

# CERCETĂRI DE GEOMORFOLOGIE APLICATĂ PENTRU CUNOAȘTEREA MODIFICĂRILOR LA NIVELUL ALBIILOR DE RÂU

**Maria RĂDOANE**

*Cuvinte cheie:* factori de control, dinamica albiilor, intervențiile antropice, efecte asupra mediului  
*Key words:* controlling factors, channel changes, human disturbance, environmental effects

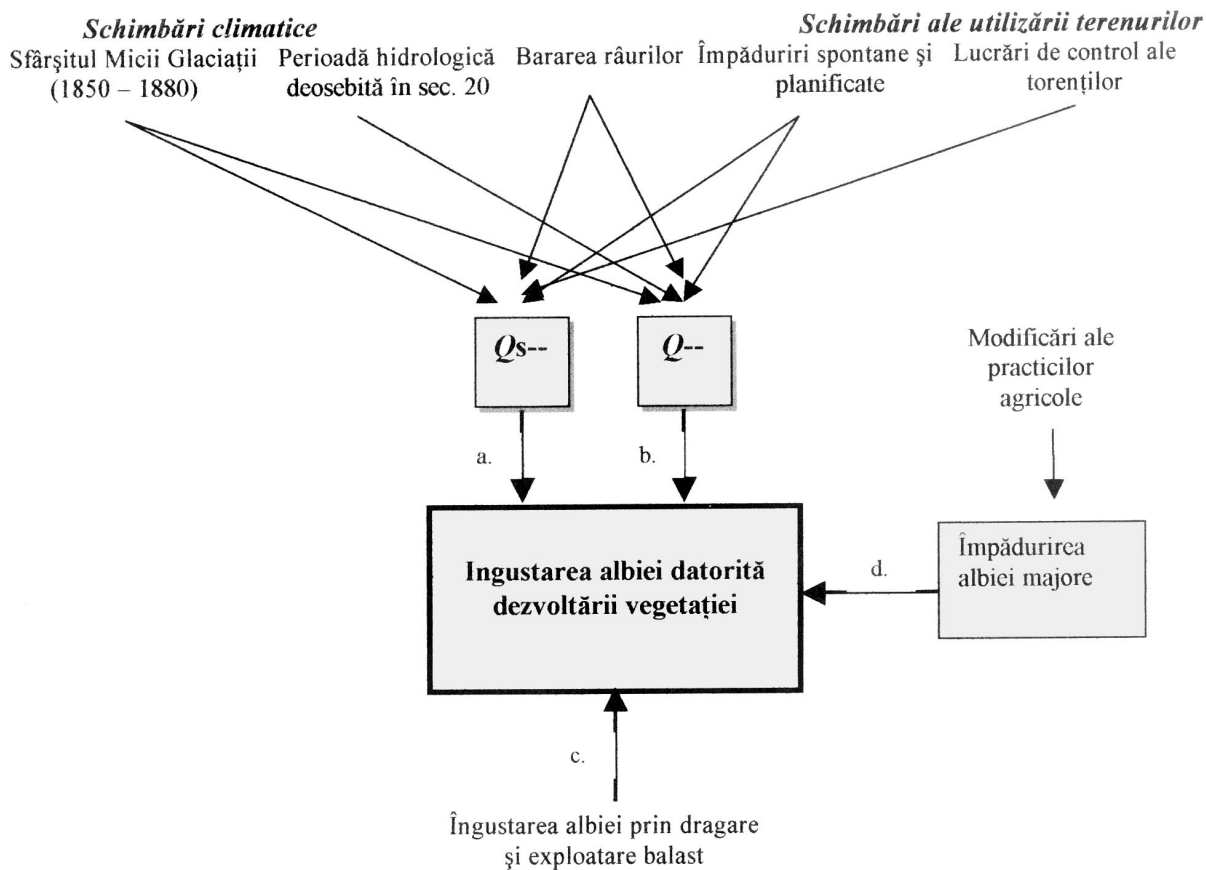
**Researches of applied geomorphology to know the river channel changes.** Channel adjustments due to vertical and lateral instability along alluvial rivers, often induced by various types of human disturbance, may become unacceptable for the human activity itself when the alluvial plain adjacent to the river is densely populated and developed. Channel incision and related adjustments of channel geometry may have several environmental and societal effects, such as: damage to bridge, artificial levees and other engineering structures; loss of agricultural lands; delivery of large volumes of sediments and woody debris and associated effects on inundation hazards; damage to aquatic and riparian ecosystems; loss of habitat diversity; effects on river-water table relationships, inducing loss of alluvial groundwater storage and damage to riparian vegetation. The management and stabilization of unstable rivers pose several problems to river engineers and managers, and the importance of the geomorphological approach, accounting for channel morphology and dynamics, in providing useful guidance for stabilization schemes is increasingly recognized.

## 1. Factori de control ai modificărilor albiilor de râu

Râurile au fost prezentate ca sisteme geomorfologice cu legături complexe între variabilele de control ale aportului de debit solid,  $Q_s$ , și debit lichid,  $Q$ , pe de o parte, și variabilele dependente ale geometriei albiei, pe de altă parte (Schumm, 1977). Cercetările au condus la formularea teoriei geometriei hidraulice, odată cu lucrarea de pionierat a echipei Leopold și Maddock (1953) care au stabilit relații de putere între cele două domenii. Variabila care are un puternic control asupra geometriei albiei este debitul solid, dat de intrarea de aluviuni, mai mare sau mică, din bazinul versant. Această variabilă, vom vedea, este foarte sensibilă la orice intervenție antropică. Aceasta pentru că ieșirea din sistemul geomorfologic fluvial se calibrează la nivelul secțiunii de control a albiei. În acest caz, toate variabilele din amonte ale bazinului influențează secțiunea de control, de la tipul de folosință a terenurilor, procesele geomorfologice, geomorfometria bazinului, impactul antropic ș.a. De aceea, pentru orice amenajare de albie sau de bazin cunoașterea fenomenelor geomorfologice ale albiei devine o necesitate.

Modificările albiilor de râu datorită instabilității verticale și laterale de-a lungul albiilor aluviale, adesea induse de variate tipuri de intervenții antropice, pot deveni neacceptabile pentru activitatea umană însăși, când albia majoră adiacentă este dens populată și bine dezvoltată. Adâncirea albiei și modificarea geometriei secțiunii transversale pot avea numeroase efecte ambientale și societale, cum ar fi: punerea în pericol a podurilor, a digurilor și alte structuri inginerești; pierderi de terenuri agricole, evacuări de mari volume de aluviuni; pagube produse ecosistemelor acvatice și riverane; pierderi ale diversității habitatului, a condițiilor de depunere a icrelor, sărăcirea în ihtiofaună; efecte asupra relației între râu și apele freactice, pagube aduse vegetației riverane.

Managementul și controlul râurilor instabile pun probleme serioase hidrotehnicienilor și amenajștilor, astfel încât este recunoscută importanța cercetărilor geomorfologice pentru cunoașterea morfologiei și dinamicii albiei în elaborarea ghidurilor cu scheme de stabilizare.



