as reservoirs, roads, bridges, dams. The research had in view 29 small drainage basins spread across a large geographical area, which allowed a complex insight of the geomorphological processes which have a certain effect over different anthropic structures, especially dams, reservoirs, riverchannel reclamations. In this paper we will discuss on the response of small drainage basins from the Trotus Valley to the large flood from July 2004.

Key words: small drainage basins, geomorphological hazards, floods, sediment budget

1. Introducere

Bazinele hidrografice mici (de regulă cele cu suprafața sub 100 km²) reprezintă unități fundamentale de interpretare a dinamicii reliefului, întrucât

*Universitatea „Stefan cel Mare” Suceava, Departamentul de Geografie, Str. Universității, 9, Suceava, tel. 0230-216147, radoane@usv.ro

**Direcția Siret a „Apelor Române, Bacău, str. Cuza Vodă, 1, cod 5500, județul Bacău Tel: 034 141646 Fax. 034 123411

*** Universitatea „Al.I.Cuza” Iași, Departamentul de Geografie, Bdul Carol, 11, Iași, dandumi@ambra.ro

acolo se organizează și se concentrează complexitatea proceselor fluvio-denudaționale, responsabile de dislocarea și punerea în mișcare a mari cantități de materiale.

Cea mai mare parte din aluviunile unui râu sunt furnizate de bazinele hidrografice mici. Considerând bazinul hidrografic ca un sistem proces-răspuns cu o delimitare foarte clară în spațiu, putem evalua cu mare acuratețe principalele intrări și ieșiri din sistem. Experimentele geomorfologice la nivelul bazinelor hidrografice mici au înregistrat unele dintre cele mai bune rezultate, motivația fiind tocmai controlul asupra „ieșirilor din sistem”. Numărul variabilelor cu ajutorul cărora putem descrie un bazin hidrografic ca sistem morfologic fluvial, din punct de vedere teoretic, este nelimitat. Primul care a identificat asemenea relații a fost Horton (1945), iar ulterior literatura geomorfologică a înregistrat o adevărată explozie de interes în acest domeniu (în România, Zăvoianu, 1978, a fost printre primii care s-a ocupat de relațiile morfometrice într-un bazin hidrografic).

Toate aceste argumente au determinat o creștere a interesului în studiul proceselor de la nivelul bazinelor mici din mai multe domenii de abordare, silvică, agronomică, hidrologică, astfel că geomorfologii au o bază de comparație largă pentru acest aspect.

Cercetarea pe care o propunem se referă la identificarea proceselor geomorfologice din categoria hazardelor naturale în bazine hidrografice mici cu modificări antropice importante. Fenomenele meteorologice extreme din vara anului 2004 au constituit un prilej de a urmări răspunsul la nivelul transportului de aluviuni și a modificării formelor de relief în cazul bazinelor hidrografice mici din valea montană a Troțușului.

Metodele de lucru au constat în: 1. cartografierea geomorfologică a proceselor geomorfologice actuale, în special, cele care asigură transferul direct al depozitelor din domeniul versant în domeniul albie; 2. aplicarea metodei secțiunii transversale de determinare cantitativă a volumelor de aluviuni erodate și/sau acumulate în lungul albiilor minore ale bazinelor investigate; 3. aplicarea modelelor proprii de calcul al producției de aluviuni pe bazine mici lipsite de măsurători directe; 4. inventarierea distrugerilor de proprietăți, locuințe, căi de comunicații, lucrări de protecție a albiilor, de amenajare a versanților etc.

Date fiind dimensiunile limitate ale spațiului tipografic alocat, în această lucrare ne vom referi la efectele inundațiilor din iulie 2004 asupra proceselor geomorfologice actuale din unele bazine mici din partea mijlocie a Troțușului.

