

# Contribuții la energetica scurgerii torențiale

Francisc GRUDNICKI

## 1. Scurgerea torențială – materie și energie

Suprafața terestră este supusă în permanență modelării, datorită proceselor morfogenetice, care creează diverse forme de relief. Această modelare se desfășoară în spațiu și timp, sub acțiunea materiei purtătoare de energie.

Energiile ce pun în mișcare și întrețin aceste procese naturale, sunt foarte variate, determinând diversitatea spațio-temporală și dinamismul fenomenelor aferente. Totalitatea acestor energii este definită ca **energie morfodinamică**.

Bazinele hidrografice torențiale sunt considerate **sisteme cibernetice deschise**, în care au loc în permanență intrări și ieșiri de materie și energie. Astfel aceste bazine sunt receptoare de input-uri și de energie potențială și energie cinetică de la precipitații și output-uri de apă, aluviuni și material dizolvat, cu energiile corespunzătoare.

Unul dintre agenții cei mai activi și agresivi de modelare a scoarței terestre este **apa**, ca transportor principal de materie și energie, datorită răspândirii acesteia, dar mai ales a dinamismului ei deosebit.

Modelarea versanților și albiilor de către apă, este unul dintre procesele morfogenetice cele mai răspândite. Scurgerea torențială, datorită energiei pe care o poartă, exercită o acțiune de erodare continuă a suprafeței adiacente. Materialul erodat este transportat pe versanți și în albiile, faza finală fiind sedimentarea acestuia. Rezultă că scurgerea torențială face parte din **hidromorfogeneză** ca proces de contact, cu caracteristici hidrologice, geomorfologice și hidraulice specifice.

În acest context, se impune o cercetare sistemică a scurgerii torențiale, prin selectarea și îmbinarea metodelor adecvate, cu includerea și interpretarea energetică a acestor fenomene naturale.

## 2. Caracteristicile scurgerii torențiale

### 2.1. Sursele de apă ale scurgerii torențiale

Sursele de apă ale scurgerii torențiale provin din ploile torențiale, topirea zăpezilor, sau ambele simultan, în funcție de anotimp.

Sursa cea mai frecventă este apa provenită din ploile torențiale. Acțiunea picăturilor de ploaie se manifestă în prima fază cu impactul acestora cu suprafața solului, producând dislocarea și împrăștierea particulelor solide, ca fază inițială a

eroziunii. Acestei eroziuni se opun forțele de frecare și de coeziune, dar în special gradul de acoperire cu vegetație.

Cantitatea de apă ce se scurge efectiv pe versanți și în albie, rezultă din bilanțul ploilor torențiale exprimat prin relația 1:

$$S_c = P - Z - I \quad (1)$$

unde

$S_c$  reprezintă cantitatea de apă ce se scurge;

P - cantitatea de apă a ploii;

Z - retenția superficială;