**a : Descreșterea  $Q_s >$  descreșterea  $Q$**

- ii) desincronizare între descreșterea  $Q_s$  și îngustarea albiei datorită timpului de răspuns al sistemului la schimbare (timpul de răspuns este dat în principal de timpul de transfer al aluviunilor prin bazin)
- iii) îngustarea albiei progresiv de la sursa de aluviuni

**b : Descreșterea  $Q >$  descreșterea  $Q_s$**

- ii) sincronizarea între revegetarea albiei majore și adâncirea albiei

**c : Deconectarea albiei de suprafața activă inițială prin degradarea albiei**

- ii) adâncirea albiei anterior invaziei vegetației în albiile active
- iii) îngustarea progresivă a albiei de la locația unde patul albiei a coborât (progresia amonte și aval a degradării de sectoarele perturbate)

**d : Modificarea albiei prin împădurirea albiei majore**

- ii) sincronism între împădurirea albiei majore și îngustarea albiei

Fig 1. Modelul conceptual al factorilor ce controlează adâncirea albiei: ipoteze de lucru (a to d) (F. Liebault, H. Piegay, 2003)

Râurile mai importante din Europa au fost supuse unor îndelungi și diverse modificări antropice, iar modificările istorice ale albiilor au fost bine studiate (Petts et al., 1989 ; Bravard et al., 1999 ; Surian, 1999 ; Kondolf et al., 2002 ; Rinaldi, 2003). Numeroase studii au arătat tendințe similare ale modificărilor albiilor de râu pentru o perioadă istorică ce se desfășoară până la începutul secolului al XIX-lea, caracterizate prin procese de agradație ce afectează diferite componente ale sistemului fluvial (albia minoră, albia majoră, zonele terminale precum deltele), urmate de o inversare a tendințelor agradaționale în timpul secolului XX, ca urmare a diferitelor tipuri de intervenții antropice. Numeroase studii au demonstrat că variațiile climatice induse în frecvența și mărimea inundațiilor au avut un rol important în determinarea instabilității verticale și orizontale a albiilor.

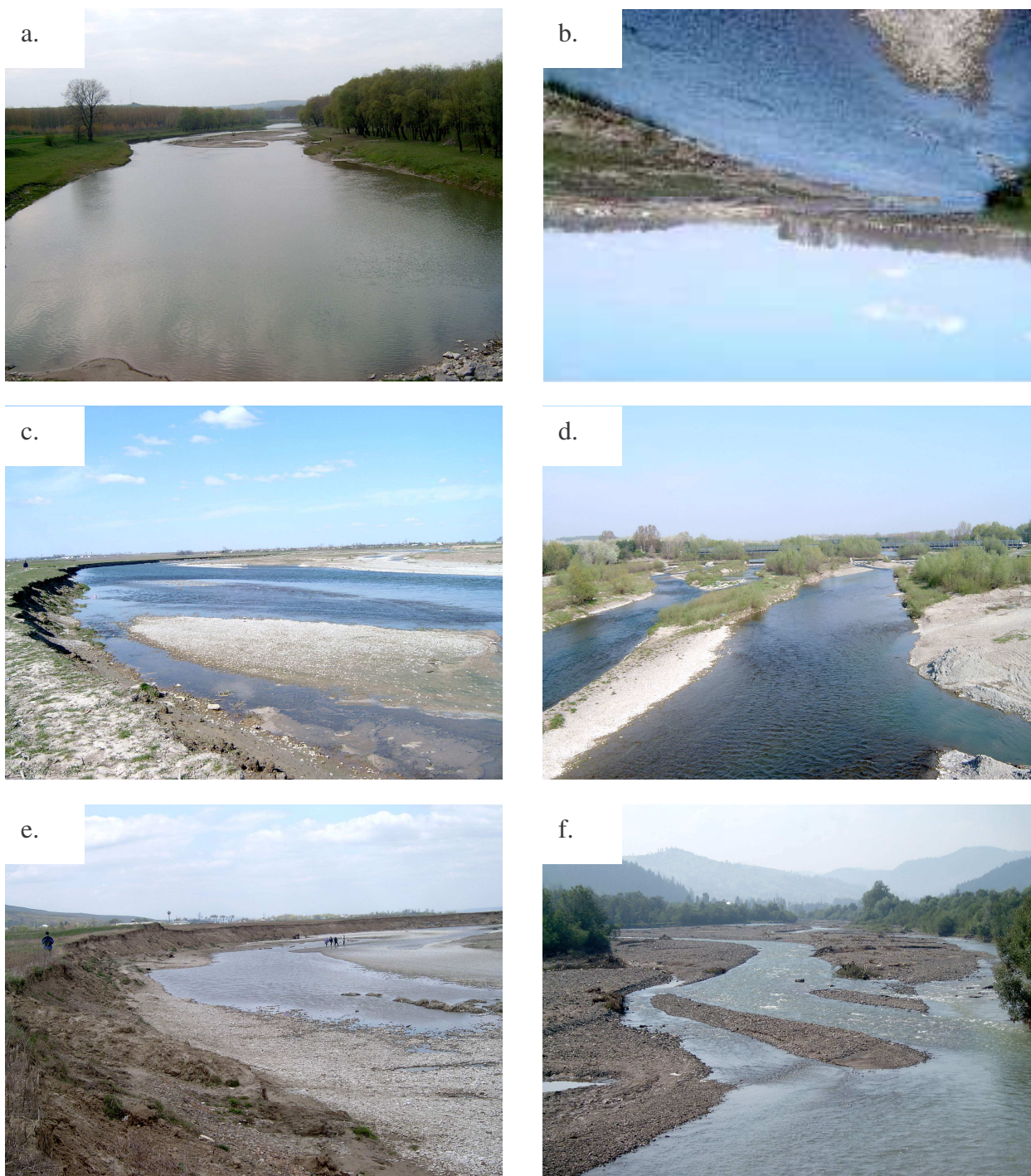


Fig. 2. Albia minoră a râului Suceava în diferite ipostaze : a. albie unitară cu ostrov median la Ițcani ; b.albie sinuoasă cu ostroave laterale ; c. albie sinuoasă cu ostroave mediane ; d.albie cu brațe multiple, cu tendință de anastomozare ; e.buclă de meandru cu eroziune laterală ; f. albie împletită cu pat de pietriș Suha Bucovineană (foto N. Rădoane).