2. Efectele geomorfologice ale inundațiilor din 28-29 iulie 2004 în bazine hidrografice mici din valea Troțușului

În ziua de 28 iulie 2004 în bazinul montan al Troțușului (fig. 1) au căzut cantități impresionante de precipitații care au totalizat 75 l/m^2 (între orele 12 – 13) la Goioasa, 104 l/m^2 (între orele 7 – 14) la barajul Poiana Uzului, $94,2 \text{ l/m}^2$ (între

orele 10 – 16) la Ciobănuș. În medie, precipitațiile au fost de 70 – 80 l/m², iar pe culmile interfluviale s-au înregistrat cantități mai mari. Volumul și intensitatea precipitațiilor au avut ca efect activarea torenților din zonele despădurite, creșteri rapide și însemnate de niveluri și debite pe cursuri de apă ale bazinelor mici, afluate Trotușului (Corbu, Ursu, Șugura, Agăș, Seaca, Beleghet, Foroja, Goioasa, Grohotiș, P. Țiganilor, Iedera, Cantina) și care au determinat inundații catastrofale și transport excesiv de aluviuni târâte. Debitele înregistrate în secțiunile de monitorizare din zonele cele mai puternic afectate aveau la data de 28.07.2004, ora 7⁰⁰, valori cuprinse între 1 – 6 m³/s. Într-un interval de doar 7 – 10 ore s-au înregistrat creșteri spectaculoase, debitele maxime înregistrate având valori de 50 – 100 de ori mai mari, ajungând la probabilități de depășire de 5 – 20%. Pe afluenții mici, debitele determinate prin reconstituire au avut probabilități de depășire de 0,5% (Raport Apele Române, Directia Siret, 2004).

Tabel 1. Debite maxime reconstituite pe unii torenți din bazinul râului Trotuș la viitura din 28 iulie 2004 (Raport Apele Române, Directia Siret, 2004).

Râul	Lungimea (km)	Suprafața bazinului (km ²)	Altitudinea medie a bazinului (m)	Panta râului (‰)	Qmax reconst. (m ³ /s)	Probabilitatea de depășire (%)
Șugura	8,25	11,9	1049	95	47,0	5
Agăș	8,37	15,8	970	71	195,0	0,5
Seaca	6,50	6,7	845	84	33,0	10
Beleghet	3,00	2,06	725	75	65,0	0,3 – 0,5
P. Țiganilor	1,55	0,75	700	91	17,0	1
Goioasa	4,25	4,7	1052	96	80,0	0,5 – 1
Iedera	2,87	2,7	960	76	127,0	0,3 – 0,5



Fig. 1. Procese geomorfologice accelerate de utilizarea nerațională a versanților bazinului montan al Trotușului.

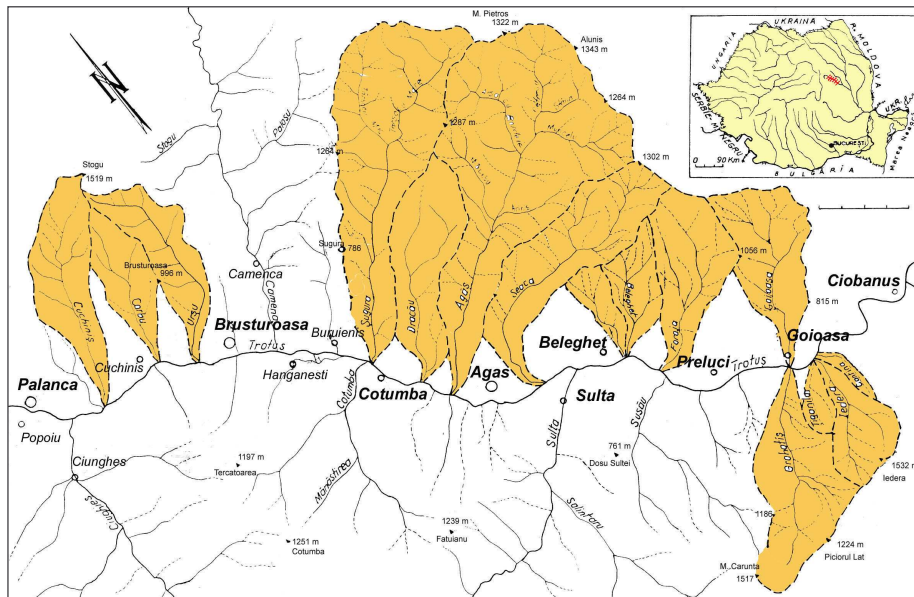


Fig. 2. Localizarea bazinelor hidrografice mici în care s-au produs fenomene deosebite la viitura din 28 iulie 2004.