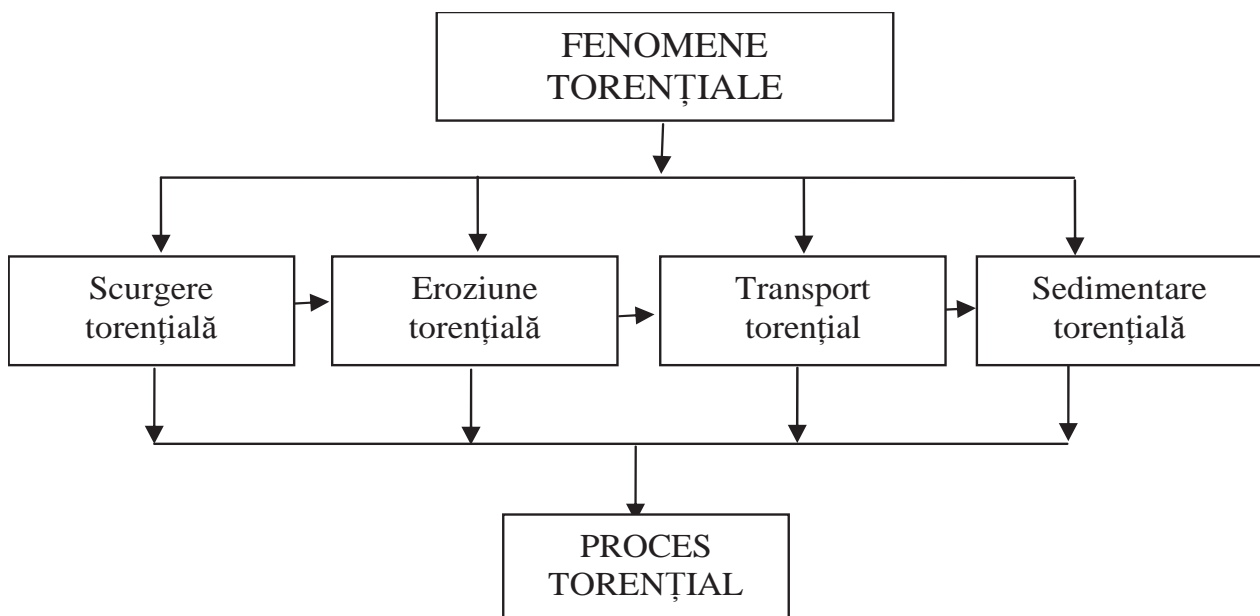
I - infiltrația apei în sol.

În bilanțul de mai sus, evaporația se poate neglija, aceasta nefiind semnificativă în cazul ploilor torențiale.

## 2.2. Scurgerea torențială în procesul torențial

În bazinele hidrografice torențiale, scurgerea, eroziunea, transportul materialului erodat și sedimentarea acestuia au caracteristici specifice, atât din punct de vedere hidrologic și hidraulic, cât și sub aspectul efectelor de modelare a reliefului. De aceea, în limbajul de specialitate, în cazul torenților, acestor termeni li se adaugă termenul de torențial(ă), de exemplu scurgere torențială.

Aceste patru fenomene se numesc **fenomene torențiale** care datorită condiționării lor reciproce, constituie un proces unic, deosebit de complex, denumit **proces torențial** (fig. 1).



**Figura 1. Proces torențial**  
**Figure 1. Torrential process**

Dintre cele patru fenomene cel mai reprezentativ este **surgerea torențială** sinonimă cu **viitura torențială**, termeni folosiți într-o accepțiune restrânsă cu **proces torențial**.

Această accepție se justifică, dacă se ține seama că surgerea torențială este componenta fundamentală a procesului torențial, fără de care acest proces nu poate avea loc.

### 2.3. Caracteristica spațio-temporală a scurgerii torențiale

Într-un bazin hidrografic torențial, în timpul ploilor au loc în spațiu și în timp următoarele scurgeri:

- **Surgerea de suprafață (areală) pe versanți** sau surgerea difuză pe versanți, care are ca efect eroziunea de suprafață, distrugând stratul de sol, antrenându-l în scurgerile concentrate.
- **Surgerea concentrată pe versanți** având ca efect eroziunea în adâncime, respectiv de geneză a proceselor de ravenare, prin crearea **formațiunilor torențiale minore: rigole, ogașe, ravene.**
- **Surgerea concentrată în albi** ca etapă calitativ superioară a scurgerii concentrate, ducând la **formațiuni torențiale majore: torenți, pâraie torențiale.**

În timpul ploilor în bazin au loc simultan cele trei scurgeri.

### 2.4. Caracteristicile fizice ale apei din scurgerile torențiale

Apa pluvială în contact cu terenul, în mișcarea sa turbulentă, prin eroziune, se încarcă cu materiale dislocate și substanțe dizolvate, formând un amestec, devenind astfel un fluid polifazic.

Neglijând însă substanțele dizolvate care participă la constituirea lichidului polifazic, doar sub formă moleculară, considerăm apa curgătoare ca fiind lichid bifazic, ca mediu continuu, neomogen și anizotrop, format din faza lichidă ca mediu continuu de dispersare și faza solidă ca mediu dispersat, separat de suprafețe continue.

Rezultă că **debitul lichid** dintr-o secțiune de calcul conține și o componentă solidă care schimbă proprietățile acestuia, printre care și cele energetice.