Adâncirea și îngustarea albiilor a fost observată în multe zone din Franța pentru ultimile două secole, atât în cazul râurilor cu pat de pietriș, precum și a râurilor mici din zona montană (Liebault și Piegay, 2002). Numeroase albi s-au adâncit, începând cu mijlocul secolului al XIX-lea, înregistrând apoi o accelerare în perioada 1950 – 1970. Îngustarea albiei s-a datorat clar unei intervenții umane, atât în bazin, cât și în lungul albiilor majore. Este vorba de o împădurire extinsă a versanților și o schimbare a utilizării terenurilor în lungul albiilor majore care a condus la descreșterea transportului de aluviuni în sistemul hidrografic respectiv. Acțiunile umane au indus profunde schimbări asupra producției de aluviuni la scara unui timp de ordinul deceniilor, mai ales, în cadrul sectoarelor apropiate de sursele de aluviuni. Astfel, chiar dacă Mica Glaciație a avut efecte asupra geomorfologiei râurilor, efectul ei este probabil mult mai atenuat, decât efectele intervențiilor umane. Răspunsul albiilor de râu prin adâncire la modificările climatice și de utilizare a terenurilor este prezentată în schema logică din fig. 1. Cercetările asupra modificării albiilor Europa în secolul XX (Rinaldi, 2003) au condus la selectarea următoarelor categorii de perturbări antropice responsabile de aceste schimbări:

1. *Perturbări la nivelul bazinului hidrografic*, concentrate între sfârșitul secolului al XIX-lea și primele decenii ale secolului al XX-lea, incluzând reîmpădurirea a unor mari zone din partea superioară a bazinelor, favorizate de o serie de legi ale managementului terenurilor, stabilizarea versanților și construirea de numeroase mici baraje pe râurile montane.

2. *Exploatarea de balast*. În timpul celor trei decenii după cel de-al Doilea Război Mondial volumul de agregate extras din albie a crescut de mai multe ori, ca o consecință a reconstrucției post-război, iar mai târziu, datorită industrializării și urbanizării.

3. *Baraje*. Amplasarea lacurilor transversale de tip baraj a introdus mari discontinuități în transportul de aluviuni, în evoluția albiilor de râu și a versanților adiacenți, care în timp geologic sunt controlate cu o rată foarte redusă de manifestare, de mișcările tectonice și de variațiile nivelului general de bază. Asemenea structuri sunt și în țara noastră, în număr de cca. 260 lacuri de baraj, cu un volum total de cca. 13 miliarde m<sup>3</sup> (1/3 din volumul total de apă tranzitat într-un an de râurile interioare).

4. *Lucrări de protecție a malurilor și construcția de diguri*. Acest tip de intervenții a fost prezent aproape toată perioada secolului XX, în principal, în cazul râurilor care strabat orașele. În România, în perioada 1950-1990, în contextul amenajărilor hidroenergetice și hidrotehnice, s-au construit 771 km de diguri pe cele mai importante râuri, mai ales după viiturile din 1970.

## 2. Ce trebuie să cunoască un geomorfolog ?

Elementele pe care un geomorfolog trebuie să le aibă în vedere sunt : a) geometria plană a albiei, deci tipul de albie; b) relația debit lichid/debit solid; c) identificarea condițiilor de albie stabilă; d) profilul longitudinal al râului; e) caracteristici geometrice și fizice ale aluviunilor; f) stabilitatea și evoluția patului aluvionar; g) relațiile morfometrice ale albiei stabile; h) eroziunile și acumulările în lungul albiilor; i) procesele morfologice în zona albiilor prin amenajarea barajelor (colmatarea amonte, eroziune aval).

### 2.1. Cu privire la tipul de albie

Trebuie identificată și caracterizată *categoria de albie* la care aparține sectorul sau râul analizat: *rectilinară, sinuoasă, meandrată și împletită*, în funcție de care se determină parametrii morfometrici, ca de exemplu: lățimea albiei, lungimea de undă a meandrelor sau dintre două noduri, amplitudinea meandrării sau împletirii; baza de curbură a buclelor de meandru; înălțimea malurilor; coeficientul de sinuozitate sau împletire, dinamica albiei funcție de forma lor, să se identifice corect lungimea de undă sau spațierea vad - vad și vad - adânc. Râurile în mediul nostru climatic formează un continuum de tipuri de albi, cele mai multe sunt albi unitare, drepte, sinuoase și meandrate și mai puțin morfologii tranziționale între albi sinuoase și albi împletite. Principalele tipuri de albi sunt derivate din clasificările propuse de Schumm (1985) și Church (1992) și ele trebuie identificate și descrise de geomorfologi pentru regiunea de studiu respectivă. Iată, de exemplu, într-un studiu asupra modificării albiilor din regiunea

Toscana, Italia, Rinaldi (2003), pe baza observațiilor în teren, a analizelor aerofotogramelor din perioada 1954 și 1993 – 1998, a grupat albiile de râu în patru tipuri generale (fig. 2): 1) sinuoase; 2) meandrate; 3) sinuoase cu ostroave; 4) împletite.

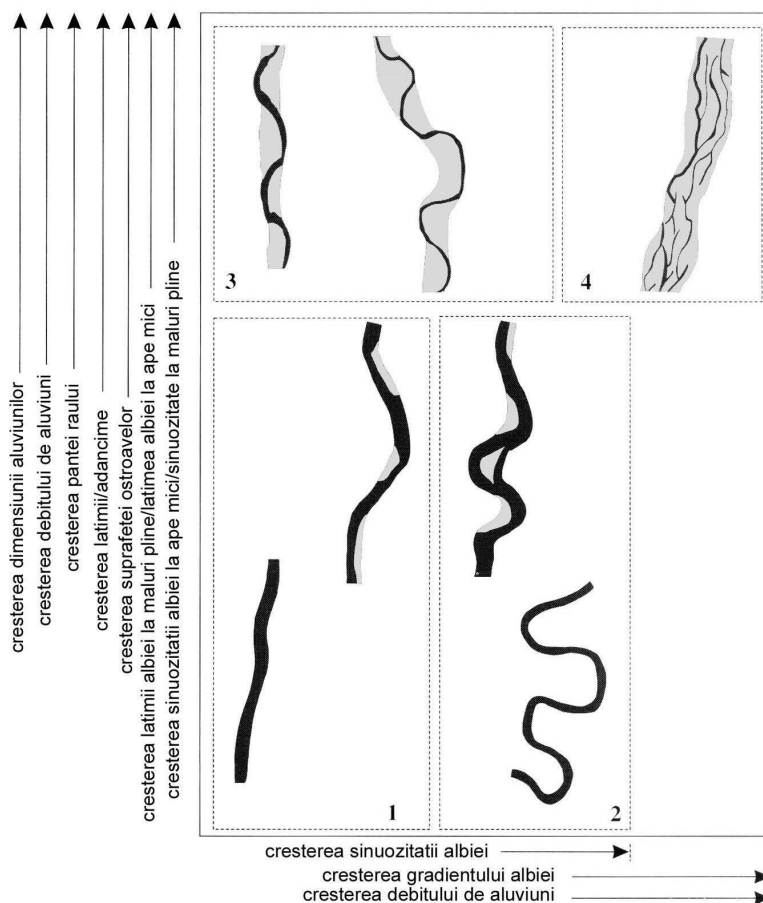


Fig. 2. Tipuri de albiile observate în Toscana (Rinaldi, 2003): 1, sinuoase; 2, meandrate; 3, sinuoase cu ostroave alternative; 4, împletite. Zonele gri indică ostroave active, iar în negru, albia la ape mici.

