

STUDII ȘI CERCETĂRI

DE

**GEOLOGIE
GEOFIZICĂ
GEOGRAFIE**

EXTRAS

GEOGRAFIE

2

TOMUL XXVII

1980

PARTICULARITĂȚI ALE DINAMICII UNOR SECȚIUNI TRANSVERSALE ALE ALBIEI RÎULUI BÎRLAD, ÎN PERIOADA 1969 — 1978*

MARIA RĂDOANE, IONIȚĂ ICHIM

PARTICULARITÉS DE LA DYNAMIQUE DE QUELQUES SECTIONS TRANSVERSALES DES LITS DE LA RIVIÈRE BÎRLAD. Les recherches sur la dynamique du lit mineur de la rivière Birlad ont mis en évidence les traits d'une rivière dans le stade de « grade » ou d'équilibre, exprimés par : la stabilité relative du lit dans les sections Vaslui et Tecuci, où on réalise un équilibre « steady state » (fig. 1 B) ; l'aggradation dans la section Birlad par suite de réaction du lit à la croissance du débit solide en suspension, où on réalise un équilibre dynamique (fig. 1 A) ; la succession, dans la même section du lit, des variations morphologiques imposées par de « colmatation » - « creusement » est subordonnée aux oscillations de plus longue durée, imposées par l'alternance de l'aggradation et de la dégradation.

1. **Considerații generale.** Într-o lucrare anterioară, I. Ichim și colab. (1979) s-au ocupat, în mod special, de unele probleme ale meandrării albiei râului Birlad. În cadrul aceluiași program de cercetări¹ s-a avut în atenție și dinamica unor secțiuni transversale pentru identificarea sensului de evoluție a albiei, în perspectiva unei perioade de timp mai mari². În acest scop, s-au preluat măsurătorile asupra principalilor parametri hidraulici ai albiei la posturile hidrometrice Vaslui I, Vaslui II, Birlad și Tecuci (circa 1 800 de măsurători în perioada 1969—1978) și s-au determinat :

— variația poziției altitudinale a talvegului față de un plan de referință, considerat, în cazul de față, planul „0” al mirei ;

— forma medie a secțiunii albiei la mira Birlad (pe baza analizei a circa 600 de poziții ale secțiunii transversale), „factorul de formă” (în sens E. W. Lane, 1935) și „raportul de formă” (în sens G. K. Gilbert, 1914) ;

— bilanțul proceselor de eroziune și acumulare, pe baza raportului dintre forța tractivă (τ) și forța tractivă critică (τ_0) și a planimetrării suprafeței erodate sau acumulate din aria secțiunii, de la o măsurătoare la alta ;

— relațiile morfometrice de tipul „ecuațiilor de regim”, pentru lățimea, adâncimea și viteza curentului în secțiunea Birlad.

Cele patru secțiuni sînt situate în cursul mijlociu (Vaslui I, Vaslui II și Birlad) și în cursul inferior (Tecuci).

* Comunicare prezentată la Sesiunea științifică jubiliară a Institutului de geografie București, iunie 1979.

¹ Programul a fost coordonat de Institutul de studii și cercetări hidrotehnice, București.

² Unele date au fost furnizate de D.A.P. Iași, pentru care aducem mulțumiri.

Secțiunea Vaslui I se află într-un sector de albie naturală, sinuoasă. Măsurătorile s-au făcut pînă în septembrie 1973, cînd mira a fost mutată pe noul curs (Vaslui II), un canal cu traseu rectiliniu, amenajat în depozite de luncă, cu maluri pereate. Aici are o lățime de 12 m și o adîncime medie de 2,5 m. Debitul mediu anual este de 2,37 m³/s, iar debitul de formare a albiei de cca 45 m³/s cu o perioadă de repetare de 1,4 ani.