În surgerea torențială **turbiditatea** sau **coeficientul de încărcare** a apei cu aluviuni ajunge la valori foarte mari. Urmare a eroziunii de suprafață și în adâncime, apele se încarcă cu aluviuni de toate mărimile, de la fracțiuni de argilă și nisip, până la transformarea scurgerilor în curenți de lavă noroioasă cu greutatea volumetrică a amestecului apă plus aluviuni de 1,5...1,8 ori mai mare ca a apei limpezi, sau în curenți de apă de piatră cu conținut predominant de pietriș și bolovani de piatră.

În timpul scurgerii torențiale proprietățile fizice ale apei (densitatea, greutatea specifică, vâscozitatea, etc.) prezintă o variabilitate spațio-temporală cu influență pregnantă asupra transformărilor energetice din bazin.

## 2.5. Caracteristicile hidrodinamice ale scurgerii torențiale

### Forțele care determină fenomenele torențiale

Fenomenele torențiale se datorează acțiunii unor **forțe motrice** și **forțe rezistente**.

Forța motrică o constituie gravitatea care acționează direct asupra maselor friabile prin intermediul apei, respectiv prin forța de presiune dinamică (forța hidrodinamică) a curentului.

Deplasarea apei și a maselor erodate rezultă din diferențele de niveluri gravitaționale (niveluri energetice) care imprimă scurgerii energii cinetice foarte mari.

Forțele rezistente sunt: greutatea proprie a particulelor care depinde de dimensiune și densitate; forța de frecare exterioară dintre masa deplasabilă și suprafața aferentă; forța de frecare interioară dintre elementele componente ale masei friabile.

Aceste forțe determină pierderi de energie cinetică cu efectele aferente.

### Încărcarea apei cu aluviuni și transportul aluviunilor

Cantitatea de aluviuni antrenate de apă influențează sensibil energetica scurgerii torențiale.

Literatura de specialitate folosește două noțiuni:

- **competența albiei** – reprezentată prin valoarea maximă a diametrului aluviunilor ce se pot transporta;
- **capacitatea albiei** – reprezentată de cantitatea totală de material transportat.

Aceste două proprietăți sunt variabile spațio-temporal și sunt reprezentate de valori medii în cazul cursurilor de apă. În cazul scurgerilor torențiale, ambele proprietăți au valori mari în zonele montane.

Când raportul dintre forțele de antrenare și de rezistență este subunitar, particulele sunt în stare de repaus. Când acest raport se menține în jurul unității, particulele sunt în echilibru instabil, acesta fiind starea critică de antrenare. Când raportul devine supraunitar, încep mișcarea pe fundul albiei continuând cu mișcarea în suspensie.

Teoriile de hidraulica antrenării hidrodinamice a aluviunilor se diferențiază prin elementele de bază luate în considerare: efortul tangențial critic, viteza critică de antrenare, debitul critic, portanța, etc.

Suspensia aluviunilor se datorează și forțelor determinate de turbulență și este înlesnită de pulsații și vârtejuri.

La începutul antrenării particulelor în mișcare, se consumă o parte din energia apei, reducându-se intensitatea turbulenței. Dar odată aflându-se în mișcare, particulele având greutate specifică mare dispun de energie proprie și acționează la rândul lor asupra mesei de apă.

Teoriile transportului aluvionar se bazează pe concepte parametrice, energetice, statistice, etc. Pe parcursul scurgerii când raportul dintre forțele de

antrenare și de rezistență devine iar subunitar, se ajunge la o altă viteză critică, adică viteza de sedimentare.

Hidraulica mișcării aluviunilor în suspensie, demonstrează că atunci când materialul este transportat în stare de suspensie pierderile de sarcină sunt egale cu ale unui lichid omogen.

Gradul de omogenitate, respectiv distribuția aluviunilor în adâncime este funcție de diametre și densități, fiind variabilă de la suprafață cu dimensiuni mici, spre fund acestor zone, ele succedându-se permanent în spațiu și timp.