Albiile sinuoase se caracterizează prin indice de sinuozitate între 1,2 – 1,5 și includ albiile drepte cu absența ostroavelor sau albiile sinuoase cu ostroave sporadice până la frecvențe. Albiile meandrate se caracterizează printr-o sinuozitate mai mare (1,5 – 2,5), pantă mai mică și aluviuni mai fine în patul albiei. Acest tip de albie se întâlnește în lungul câmpiilor costale ale principalelor râuri din Toscana, care se deosebesc de râurile cu meandre libere, întrucât multe moștenesc tipul lor istoric. Albiile sinuoase cu ostroave alternative se întâlnesc frecvent în partea de sud a Toscanei. Albiile împletite au fost observate pe aerofotogramelor din 1954, dar acest tip este rar întâlnit în prezent în Toscana.

Cercetările noastre asupra albiilor de pe rama estică a Carpaților Orientali a rezultat în sintetizarea unor tendințe (fig. 3) în definirea unor tipuri de albiile care sunt în relație directă cu ajustarea geometriei hidraulice prin agradare și degradare în profil longitudinal (Rădoane et al., 1991). Pentru secțiunile de albie din aria cristalină a Carpaților, ce corespunde în general, pantei celei mai mari a profilului longitudinal, valorile de oscilație ale patului albiei sunt sub 50 cm amplitudine și domină degradarea. Albiile prezintă numeroase repezișuri și mici cascade, sunt unitare, relativ drepte și o pătură aluvială redusă. Tipul 1 stânga din fig. 2 ar fi cel caracteristic acestor albiile. Secțiunile de albie ce străbat aria munților flișului au valori de oscilație ce cresc până la  $\pm 100$  cm. Albiile sunt unitare, cu un pat aluvial gros, format din bolovăniș și pietriș bine rulat și cu ostroave laterale, alternative bine conturate (tipul 1 dreapta în fig. 2). În arealul subcarpat și extracarpat, amplitudinea de oscilație pe verticală a patului albiilor crește simțitor, atingând în cazul Sucevei la Ițcani aproape 3 m, Moldovei la Tupilați 2 m, Putnei 1,5 m. Este arealul de dezvoltare a piemontului extracarpat în care albiile, cu un surplus de debit solid,

înregistrează cea mai mare mobilitate verticală și orizontală (împletirea). Aici întâlnim albie de tipul 3 și 4 (fig. 2) cum ar fi, de exemplu, albia Sucevei în Depresiunea Rădăuți, albia Moldovei avale de Gura Humorului ș.a. În zona luncii Siretului, panta profilului longitudinal se reduce, amplitudinea oscilațiilor patului albiei scade la sub 100 cm, iar albia tinde să meandreze. Tipul 2 este cel care caracterizează acest tip de albie, mai ales tipul 2 stânga, datorită unui transport aluvionar destul de însemnat.

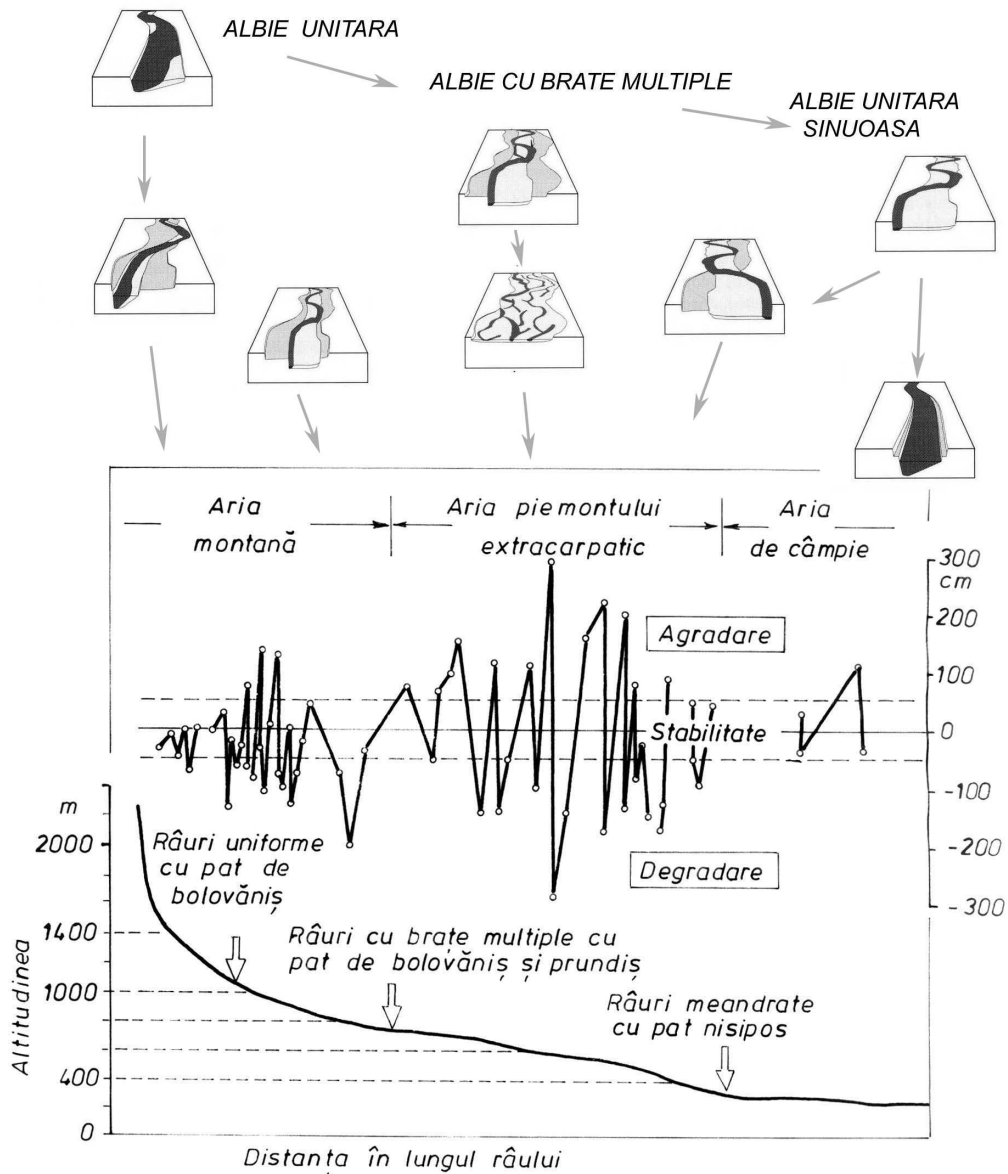


Fig. 3. Tipuri de albie în relație directă cu ajustarea geometriei hidraulice prin agradare și degradare în profil longitudinalul al râurilor est-carpatic (Rădoane et al., 1991).

Identificarea tipului de albie, după cum se poate deduce din aceste exemple, poate să conducă observația geomorfologică la concluzii pertinente privind complexitatea de factori de control și, în consecință, o evaluare corectă a evoluției sistemului fluvial în ansamblu.