Secțiunea Tecuci este amplasată pe un sector de albie larg sinuoasă, cu malurile pereate; are o lățime de 45 m și o adîncime medie de 3,5 m. Debitul de formare a albiei este de circa 80 m³/s, cu o perioadă de repetare de 1,5 ani, iar debitul mediu multianual este de 9,01 m³/s.

Secțiunea transversală Birlad, asupra căreia vom insista, este adîncită în depozite de luncă luto-nisipoase cu diametrul mediu cuprins între 0,01 și 0,5 mm. Riul curge în condiții naturale, iar digurile ce mărginesc albia se află la distanță de circa 25 m, de o parte și alta, încît nu influențează direct procesele ce au loc în secțiunea transversală. La nivelul luncii, albia are o lățime medie de 64 m și adîncime medie de 2,40 m. Debitul de formare a acestei secțiuni este de 60 m³/s, cu o perioadă de repetare de 1,6 ani. Aceasta este o valoare medie pentru perioada 1952—1978; ecartul de variație a debitului ce „umple” secțiunea a fost mare. De exemplu, în 1969 (21.04) a fost de 114 m³/s, iar la 30.01.1977, de 22 m³/s.

2. Dinamica patului albiei. Analiza tendințelor de evoluție a patului albiei în cele patru secțiuni scoate în evidență că la nivelul întregii perioade de observație, albia, ca sistem de evoluție, se află în stadiu de „grade” sau de echilibru (în sensul definiției larg acceptate, pe care a dat-o J. H. Mackin, 1948, p. 471). Aceasta înseamnă că abaterile negative (degradarea) și cele pozitive (agradarea) de la stadiul de „grade” sînt răspunsuri date de sistem la influența factorilor de evoluție. Aprecierea abaterilor trebuie raportată la o perioadă mai îndelungată. Din acest punct de vedere, intervalul luat în observație poate fi considerat reprezentativ. Evident, asemenea abateri au loc și în perioade mai scurte, respectiv, alternanța proceselor de „curățire” și „colmatare”, de durata orelor, zilelor și chiar sezoanelor, dar ele nu exprimă sensul de evoluție a albiei pentru perioadă mai îndelungată⁴ (în cazul nostru, 1969—1978).

³ Întrucît asupra noțiunii „debit de formare a albiei” (se mai folosesc și expresiile „debit de umplere a albiei”, „debit la albie pline”) nu există un consens asupra criteriilor de apreciere, reamintim cîteva mai des folosite: a) criteriul frecvenței (S. T. Altunin, 1956; M. A. Velikanov (1957); b) criteriul transportului aluvionar combinat cu cel al frecvenței (T. Blench, 1957); c) criteriul de umplere a albiei, cel mai des folosit în calculul dimensionării albiilor, în cadrul așa-numitei „teorii a regimului” (inițiată odată cu lucrările la marile sisteme de irigații din India, Pakistan și Egipt de către R. G. Kennedy, 1897, G. Lacey, 1934, ș.a., citați din C. Șeibulescu, G. Enescu, 1971). În țara noastră, acest criteriu se folosește frecvent, ca fiind ușor de determinat și apropiat de cel real (S. Hancu, 1976, D. Bătuca, 1978).

Indiferent dacă acceptăm un criteriu sau altul, din punct de vedere geomorfologic, este important raportul ce se stabilește între mărirea și frecvența forțelor care controlează albia unui riu în anumite condiții fizico-geografice sau de amenajare (în sensul arătat de M. G. Wolman, J. P. Miller, 1960). Debitul de formare a albiei, calculate la cele patru secțiuni ale riului Birlad, se înscriu în intervalul de producere, ca medie, odată la 1,5 ani, frecvență stabilită pentru diferite condiții fizico-geografice.

⁴ Pentru a nu crea confuzii de folosire a terminologiei, în contextul literaturii de specialitate, am adoptat termenii de „curățire” și „colmatare” specifice perioadelor scurte, în raport cu termenii „agradare” și „degradare”, ce definesc perioade mai îndelungate (ani, zeci de ani și chiar perioade la scara timpului geologic) și în raport cu sensul abaterii de la stadiul de „grade”.