În practica hidrologică fluidul bifazic apă plus aluviuni în suspensie, poate fi considerat ca un lichid cu greutatea specifică egală cu cea a amestecului.

### **Caracteristicile hidraulice ale scurgerii torențiale**

Scurgerea torențială este o mișcare:

- în regim rapid (torențial) după criteriul Froude ( $Fr. > 1$ )
- eterogenă – după criteriul mărimii vitezei relative;
- turbulentă – după regimul de mișcare al fluidului purtător;
- nepermanentă – după criteriul variației în timp a parametrilor presiune și viteză;
- cu suprafață liberă – după conturul tubului de curent;
- neuniformă – după modul de desfășurare a liniilor de curent;
- pulsatorie – datorită caracterului turbulent al mișcării;
- cu debite – care au creșteri bruște, maximele putând fi atinse chiar și în câteva minute.

## **3. Energetica scurgerilor torențiale**

Baza energetică a hidromorfogenezei este constituită din transformarea surplusului de energie potențială în energie cinetică.

În contextul mișcării apei, se deosebesc următoarele modalități de acțiune prin intermediul:

- energiei de impact a picăturilor de ploaie;
- energiei scurgerii de suprafață pe versanți;
- energiei scurgerii concentrate pe versanți;
- energiei scurgerii concentrate în albi;

### **3.1. Energia de impact a picăturilor de ploaie**

Energia cinetică ( $e_c$ ) a unei picături de ploaie este (2):

$$e_c = \frac{mv^2}{2} \quad (2)$$

unde  $m$  reprezintă masa unei picături de ploaie;

$v$  - viteza de impact la nivelul terenului.

Vitezele limită de cădere a picăturilor de ploaie în atmosferă calmă (Gun, Knizer, Laws) variază de la 2,1m/s pentru diametre de 0,5 mm la 9,2m/s pentru diametre de 6 mm. Vitezele se modifică substanțial în condiții de vânt mai ales când acesta suflă în rafale.

Energia cinetică a picăturilor de ploaie este mult mai mare decât a cantității de apă echivalentă care se scurge pe versant.

Energia cinetică a ploii este egală cu suma energiilor picăturilor (3):

$$E_{cp} = \sum \frac{m_i v_i^2}{2} \quad (3)$$

efectul impactului depinde de mărimea și distribuția picăturilor, direcția și intensitatea ploii, viteza de impact, vulnerabilitatea solului.

### 3.2. Energia apei în curgere cu suprafață liberă

Fluxurile de energie într-o secțiune transversală a unei albie, în mișcare uniformă, sunt (fig. 2):

- fluxul de energie al curentului ( $E_z$ ) (4):

$$E_z = \gamma Q \left( z + h + \frac{\alpha V^2}{2g} \right) \quad (4)$$

- fluxul de energie al secțiunii ( $E_h$ ) (5):

$$E_h = \gamma Q \left( h + \frac{\alpha V^2}{2g} \right) \quad (5)$$

Unde:

$\gamma$  reprezintă greutatea specifică a apei;

$Q$  - debitul;  $z$  = diferența de nivel dintre un plan de comparație inferior planului ce trece prin fundul secțiunii de albie;

$h$  - adâncimea secțiunii;

$\alpha$  - coeficientul lui Coriolis;

$V$  - viteza medie de mișcare a curentului în secțiune;  $g$  = accelerația gravitațională;

$E_{zp} = \gamma Q(z + h)$  este fluxul de energie potențială a curentului;

$E_{hp} = \gamma Qh$  este fluxul de energie potențială a secțiunii.