Fig.3. Supraînălțarea albiei pârâului Belegheț cu aluviunile târâte de viitura din 28 iulie 2004.

Pe lângă precipitațiile excepționale căzute, între cauzele care au generat fenomenele extreme din bazinul râului Trotuș se identifică următoarele: despăduriri excesive în bazinele hidrografice mici¹, neigenizarea parchetelor de exploatare forestieră de resturile lemnoase, blocarea albiilor la poduri și podețe cu bolovani și resturi lemnoase transportate de torenți din zonele de exploatare forestieră, amplasarea gospodăriilor în zone de mare risc al inundațiilor. Urmare a acestor cauze, pagubele produse au fost deosebite: 3 persoane decedate și distrugerii în valoare de 830 miliarde lei (aproximativ 2,2 milioane euro).

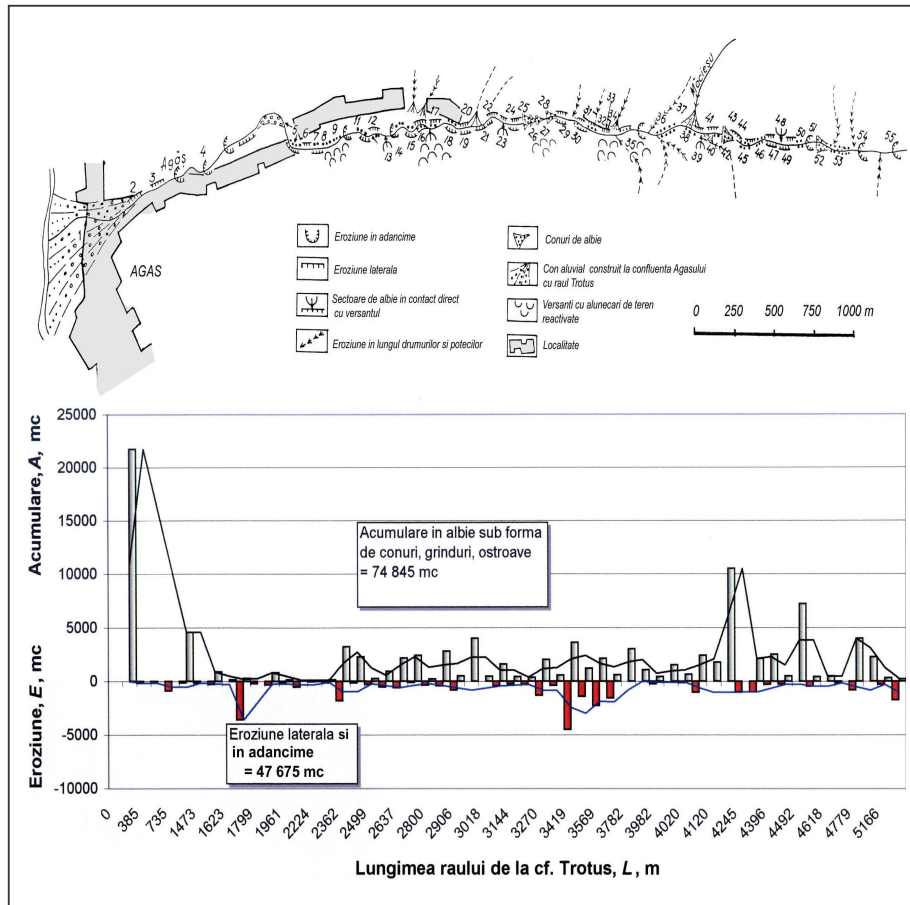


Fig. 4. Harta proceselor geomorfologice a văii Agăș după viitura din 28 iulie 2004. Numerele indică poziția punctelor de evaluare a bilanțului morfogenetic (sus). B. Volumele de depozite erodate și/ sau acumulate în lungul văii Agăș în punctele de măsurare (jos).