Pe ansamblul intervalului luat de noi în considerare, stadiul de „grade” al albiei este bine exprimat în toate secțiunile, dar apar deosebiri în stabilitatea morfologică. În secțiunile Tecuci și Vaslui I, II există o relativă stabilitate a patului, în timp ce la Bîrlad, pe ansamblu, se remarcă un fenomen de agradare (fig. 1). Diferențele în tendințele de evoluție sînt

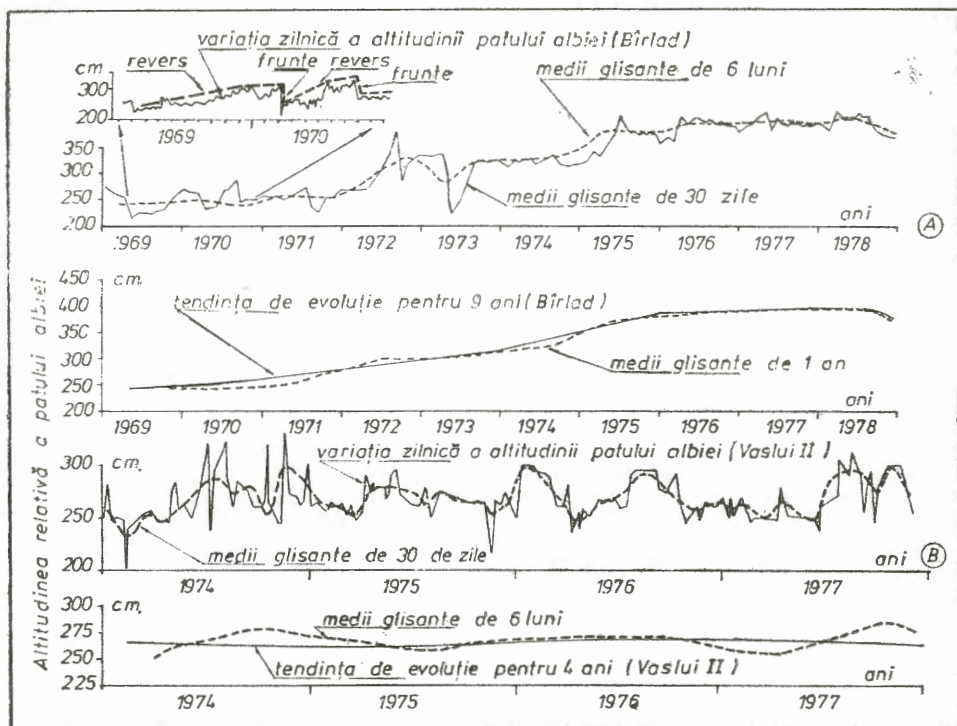


Fig. 1. — Tendințe de evoluție a albiei riului Bîrlad.

— Tendances d'évolution du lit mineur de la rivière Bîrlad.

reliefate și de variația pantei în cele patru secțiuni (fig. 2A), acesta fiind factorul care răspunde imediat la influențele externe sistemului. Or, la Vaslui I și Tecuci, albiile nu și-au schimbat panta, rămînînd în jurul valorii de 1,5 ‰ (între 1966 și 1973) și, respectiv 0,37 ‰ (între 1961 și 1978). Putem presupune că în sectorul Vaslui — Crasna, prin tăierea unui canal, care reduce foarte mult din lungimea riului, noua albie se va adînci pînă la realizarea pantei anterioare amenajării. Dealtfel, aceasta constituie una dintre cauzele care determină o accelerată tendință de meandrare a noii albie (I. I. Ch. i. m. și colab., 1979).