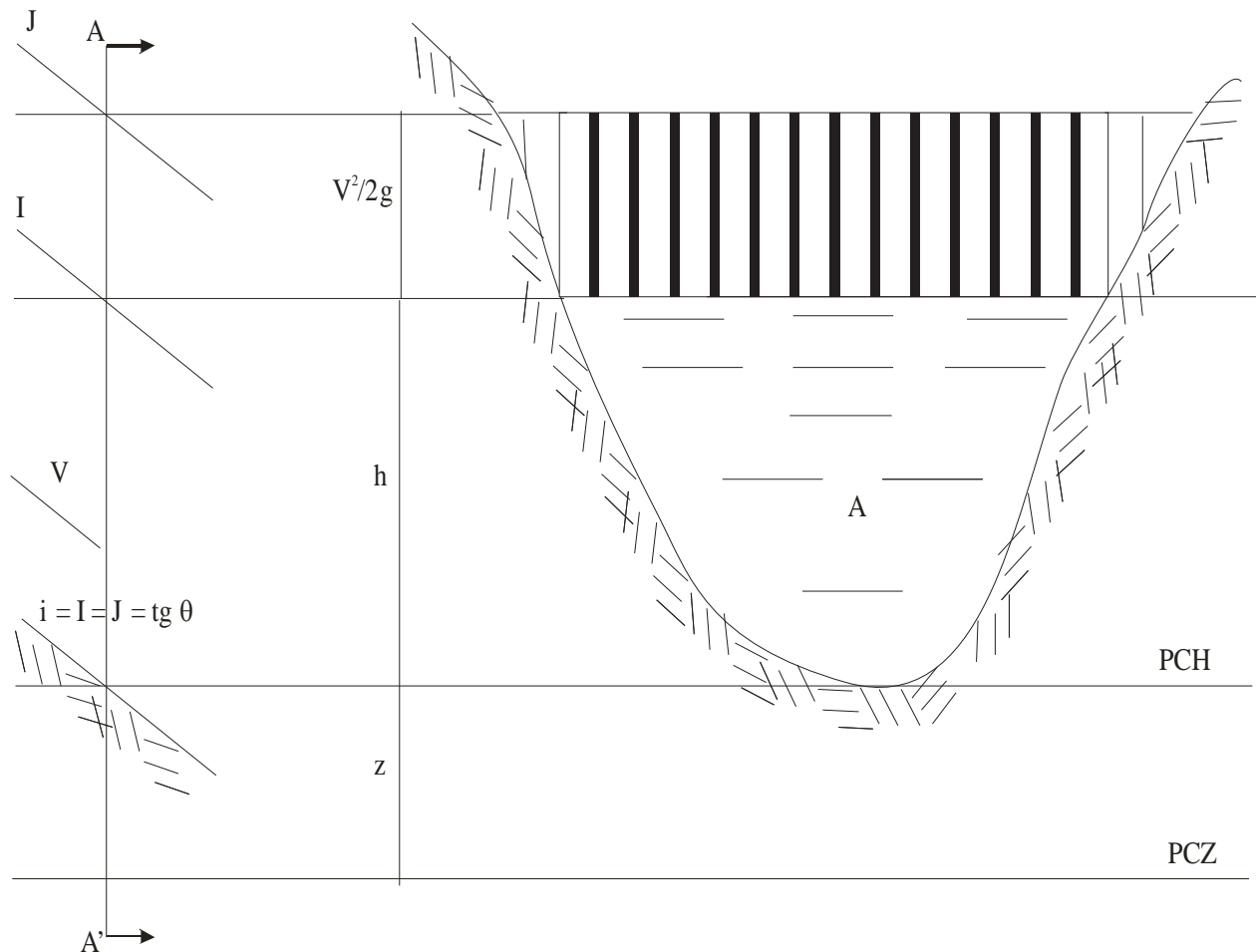
Fluxul de energie cinetică (dinamică) ( $E_c$ ) este (6):

$$E_c = \frac{\alpha \gamma}{2g} QV^2 = \frac{\alpha \gamma}{2g} AV^3 = \frac{\alpha \gamma Q^3}{2gA^2} \quad (6)$$

deoarece (7)

$$Q = A \cdot V \quad (7)$$

Fluxul de energie cinetică este aceeași pentru curent și secțiune. Fluxul total de energie al curentului ( $E_z$ ) respectiv al secțiunii ( $E_h$ ), așa cum rezultă din relațiile (4) și (5), este dat de suma energiei potențiale și energiei cinetice.



**Figura 2. Curgerea cu suprafață liberă**  
**Figure 2. Free surface flow**

### 3.3. Caracteristicile parametrice ale scurgerii torențiale

Scurgerea torențială și efectele ei depind de intensitatea fluxurilor energiei cinetice și durata acestora, în condițiile specifice ale fiecărui bazin hidrografic torențial.