¹ Articolele din presă apărute în acele zile s-au ocupat extensiv de numeroasele nereguli în utilizarea terenurilor, mai ales despăduririle salbatice, fără nici un fel de protecție a terenurilor.

În ce ne privește, am acordat atenție specială efectelor geomorfologice a unor asemenea evenimente (Rădoane, 2003). Răspunsul bazinelor hidrografice mici la precipitațiile și viiturile excepționale înregistrate a fost imediat prin dislocarea și transportul unor cantități de material solid în lungul albiilor, până la ieșirea din bazin. Cartografierea geomorfologică de după trecerea viiturilor asupra zonelor de eroziune și acumulare în lungul albiilor torențiale a condus la evaluarea volumelor erodate și/sau acumulate, pe baza cărora am realizat o serie de reprezentări grafice sugestive. Forța distrugătoare a viiturilor reiese din prezentarea mai detaliată a proceselor geomorfologice din lungul văii Agăș.

Valea râului Agăș a fost cartografiată pe o lungime de peste 5 km, înregistrându-se într-o bază de date lungimea sectorului afectat, tipul procesului geomorfologic, volumul de material erodat, volumul de material acumulat, dimensiunea maximă a blocurilor deplasate, prezența materialului lemnos, informații concrete asupra distrugerilor provocate structurilor antropice. Rezultatele au condus la unele reprezentări grafice concludente pentru tendințele proceselor geomorfologice urmărite (fig. 4).



Fig. 5. a) Momentul viiturii (28 iulie 2004, ora 17); b) Dezastre după viitură, casă îngropată în aluviuni; c) și d) aluviuni depuse pe conul de dejecție al pârâului Agăș în zona locuită.

Realizând bugetul aluviunilor pe sectorul studiat, se constată o dominanță netă a proceselor de acumulare a depozitelor, în detrimentul proceselor de eroziune și dislocare a materialelor din albie și din versanți pe sectorul cartografiat. Astfel, volumele de materiale erodate au însumat peste 47 000 m³, iar cele acumulate, peste 74 000 m³. Depunerile de materiale s-au regăsit sub forma unor mari conuri de albie, grinduri, depuneri peste albia majoră și mai ales un imens con la confluența râului Agăș cu Trotuș. Acesta din urmă avea o lungime de 150 m și o bază de 180 m și a provocat unele dintre cele mai mari distrugerii zonei locuite și căilor de comunicații (fig. 5. a,b,c,d).