## 2.2. Cu privire la relațiile debit lichid - debit solid

În legătură cu acest aspect atenția trebuie îndreptată în *analiza tipului de transport, suspensional sau târât*, cunoscut fiind faptul că în albiile sinuoase domină prima categorie de transport, iar în cele împletite a doua categorie, că în albiile sinuoase transportul târât, chiar dacă se face într-o proporție redusă din debitul solid total se face tot anul, în timp ce pe râurile cu facies grosier, transportul târât se face preponderent în timpul viiturilor. Analiza transportului de aluviuni în relație cu debitul lichid se realizează pentru a evidenția regimului zilnic, lunar, sezonier și multianual, deoarece relațiile pot avea altă formă funcție de perioada de timp considerată. De asemenea, pe această bază se pot face comparații între bazine de forme și mărimi diferite, situate pe litologii diferite, pe utilizări diferite ale terenurilor. Exemplul pe care îl ilustrăm este cel al relației debitului solid ( $Q_s$ ) – debit lichid ( $Q$ ) pentru două râuri controlate de bazine hidrografice de mărimi diferite : râul Siret în secțiunea Lungoci și un râu mic, Șcheia, de doar 26 km<sup>2</sup>, afluent al Sucevei (fig. 4). Panta corelațiilor pentru cele două situații este aproximativ asemănătoare, așa cum indică exponenții celor două ecuații, ceea ce denotă faptul ritmul de încărcare cu aluviuni ale celor două râuri este aproximativ asemănător.

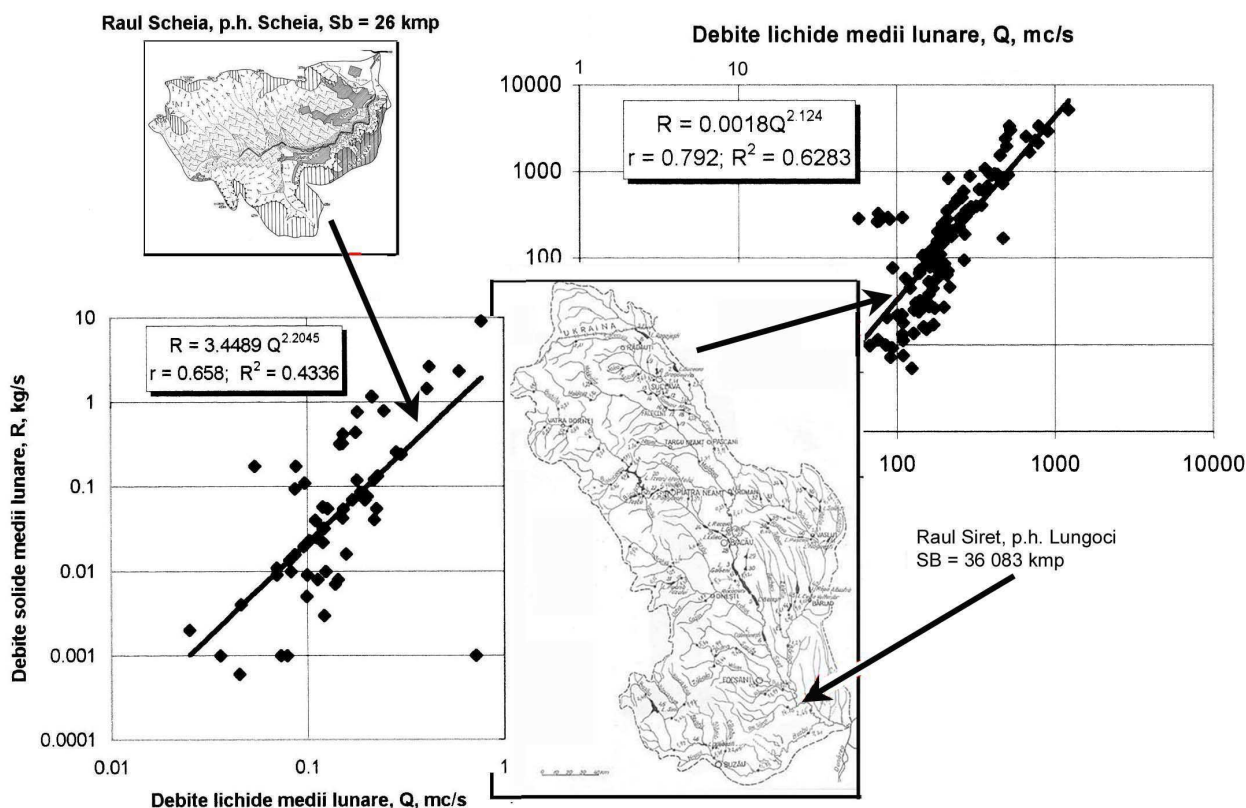


Fig. 4. Relații  $Q_s$ - $Q$  pentru două râuri controlate de bazine hidrografice de mărimi diferite.

Diferențierea între râuri este în legătură cu intensitatea corelațiilor; la un râu mare precum Siretul, corelația este puternică, ceea ce arată o ridicată sensibilitate a mărimii debitului de aluviuni odată cu creșterea debitului lichid, respectiv, o redusă influență a factorilor bazinului hidrografic. În schimb, la un bazin mic, sensibilitatea corelației este mult diminuată deoarece factorii de influență exercitați de bazin se transmit mult mai ușor, distanța până la colectorul principal fiind scurtă.

De asemenea, trebuie avută în vedere *dinamica patului albiei* funcție de transportul târât, respectiv dinamica (deplasarea) vadurilor și adâncurilor, fenomen ce trebuie evaluat cu exactitate în amplasarea lucrărilor de corectare a albiilor.

### 2.3. Cu privire la albiile stabile

Pe baza cunoașterii dinamicii acestora, a stăpânirii relațiilor fundamentale ale geometriei hidraulice, în cazul amenajării albiilor, studiile de geomorfologie trebuie să aibă în vedere următoarele aspecte :

- ca lucrările să se înscrie pe cât posibil tendințelor naturale și să utilizeze energia acesteia, deci să se evite lucrările care ar modifica prea mult regimul natural, de exemplu, să nu se facă închideri totale de brațe;

- să se cunoască bine impactul lucrărilor propuse asupra albiei, iar sectoarele amenajate să aibă bine asigurate capetele pentru a nu apare fenomenul de ocolire ale râului, acest aspect este funcție de tipul lucrărilor și trebuie analizat nu numai în sectorul amenajat, ci și amonte și aval de acesta;

- să se determine sectoarele stabile, după așa numitele "sectoare model" ușor de identificat după următoarele caracteristici : curgerea apelor este concentrată într-o albie mică, cel puțin până la nivelul mediu; malurile descriu curbe line, fără inflexiuni bruște; adâncimile la adâncuri și vaduri nu diferă prea mult; pantele apei sunt aproape uniforme; secțiunea udată a albiei, la ape medii are o formă parabolică; navigabilitatea (dacă este cazul) nu întâmpină dificultăți. Toate aceste aspecte pot fi deduse din fișa de cadastru pe care trebuie să o aibă fiecare râu, cel puțin, cele mai importante. După caracterizarea lor se trece la studii de detaliu privind elementele de albie stabilă, studii în care cunoașterea hidraulică este domeniul solicitat.