Parametrii fluxului energiei cinetice au o mare variabilitate spațio-temporal, datorită caracteristicilor scurgerii torențiale menționate.

#### **Coeficientul lui Coriolis ( $\alpha$ )**

Coeficientul lui Coriolis depinde mai ales de caracteristicile hidraulice ale mișcării lichidului bifazic. La cursurile de ape torențiale valorile acestui coeficient sunt: minimă 1,15, medie 1,30 și maximă 1,50.

#### **Greutatea specifică ( $\gamma$ )**

Greutatea specifică a fluidului bifazic (apă + solid) depinde de concentrația fazei solide și caracteristicilor fizice ale acesteia. În timpul scurgerii torențiale greutatea specifică crește de la cea a apei limpezi la una maximă, funcție de

capacitatea de erodare și transport a scurgerii. Pe măsura sedimentării aluviunilor greutatea specifică scade până la apă limpede.

Pentru cuantificarea greutății specifice a fluidului bifazic, vom folosi o **greutate specifică echivalentă** ( $\gamma$ ) determinată funcție de concentrația fazei solide (8):

$$\gamma = \gamma_a + \eta_p (\gamma_p - \gamma_a) \quad (8)$$

unde:

$\gamma_a$  este greutatea specifică a apei limpezi;

$\gamma_p$  este greutatea specifică a fazei solide;

$\eta_p$  este coeficientul de încărcare cu aluviuni a curentului cu volum solid (9):

$$\eta_p = \frac{Q_p}{Q} \quad (9)$$

unde:

$Q_p$  este debitul volumic al fazei solide ( $m^3/s$ ),

$Q$  este debitul lichid de fapt al fluidului bifazic ( $m^3/s$ ).

În practică, coeficientul de încărcare se ia între 0,2...0,4.

### Debitul ( $Q$ )

Debitul scurgerilor torențiale se modifică spațio-temporal în funcție de intensitatea și durata ploii, coeficientul de scurgere, capacitatea de erodare și transport, etc.

Cunoașterea debitelor maxime de viitură, este deosebit de importantă pentru determinarea fluxurilor de energie cinetică maxime și a efectelor acestora, cât și pentru proiectarea unor lucrări de maximă eficiență.

Pentru determinarea debitelor sunt cunoscute foarte multe metode (directe sau indirecte) și diverse formule. La noi în țară în activitatea de proiectare se folosește **formula rațională** (10):

$$Q = c \cdot i \cdot S \quad (10)$$

unde:

$c$  reprezintă coeficientul de scurgere;

$i$  - intensitatea ploii;

$S$  - suprafața luată în considerare.

Pentru coeficientul de scurgere și intensitatea ploii, de asemenea sunt cunoscute diverse metode.

Debitul într-o secțiune de calcul se poate determina și cu relația (7) dacă se cunoaște secțiunea udată și viteza.

### Viteza medie ( $V$ )

Viteza medie într-o secțiune depinde de pantă ( $I$ ), secțiunea udată ( $A$ ), perimetrul udat ( $P$ ), raza hidraulică ( $R=A/P$ ), rugozitate ( $C$ ), coeficientul de torențialitate ( $K_t$ ).



Viteza se poate determina prin măsurători directe sau cu formule ca de exemplu (11):

$$V = \frac{Q}{A} \quad (11)$$

Sau cu formula lui Chézy corectată cu coeficientul de torențialitate ( $K_t$ ) (12):

$$V = K_t C \sqrt{RI} \quad (12)$$

În timpul viiturilor torențiale antrenarea și transportul aluviunilor necesită un consum de energie cinetică. În acest caz viteza de scurgere se micșorează în comparație cu cea a apei limpezi. Acest fapt impune corectarea coeficientului de viteză Chézy (C) cu coeficientul de torențialitate  $K_t$  care este subunitar. Acest coeficient rezultă din aplicarea principiului conservării impulsului (13):

$$K_t = \frac{\gamma_a}{\gamma_a + \eta_p \cdot (\gamma_p - \gamma_a)} = \frac{\gamma_a}{\gamma} < 1 \quad (13)$$

### 3.4. Energia cinetică a scurgerii de suprafață pe versanți

Apa acumulată pe suprafața versanților, capabilă să se scurgă, este încărcată cu energie potențială, care se transformă în energie cinetică prin fenomenul scurgerii.