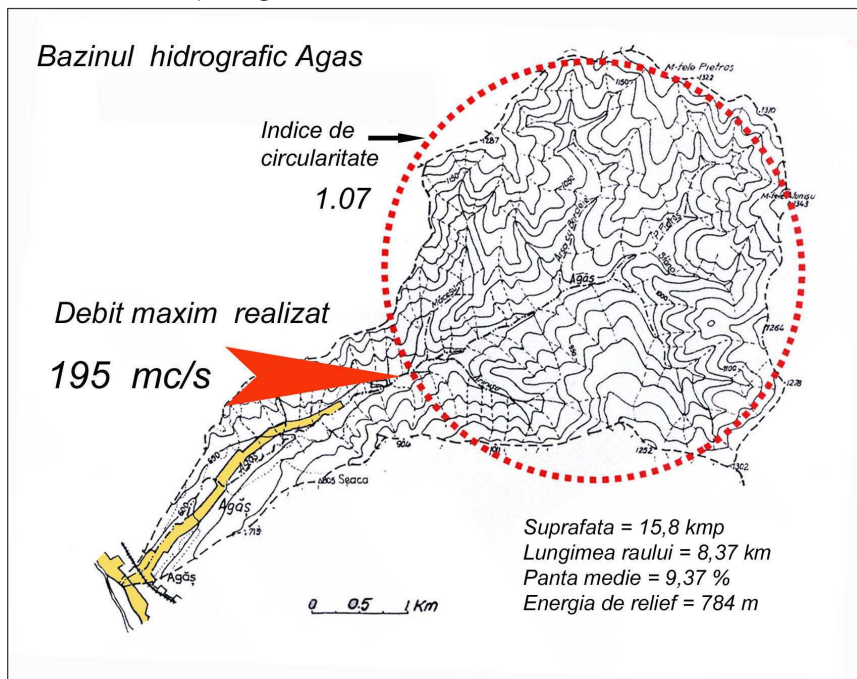


Fig. 6. Forma bazinului hidrografic Agăș favorabilă concentrării rapide a viiturilor.

Faptul că acumularea de aluviuni a depășit eroziunea, ne-a condus la observarea că o mare parte a aluviunilor, adică circa 35%, au provenit din bazinul versant. Chiar dacă sursele aluviunilor sub formă de alunecări superficiale reactivitate, mici rigole și ogașe, nu erau în contact direct cu albia principală, prin fluxurile lichide excepționale care s-au organizat în timpul și imediat după ploaie, acestea au ajuns în albia principală. Fenomenul de transfer rapid al aluviunilor a fost favorizat de forma bazinelor în partea superioară, respectiv, marele lor coeficient de circularitate care a permis o concentrare rapidă a fluxurilor lichide și solide. Iată, de exemplu, situația grafică a bazinului Agăș, ilustrată în fig. 6, arată o circularitate de 1,07 în partea superioară a bazinului, iar în punctul de concentrare a

apelor s-a reconstituit un debit de 195 m³/s, care se realizează odată la 500 de ani. Evident că asemenea concentrare de forță erozivă a permis dislocarea marilor cantități de materiale aluvionare în amestec cu material lemnos și resturi de structuri antropogene și depuse în lungul văii, avale de punctul de concentrare a apelor.

Forma bazinelor hidrografice mici studiate tinde să caracteristici comune, așa cum reiese din măsurătorile noastre (tabel 2). Circularitatea a fost calculată după formula:

$$C = L_c / 2\sqrt{\pi \cdot F} \quad C \geq 1$$

în care: C = coeficient de circularitate; L_c = lungimea cumpenei; F = suprafața bazinului hidrografic. Valoarea lui C este adimensională, dar cu cât se apropie mai mult de 1, cu atât forma bazinului este mai apropiată de a unui bazin ipotetic circular.

Tendențele observate la bazinul Agăș sunt comune pentru toate bazinele monitorizate, așa cum reiese și din tabelul 2. Dintre variabilele morfometrice cu mare efect de control asupra mărimii cantității de eroziune sau acumulare pe fundul văii sunt, așa cum era de așteptat, suprafața bazinului (coeficientul de corelație, $r = 0,94$) ca măsură a mărimii debitului lichid, forța ce a pus în mișcare materialele aluvionare, și panta medie (-0,78), de asemenea, ca măsură a ratei de concentrare a debitului lichid în cadrul bazinului.

Tabel 2. Unele caracteristici morfo-hidrologice ale bazinelor hidrografice mici în care s-au produs fenomene deosebite la viitura din 28 iulie 2004.