Sectoarele stabile pot fi identificate prin cartografierea în teren, cercetarea hărților vechi, a aerofotogramelor, metode de dendrocronologie și prin analiza înregistrărilor de la posturile hidrometrice.

Prima metodă a fost aplicată pentru râurile din regiunea Toscana unde Rinaldi (2003) a identificat trei clase calitative de modificări verticale ale albiilor (adâncire limitată, adâncire moderată și adâncire intensă). În ansamblu, tipul dominant al modificării verticale a albiilor a fost adâncirea sau *degradarea* generalizată în lungul tuturor sistemelor fluviale investigate. Cea mai mare adâncire s-a înregistrat pe râul Arno, de 4 m până la 9 m pentru întreaga perioadă analizată (1920-2000).

Aerofotogramele și metodele dendrocronologice au fost utilizate de către Liebault și Piegay (2002) asupra modificării albiilor râurilor din partea de sud-est a Franței. Astfel, au fost recoltate 405 carote din arborii de pe prima suprafață adiacentă albiei active, atât de pe râurile cu pat de pietriș a căror suprafață bazinală depășește 900 km<sup>2</sup>, cât și a râurilor mici de munte cu suprafețe bazinale între 10 și 100 km<sup>2</sup>. Cele mai vechi specii studiate au fost *Alnus incana*, *Populus nigra*, *Pinus sylvestris*. Pe baza acestora s-a stabilit că tendința generalizată a albiilor a fost cea de îngustare a secțiunii transversale pentru ultimii 150 de ani.

Informația provenită din secțiunile posturilor hidrometrice a fost monitorizată de noi într-un studio din 1991 asupra râurilor din partea estică a Carpaților Orientali (în total 70 de secțiuni). Pentru fiecare măsurătoare, înălțimea patului albiei a fost considerată de noi ca fiind poziția talvegului față de 0 grafic al mirei hidrologice. Din valoarea nivelului (în cm) s-a scăzut valoarea adâncimii maxime (în cm), diferența reprezentând înălțimea patului albiei. S-au prelucrat date de măsurători pentru o perioadă cuprinsă între 11 – 50 ani. Cercetările noastre au condus la observarea a unei tendințe de adâncire sau degradare a albiei minore pentru 54% din albiile de râu din Carpații Orientali; albiile stabile (albiile care nu înregistrează o tendință bine definită și nici oscilații mai mari de 50 cm) au reprezentat 24, 5 %, iar albiile cu tendințe de agradare, 21, 5 %. Spre deosebire de tendința râurilor de vestul Europei, unde adâncirea și îngustarea au fost procesele fluviale dominante în secolul trecut, în cazul țării noastre tendințele de agradare continuă să caracterizeze numeroase sectoare de albiile minore, în special, aria piemontană a Carpaților Românești, datorită unui transport aluvionar încă foarte mare. Iar acesta este în relație directă cu intervențiile brutale în bazinele de recepție ale râurilor respective prin schimbarea utilizării terenurilor, fie prin despădurire, fie, dimpotrivă, prin încetarea lucrărilor de ameliorare și corectare a torențelor, a terenurilor degradate.

Informația provenită din secțiunile posturilor hidrometrice a fost monitorizată de noi într-un studiu din 1991 asupra râurilor din partea estică a Carpaților Orientali (în total 70 de secțiuni). Pentru fiecare



măsurătoare, înălțimea patului albiei a fost considerată de noi ca fiind poziția talvegului față de 0 grafic al mirei hidrologice. Din valoarea nivelului (în cm) s-a scăzut valoarea adâncimii maxime (în cm), diferența reprezentând înălțimea patului albiei. S-au prelucrat date de măsurători pentru o perioadă cuprinsă între 11 – 50 ani. Pentru unele secțiuni, cum este cea exemplificată în fig. 5, seria de timp analizată a fost prelungită până în 2002, de unde și posibilitatea de a surprinde influența tuturor factorilor în dinamica patului albiei (în exemplul prezentat este evidențiată comportarea albiei râului Bistrița amonte 17 km de lacul Izvoru Muntelui).

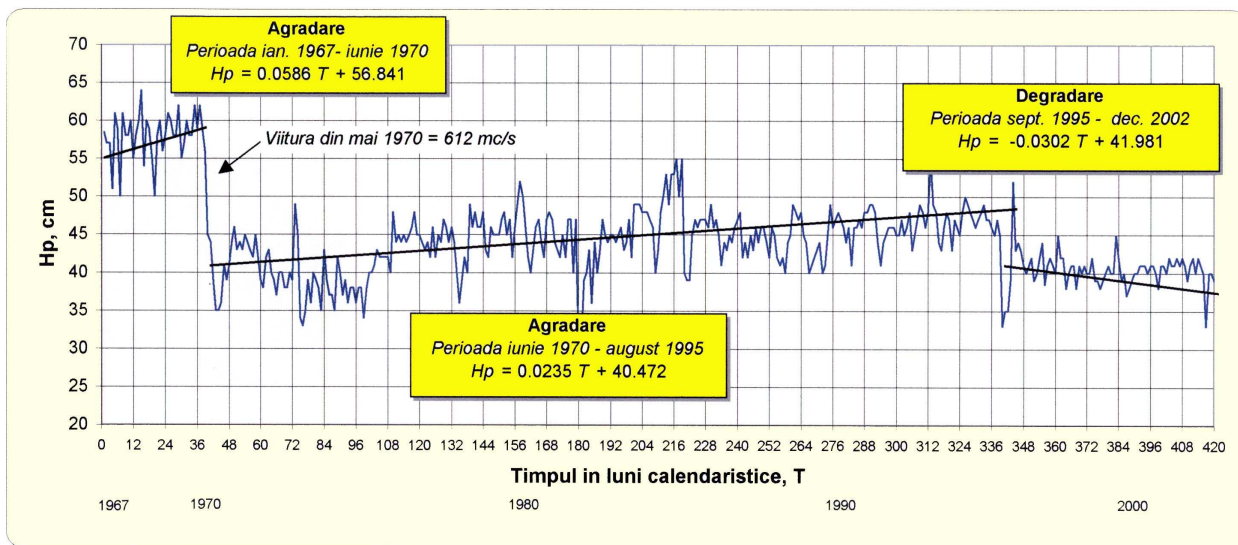


Fig. 4. Dinamica patului albiei râului Suceava la postul hidrometric Ițcani.