La început, această scurgere este sub forma peliculară difuză, laminară, cu energie insuficientă pentru eroziune și transport. În continuare scurgerea laminară se transformă în scurgere turbulentă, având capacitatea de denudare a versantului.

Debitul fazei solide, respectiv a coeficientului de încărcare depinde de intensitatea eroziunii de suprafață ( $e_0 \dots e_4$ ).

### 3.5. Energia cinetică a scurgerii concentrate

#### 3.5.1. Energia cinetică a scurgerii concentrate pe versanți

Apa are tendința de deplasare pe linia de cea mai mare pantă, formând la început șiroiri cu adâncimi sub 0,2m. acestea se transformă în continuare în formațiuni torențiale minore. La început se formează rigole (0,2...0,5m) de formă și durată variabilă, care pot să și dispară în perioadele fără scurgere.

Creșterea debitelor și vitezelor duce la concentrarea energiilor și la formarea ogașelor (0,5...2,0m) și a ravenelor cu adâncimi de peste 2,0m ca fenomene de eroziune în adâncime (liniară).

Eroziunea în ravene este complexă prin mecanismul ei, deoarece produce eroziune de fund, eroziune laterală, eroziune regresivă, surpări de maluri, dezechilibrarea versanților, deci antrenarea unui volum mare de aluviuni.

Energia cinetică a scurgerii concentrate pe versanți este mare datorită pantelor mari respectiv a vitezelor mari și a volumului mare de aluviuni antrenate.

### 3.5.2. Energia cinetică a scurgerii concentrate în alpii

Așa cum s-a arătat, scurgerea concentrată în alpii reprezintă etapa calitativ superioară a scurgerii concentrate, ducând la formațiuni torențiale majore ca torenții și pâraiele torențiale. Scurgerea este localizată în rețeaua hidrografică a bazinului.

În virtutea energiilor pe care le posedă alpiile, în acestea are loc o continuă erodare a suprafețelor adiacente scurgerii cu efectele aferente.

Debitele în aceste alpii cresc datorită colectării apei scurse de pe versanți, ceea ce duce la secțiuni udate corespunzătoare cu vitezele de scurgere aferente. Pantele alpiilor descresc de la cele secundare la albia principală.

Cuantificarea energiei cinetice a scurgerii torențiale se efectuează în diverse secțiuni de calcul ale alpiilor și ravenelor. Alegerea acestor secțiuni este funcție de caracteristicile specifice ale fiecărei alpii.

Între două secțiuni care delimitează un sector de albie notat cu  $A_1$  în aval și  $A_2$  în amonte, energia cinetică înregistrează odată pierderi datorită forțelor de rezistență care se opun curgerii, dar în același timp poate să crească ca urmare a creșterii debitului. Dacă notăm diferența dintre cele două energii cu  $\Delta E = E_1 - E_2$  și  $\Delta E > 0$  înseamnă că energia crește în sectorul respectiv, dacă  $\Delta E = 0$  ea rămâne constantă, iar dacă  $\Delta E < 0$  energia cinetică scade.

Energia cinetică a scurgerii în alpii este variabilă în timp și spațiu. În general ea crește dinspre amonte spre aval, ceea ce nu exclude descreșteri pe diverse sectoare. Pe porțiunea de albie dinafara zonei cu ploaie, energia cinetică se diminuează pe traseu datorită rezistențelor.

### 3.5.3. Variația energiei cinetice funcție de forma bazinului

Forma bazinului hidrografic torențial influențează substanțial mărimea energiei cinetice, deoarece forma determină variabilitatea unor parametri morfometrici de care depinde energia, ca de exemplu panta alpiilor și versanților.