Râul	Ordin mărime	Lungimea râului (km)	Suprafața bazinului hidrografic (km ²)	Panta medie a râului (%)	Energia maxima a reliefului (m)	Circula- ritatea	Eroziunea totală în lungul albiei (m ³)	Acumularea în lungul albiei (m ³)
Corbu	3	3,37	2,90	22,3	752	1,35		
Ursu	3	5,00	3,70	16,8	840	1,82		
Șugura	4	8,25	11,90	9,2	758	1,51	19 113	41 414
Agăș	4	8,37	15,80	9,37	784	1,50	46 765	74 845
Seaca	4	6,50	6,70	11,8	768	1,57	23 959	37 954
Beleghet2	3	2,25	1,12	17,8	400	1,43		
Beleghet1	3	3,00	2,06	23,2	696	1,45		
Foroja	5	4,25	4,50	18,0	766	1,33		
Goioasa	4	4,25	4,70	15,7	668	1,42	7 368	13 259
Grohoteș	4	4,87	5,80	20,9	1016	1,16	1 885	18 849
P. Tiganiilor	2	1,55	0,75	31,5	488	1,22		
Iedera	4	2,87	2,70	23,7	681	1,29	4 704	14 385
P. Cantina	3	2,10	1,20	25,6	538	1,34		

Una din probleme mult discutate în literatura de specialitate este aceea în legătură cu rolul fenomenelor extreme în realizarea lucrului geomorfologic, respectiv, în impunerea unei forme de relief. Procesele de mărime neobișnuită (cum ar fi o viitură devastatoare, o furtună, un tsunami ș.a.) au fost considerate mult timp drept cele mai răspunzătoare de schimbările provocate asupra formelor

de relief. Deși aparent așa stau lucrurile, după o aprofundată analiză a înregistrării fenomenelor, s-a constatat că în schimbarea formelor de relief este hotărâtoare nu numai *mărimea* procesului (forței) ci, mai ales, *frecvența* cu care se produce (Wolman și Miller, 1960). În cazul bazinelor studiate de noi mărimea este reprezentată de rata eroziunii și acumulării aluviunilor în bazinele respective, iar forța este dată de frecvența cu care se produce debitul lichid (forța) responsabil de efectele geomorfologice arătate. Probabilitatea de depășire a debitelor înregistrate în bazinele studiate a variat între 0,3% și 10% (cf. tabel 1), adică aceste debite au perioade de recurență cuprinse între odată la 700 ani și o dată la 10 ani.

La aceste debite s-au produs fenomene de distrugere catastrofaie pentru locuitori, iar din punct de vedere geomorfologic, o modificare substanțială a albiilor prin raportul dintre eroziune și acumulare.

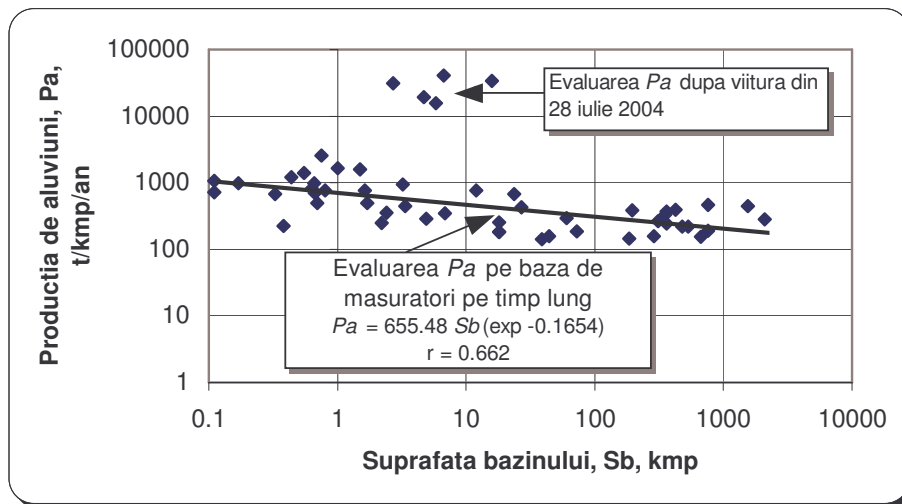


Fig. 7. Producția de aluviuni în relație cu suprafața bazinului hidrografic pentru 49 de bazine hidrografice din Carpații Orientali situate pe roci de fliș în comparație cu situația a 5 bazine mici din valea Troțușului, monitorizate după viitura din 28 iulie 2004.