În secțiunea Bîrlad, dominarea tendinței de agradare este răspunsul albiei la o creștere considerabilă, în perioada 1969—1975, a debitului solid în suspensie (de la 8 kg/s în 1969, la 127 kg/s în 1975), în condițiile în care debitul lichid scade (fig. 2B). Concomitent, panta a suferit o schimbare imediată de la 0,027 ‰ în 1971 la 0,72 ‰ în 1977 (fig. 2A). Indirect

fenomenul reflectă o intensă eroziune pe versanți și un însemnat transfer de depozite spre albiile, în timp ce scurgerea lichidă se află tot mai mult sub controlul amenajărilor și folosințelor pentru irigații. Capacitatea de transport a râului s-a diminuat mult.

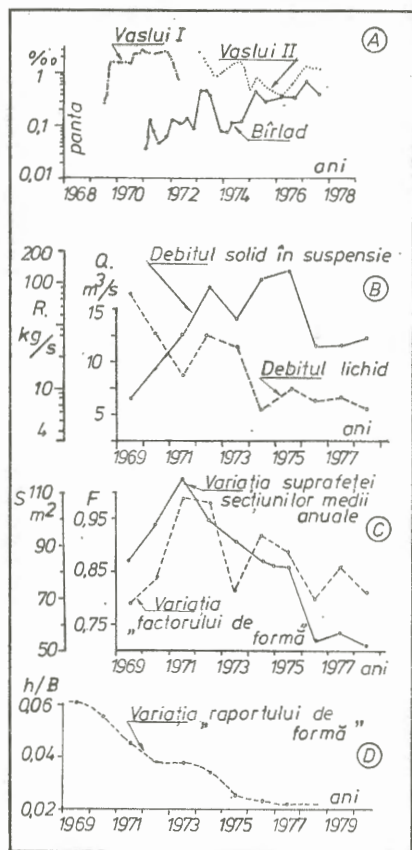


Fig. 2. — Variația unor caracteristici hidraulice și morfologice în secțiunea albiei minore a râului Birlad (post hidrometric Birlad).

— La variation de quelques caractéristiques hydrauliques et morphologiques dans la section du lit mineur de la rivière Birlad (au poste hydrométrique Birlad).

Variația în timp a poziției talvegului ne permite aprecierea grosimii patului mobil al albiei: circa 2,5 m la Vaslui I; 1,3 m la Vaslui II; 2,5 m la Birlad și 1,25 m la Teuci. Reprezentarea grafică generalizată a acestei variații descrie curbe asemănătoare dunelor de albie, „reversul” reprezentând fazele de dominare a colmatării, iar „fruntea”, faze de curățire (fig. 1, secțiunea Birlad). În timp, colmatarea corespunde intervalelor cu ape mici, iar curățirea, intervalelor cu ape mari. La acest nivel, se poate vorbi de o anume ciclicitate, determinată de regimul scurgerii.

Din 1975, linia de dinamică a talvegului se menține, aproximativ, în jurul unei valori constante, după care, în 1978, s-a înregistrat o ușoară coborîre a patului albiei. Acest fenomen (în situația menținerii cel puțin a condițiilor actuale) se va accentua, pînă la atingerea valorilor de pantă (decirca $0,035\%$) anterioare instalării fazei de agradare. Tendințele de evoluție a albiilor pe perioadă mai îndelungată sînt și mai bine exprimate, aplicînd în prelucrarea șirului de date, așa-numita tehnică de „filtrare a timpului” (fig. 1).

Ca o consecință a agradării are loc și o „reducere” a altitudinilor relative ale terasei de albie majoră. Astfel, în 1969 în secțiunea Birlad aceasta avea o altitudine relativă de circa 4 m, iar în 1975 de sub 1 m. Este un aspect asupra căruia trebuie reflectat, căci în situații mai mult sau mai puțin similare, se vorbește de „deformări” neotectonice locale.