Cercetările noastre au condus la observarea a unei tendințe de adâncire sau degradare a albiei minore pentru 54% din albiile de râu din Carpații Orientali; albiile stabile (albiile care nu înregistrează o tendință bine definită și nici oscilații mai mari de 50 cm) au reprezentat 24,5 %, iar albiile cu tendințe de agardare, 21,5 %. Comparativ cu tendința albiilor de râu din vestul Europei unde și acolo se manifestă un accentuat grad de adâncire în special în perioada 1945-1980, în cazul râurilor din România, fenomenul de adâncire s-a limitat mai mult la albiile unitare, din aria carpatică. Așa cum arată și fig. 3, fenomenul de agardare este activ încă în zona extracarpatică, chiar și după 1990. Exemplificăm albia râului Suceava la Ițcani (fig. 4), reprezentativă pentru cele comentate mai sus. Exceptând fenomenul de prag înregistrat în timpul viiturilor din 1969-1970, tendința generală a fost de agardare până în 1995, ceea ce este conform cu observația privind creșterea transportului de aluviuni, agardarea albiei și tendința de formare de ostrove și albiile secundare. După 1995, tendința albiei râului Suceava este de adâncire, fenomen pe care îl punem pe seama creșterii exploatării de balast și a reducerii cantității de aluviuni transportate după 1990 (fig. 6). Variabilitatea cantității de aluviuni transportate de râuri este în relație directă cu intervențiile brutale în bazinele de recepție ale râurilor respective prin schimbarea utilizării terenurilor, fie prin despădurire, fie, dimpotrivă, prin încetarea lucrărilor de ameliorare și corectare a torențelor, a terenurilor degradate.

#### 2.4. Cu privire la caracteristicile geometrice, fizice și petrografice ale aluviunilor

Aspectele sedimentologice care interesează un geomorfolog sunt: *granulometria* atât a depozitelor din *patul albiei* și *maluri*, cât și a suspensiilor. Se determină *diametrele caracteristice* ( $d_{50}$ ,  $d_{86}$ ,  $d_{25}$ ...etc) și se realizează banda granulometrică a râului. În afară de granulometrie se analizează *uzura aluviunilor*, *compoziția petrografică* pentru că aceasta oferă informații asupra stadiului de evoluție a râului, asupra mărimii sau formei optime a granulelor (clastelor). Dispunem în prezent de o bază de date consistentă

asupra caracteristicilor aluviunilor râurilor este carpatice pe care am făcut-o publică în diverse lucrări ale noastre (Ichim et al., 1996; 1998 ; Rădoane et al., 2002).

### 2.5. Cu privire la eroziunile și acumulările din lungul albiilor

Cercetările geomorfologice au drept scop, între altele, cartografierea și alcătuirea, în final, a unei *hărți cu procesele de mal* (eroziune, acumulare), inclusiv a relațiilor cu versanții (mai ales, alimentarea cu aluviuni a râului), cu natura depozitelor și morfologia patului albiilor. Pentru cunoașterea ratei proceselor se face apel la *suprapunerea de documente cartografice sau aerofotograme, realizate în perioade diferite* din care putem deduce ratele deplasărilor laterale ale albiilor.

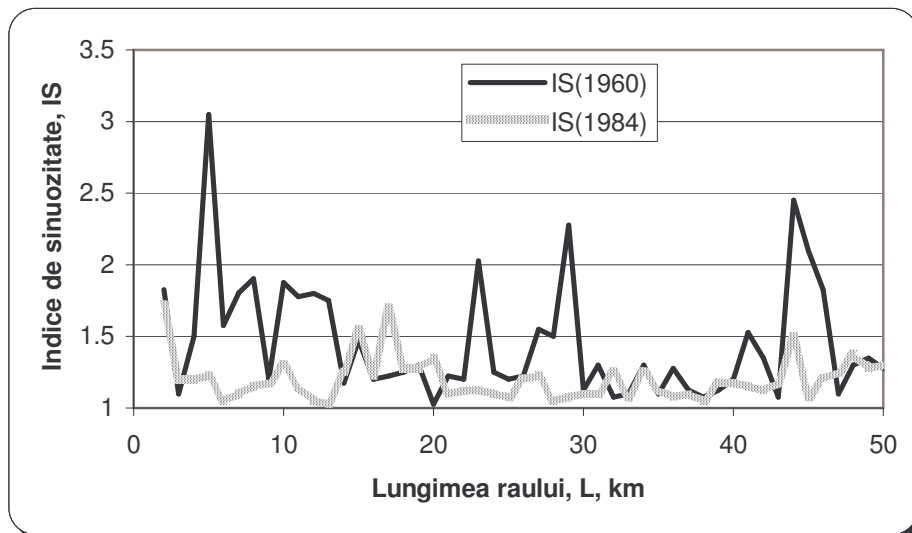


Fig. 5. Variația în timp a indicelui de sinuozitate a albiei râului Suceava în zona extracarpatică (Rădoane, Oprea, 2005).

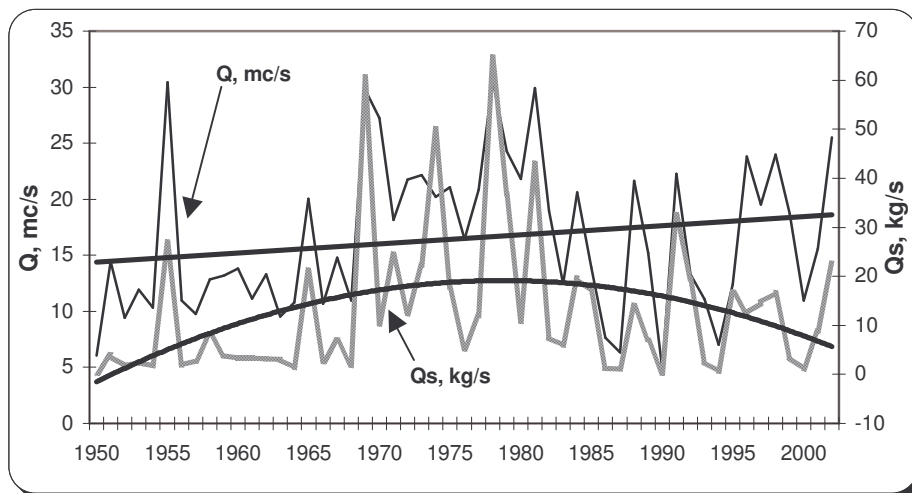


Fig. 6. Variația debitelor lichide și solide medii anuale ale râului Suceava la postul hidrometric Ițcani.

Asemenea studii am realizat asupra migrării laterale ale albiilor râurilor Suceava, Siret, Moldova, Trotuș, Putna, Buzău, Olteț. De exemplu, cercetările noastre asupra albiei râului Olteț care au avut în vedere potențialul morfodinamic actual al reliefului bazinului Olteț care reprezintă cea mai importantă componentă în construirea măsurilor de protecție asupra lacurilor amenajate pe râul Olt, avale de confluența cu râul Olteț, în special reducerea colmatării lacului Drăgănești. Cartarea geomorfologică ne-a permis să evaluăm la momentul respectiv desfășurarea în lungul râului a celor două procese geomorfologice, eroziunea și acumulare, dar și pe baza suprapunerii hărților topografice în scara 1/25 000, edițiile 1960 și 1974. Rezultatul ne-a condus la obținerea unor valori apropiate de realitate privind

aluviunile transportate de râu în lacul Drăgănești (Rădoane și Rădoane, 2003).