Pentru a evidenția diferența între mărimea producției de aluviuni realizate în timpul acestui fenomen extrem și mărimea producției de aluviuni medii multianuale pentru condițiile bazinelor mici situate pe roci de fliș, am construit graficul din fig. 7. Se poate observa din poziția valorilor ce descriu situația bazinelor din valea Troțușului că în cele câteva ore de viitură s-au realizat dislocări și acumulări de aluviuni de 3 – 4 ori mai mari decât valorile medii multianuale care se realizează la debite de mărime moderată, cu frecvență mult mai mare (de exemplu, debitele dominante pe râurile din România au frecvențe de 1,5 ani - 3 ani). Dar eficiența acestor debite se pare că este mult mai mare tocmai datorită

frecvenței lor mari, adică repetabilității dese de a se produce, comparativ cu fenomenele extreme care se produc odată la 100 ani, 300 ani sau 500 ani.

La o concluzie similară ajung și Coulthard, Kirkby și Macklin (1998) privind rolul viiturilor extreme și a perioadelor de scurgere lichidă moderată în modelarea unui bazin de numai 4,5 km² din Anglia. Astfel, producția de aluviuni înregistrată la o viitură extremă, de frecvență mică, a fost de 3000 m³, comparativ cu o producție de 5700 m³ care s-a realizat timp de 10 ani la debite lichide moderate. Cu alte cuvinte, un fenomen extrem poate efectua lucru geomorfologic în echivalentul a circa 20 de ani de acțiune geomorfologică curentă. Dacă în cei 20 de ani nu are loc nici un eveniment meteorologic extrem, activitatea geomorfologică de eroziune, transport și acumulare este efectivă. Și invers, în 20 ani debitele de mărime moderată erod mai mult decât o viitură, fie ea și catastrofală (care se produce odată la 100 sau 200 ani).

Bibliografie

- Bălteanu, D. (1992), *Natural hazards in Romania*, RR GGG, s. Geographie, t 36, 47-55.
- Coulthard, T.J., Kirkby, M.J., Macklin, M.G. (1999), *Modelling the impacts of Holocene environmental change in an upland river catchment, using a cellular automaton approach*. In *Fluvial Processes and Environmental Change*. Brown A, Quine T (eds). John Wiley and Sons: Chichester; 31-46.
- Dumitriu, D. (2003), *Studiul geomorfologic al bugetului de aluviuni din bazinul râului Trotuș*, Teză de doctorat, Institutul de Geografie al Academiei Române, București.
- Olariu, P., Gheorghe, Delia (1999), *The effects of human activity on land erosion and suspended sediment transport in the Siret hydrographic basin*, in *Vegetation, land use and erosion processes* (editori I. Zăvoianu, D. E. Walling, P. Șerban), Institutul de Geografie, 40-50, București.
- Rădoane, N. (2003), *Geomorfologia bazinelor hidrografice mici*, Editura Universității Suceava.
- Rădoane Maria, Rădoane N., Ichim I., Surdeanu V. (1999), *Ravenele. Forme, procese, evoluție*, Editura Presa Universitară, Cluj-Napoca, 268 p.
- Rădoane Maria, Rădoane N. (2004), *Geomorfologia aplicată în analiza hazardelor naturale*, în *Riscuri și catastrofe*, editor V. Sorocovschi, Universitatea „Babeș-Bolyai” Cluj-Napoca, 57-68.
- Wolman, M.G., Miller, J.P. (1960), *Magnitude and frequency of forces in geomorphic processes*, *Journal of Geology*, 68.
- Zăvoianu I. (1978), *Morfometria bazinelor hidrografice*, Editura Academiei, București.
- ****Raport privind evoluția și efectele fenomenelor hidrometeorologice produse în bazinul hidrografic al râului Trotuș, în perioada 23-30.07.2004*, A.N. Apelor Române, Direcția Apelor Siret-Bacău.