Să considerăm un număr de patru bazine hidrografice având formele alungită, cerc, pătrat și formă turtită. Aceste bazine au aceeași suprafață, aceeași energie de relief, aceeași intensitate a ploii, același coeficient de scurgere, aceeași lungime de rețea hidrografică, aceeași greutate specifică a apei.

Este evident că în aceste bazine panta versanților și alpiilor și în consecință viteza scurgerii diferă, așa încât și fluxul energiei cinetice diferă.

## 4. Rolul energetic al lucrărilor de amenajare a bazinelor hidrografice torențiale

Pentru combaterea și reducerea la minimum a efectelor nefaste ale scurgerii torențiale, în bazine se execută un ansamblu de lucrări pe versanți și pe rețeaua hidrografică, constând din lucrări biologice și hidrotehnice.

Rolul principal în combaterea efectelor scurgerii torențiale de suprafață îl au lucrările biologice. Vegetația și în special cea forestieră, protejează solul de

impactul picăturilor de ploaie și micșorează coeficienții de scurgere datorită retenției și infiltrației apei în sol.

Pentru combaterea efectelor scurgerii torențiale concentrate, rolul principal revine lucrărilor hidrotehnice transversale, ce se execută pe formațiunile torențiale minore și majore, respectiv pe rețeaua hidrografică.

Lucrările hidrotehnice transversale (baraje, praguri, traverse) prin amplasamentul și funcțiile lor:

- diminuează debitul solid prin acumularea aluviunilor în bieful amonte;
- micșorează viteza apei;
- opresc eroziunea în adâncime;
- stabilizează malurile prin aterisamente în bieful amonte.

Lucrările hidrotehnice longitudinale dirijează curentul de apă și protejează malurile de eroziunea laterală.

Rezultă că ansamblul lucrărilor duce la reducerea fluxurilor de energie cinetică, deci aceste lucrări sunt de fapt **disipatoare ale energiei cinetice** a scurgerii torențiale.

## 5. Concluzii

Întru-cât bazinele hidrografice torențiale sunt sisteme dinamice cu intrări și ieșiri de materie și energie, în studiul și analiza proceselor torențiale, alături de parametrii morfologici, morfometrici și hidrologici, se impune includerea parametrilor energetici, prin fluxurile de energie cinetică, care pun în mișcare și întrețin scurgerea torențială.

Având în vedere rolul energetic al lucrărilor de amenajare al bazinelor hidrografice torențiale, cât și faptul că dinamismul ridicat al proceselor hidromorfogenetice îi corespund fluxuri de energie cinetică mari, în stabilirea amplasamentelor și alegerea tipurilor de lucrări se impune cuantificarea și analiza factorilor energetici.

## Bibliografie

- Bojoi, I., 1992, Eroziunea solului. Universitatea „Alexandru Ioan Cuza”, Iași
- Grudnicki, F., 1996, Corectarea torenților , vol. I. Universitatea „Ștefan cel Mare”. Suceava
- Grudnicki, F., Ciornei, I., 1999, O nouă metodă de cuantificare a energiei de relief în bazinele hidrografice torențiale. Pădurea românească în pragul mileniului trei. Universitatea „Transilvania” Brașov.
- Ichim, I., Rădoane, M., 1996, Dinamica sedimentelor. Editura tehnică, București.
- Rădoane, M., Rădoane, N., 1999, Ravenele. Editura Presa Universitară Clujeană.
- Pandi, C., 1997, Concepția energetică a formării și transportului de aluviuni în suspensie. Editura Presa Universitară Clujeană.

## Abstract

### Contribution to the study of torrential flow energetics

Torrential watersheds are considered opened cybernetic systems, with inputs and outputs of matter and energy.

In this context the paper analyses specific energetic exchanges of torrential flow on the versants and hydrographical net, related to transversal hydro technical works which function also as energy disperser.

**Keywords:** torrential watershed, energetic exchanges, transversal hydro technical works.

---

Ing. Francisc GRUDNICKI,  
Universitatea "Ștefan cel Mare" Suceava,  
Facultatea de Silvicultură,  
[silvic@usv.ro](mailto:silvic@usv.ro)