În cazul albiei râului Suceava, prin suprapunerea hărților din două perioade de timp (1960 și 1984) s-au identificat traseele albiilor și s-a calculat indicele de sinuozitate în cele două momente de timp. Rezultatul a condus la observația ilustrată și în fig. 5, din care reținem că în timp indicele de sinuozitate a scăzut. În contextul clasificării lui Schumm (cf. fig. 2), această tendință arată o creștere a transportului de aluviuni care a determinat albia să se dividă în mai multe brațe în detrimentul caracterului sinuos pe care l-a avut anterior. Observațiile deduse din analiza graficului din fig. 5 sunt în strânsă legătură cu cele care rezultă din analiza dinamicii patului albiei a râului Suceava și cu variabilitatea debitului de apă și de aluviuni în secțiunea Ițcani (fig. 4 și 6). Dacă între 1960-1984 sinuozitatea albiei a scăzut, aceasta este în relație cu fenomenul de creștere a transportului de aluviuni (de la 5 kg/s la peste 30 kg/s) în aceeași perioadă și o supraînălțare a patului albiei prin acumularea de aluviuni. După 1990, tendința albiei este de ușoară creștere a sinuozității pe seama reducerii transportului de aluviuni (chiar dacă volumul scurgerii lichide în albie se menține constant sau chiar crește ușor) și de adâncire a albiei deoarece scurgerea lichidă are competență mult mai mare pentru erodarea patului albiei, pentru adâncire (fig. 4 și 6).

## 2.6. Cu privire la procesele fluviale sub influența barajelor

Cercetarea geomorfologică trebuie să se raporteze la cunoașterea faptului că se disting trei perioade de evoluție:

- *prima perioadă* imediat după construirea barajului, caracterizată prin reținerea aproape completă a aluviunilor aduse de râu și eroziunii locale (afuieri) pe întinse sectoare în aval de baraj;
- *a doua perioadă* este dominată de aluvionarea patului albiei amonte de lac, iar aval de baraj se stabilizează la nivel de pavaj;
- *a treia perioadă* corespunde colmatării aproape totale a lacului, iar transportul solid, amonte și aval se apropie foarte mult de regimul anterior amenajării.

Cunoscând toate acestea, cercetătorul geomorfolog își orientează studiile în direcția evaluării condițiilor geomorfologice (*factorii de control din bazin, cu privire specială asupra proceselor erozionale și denudaționale, depozitele in situ și superficiale, procesele surse de aluviuni, natura aluviunilor din albie, regimul în timp lung al transportului de aluviuni*) etc și a realizării unei imagini clare a situației în care poate evolua acumularea sau lacul proiectat a fi amenajat. În aceeași măsură interesează impactul pe care amenajarea o va avea asupra dinamicii reliefului. Pe de o parte, amonte și aval de lac (baraj), pe de altă parte în ariile limitrofe lacului (țărături și versanți).

Răspunsul morfologiei patului albiei de râu la amenajarea de baraje a fost caracterizat prin două procese importante: adâncirea sau degradarea și supraînălțarea sau agradarea. O trecere în revistă asupra acestor procese, cu prezentarea și comentarea a numeroase exemple din literatură, a fost realizată de noi într-o altă lucrare (Ichim, Rădoane, 1986; Rădoane, 2004). De asemenea, studiul întreprins de Bondar et al. (1980) asupra dinamicii patului albiei fluviului Dunărea pentru o perioadă de 10 – 15 ani a evidențiat o modificare sensibilă a răspunsului albiei la numeroase intervenții antropice. Unele dintre cele mai importante studii provin din S.U.A., unde s-au realizat monitorizări de amploare asupra comportării albiilor de râu aval de baraje. Seria de articole publicate de Serviciul Geologic al SUA privind dinamica albiilor aval de baraje din bazinul fluviului Missouri ne-a atras atenția prin aceea că rezultatele pot fi considerate reprezentative pentru a explica transmiterea spre aval a influenței barajelor asupra albiilor de râu (Juracek, 2001).

## Bibliografie

- Bravard J.P., Landon N., Peiry J.L., Piegay H. (1999) – *Principles of engineering geomorphology for managing channel erosion and bedload transport, examples from French rivers*, Geomorphology, 31, 291-311.

- Călinoiu, Maria, Paraschivescu, Gabriela, Ungureanu, C. (1988), *Influența factorilor antropici asupra formării și valorificării acumulărilor de nisipuri și pietrișuri în R.S.România*, Lucr. Celui de al II-lea Simpozion PEA, Piatra Neamț.
- Juracek, K. (2001), *Channel bed elevation changes downstream from Large Reservoirs in Kansas*, U.S. Geological Survey Prof. Paper 1286, Report 01-4205.
- 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* (editat I. Zăvoianu, D. E. Walling, P. Șerban), Institut de Geografie, 40-50, București.
- Kondolf G.M., Piegay H., Landon N. (2002), *Channel response to increased and decreased bedload supply from land use change: contrast between two catchments*, *Geomorphology*, 45, 35-51.
- Liebault, F., Piegay, H. (2002), *Causes of 20th century channel narrowing in mountain and piedmont rivers of Southeastern France*, *Geomorphology*, 27.
- Leopold, L.B., Maddock, T. (1953), *The hydraulic geometry of stream channels and some physiographic implications*, U.S. Geol. Survey Prof Paper, 242.
- Rădoane, Maria, Rădoane N. Ichim, I., Dumitriu, D., Crina Miclăuș (2002), *Granulometria depozitelor de albie în lungul unor râuri carpatice*, *Revista Geografică*, Institutul de Geografie, t. VIII, 70 - 77.
- Rădoane, N. (2002). *Geomorfologia bazinelor hidrografice mici*. Editura Universității Suceava, 250 p.
- Rădoane, Maria, Rădoane N., Dumitriu, D (2003) - *Geomorphological evolution of river longitudinal profiles*, *Geomorphology*, 50, Elsevier, Olanda ,293-306.
- Rădoane, Maria, Rădoane N. (2004), *Morfologia albiei râului Bârlad și variabilitatea depozitelor actuale*, *Revista de Geomorfologie*, 4.
- Rădoane, Maria, Rădoane N. (2003), *Dinamica sedimentelor în lungul râului Suceava*, *Analele Universității Suceava*, seria Geografie.
- Rădoane, Maria, Rădoane N. (2005), *Dams, sediment sources and reservoir silting in Romania*, *Geomorphology*, 69.
- Rădoane, N., Rădoane Maria, (2005), *Cercetări geomorfologice pentru evaluarea rolului albiei râului Olteț ca sursă de aluviuni*, *Analele Universității Suceava*, seria Geografie.
- Rinaldi, M. (2003), *Recent channel adjustments in alluvial rivers of Tuscany, Central Italy*, *Earth Surface Proc. Landforms*, 28.
- Schumm, S.A. (1960), *The shape of alluvial channels in relation to sediment type*, US Geological Survey Professional Paper, 352 - B.
- Surian N. (1999), *Channel changes due to river regulation: the case of the Piave River, Italy*, *Earth Surf. Process. Landf.* 24, 1135-1151