3. Dinamica morfologiei secțiunii. Secțiunea transversală medie a albiei la mira Birlad, în perioada 1969—1978, a avut o suprafață de $94 m^2$ și o formă ce s-a înscris într-o parabolă, aceasta fiind considerată, pentru albiile adîncite în depozite fine, ca formă ideală de albie stabilită (E. W. Lane, 1937; L. B. Leopold și colab., 1964). Raportul dintre suprafața acestei secțiuni și a suprafeței parabolei în care se înscrie sec-

țiunea a fost de 0,81. Știind că apropierea acestui raport, denumit „factor de formă”, de valoarea 1,00, caracterizează secțiunile apropiate de formele ideale, respectiv, albiile relativ stabile, putem aplica această concluzie și în cazul de față.

Fenomenul de agradare este exprimat și la nivelul evoluției formei secțiunii. Astfel, în prima parte a intervalului, valoarea „factorului de formă” a fost aproape de 1,00 (în 1971 a fost de 0,98), iar spre sfârșitul intervalului, pe măsura accentuării agradării, a scăzut, ajungând în 1976 la 0,79 (fig. 2C). Concomitent, a avut loc o reducere permanentă a suprafeței secțiunilor medii anuale, de la 115,8 m² (1971) la 54,2 m² (fig. 2C). Ajustarea formei secțiunii s-a făcut printr-o schimbare permanentă a raportului lățime—adâncime, iar sub raport dinamic, între eroziune și acumulare. Analiza secțiunilor medii anuale (fig. 3A) arată că această ajus-

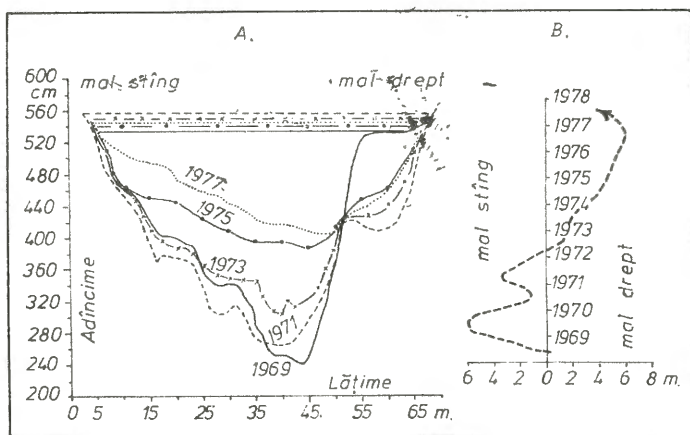


Fig. 3. — A, Dinamica formei secțiunilor medii anuale a albiei riului Birlad la postul hidrometric Birlad.

B, Poziția medie anuală a talvegului albiei riului Birlad (postul hidrometric Birlad).

— A, La dynamique de la forme aux sections transversales moyennes annuelles du lit mineur de la rivière Birlad (au poste hydrométrique Birlad).

tare s-a realizat prin supraînălțarea patului și erodarea malurilor, fenomen exprimat, cantitativ, de variația „raportului de formă” (adâncime/lățime). În 1969 acest raport era de 0,061, iar în 1978 de 0,022 (fig. 2D).

Stabilirea relațiilor morfometrice de tipul „ecuațiilor empirice de regim” pentru secțiunea Birlad (fig. 4) a dus la obținerea unor exponenți cu valori ce se cuprind în limitele de variație cunoscute în literatura (tabel 1) pentru tipurile de albi aflate în echilibru dinamic.

Exponenții b , f și m descriu o serie de caracteristici ale geometriei albiei, ale rezistenței la eroziune a malurilor și patului albiei. Din semnificația lor, pentru secțiunea Birlad, reținem următoarele:

— un ritm ușor în creștere (de la 0,20 la 0,29) a lățimii în raport cu debitul lichid, ceea ce arată o rezistență relativ redusă a depozitelor la eroziune și care a permis o lărgire a albiei;

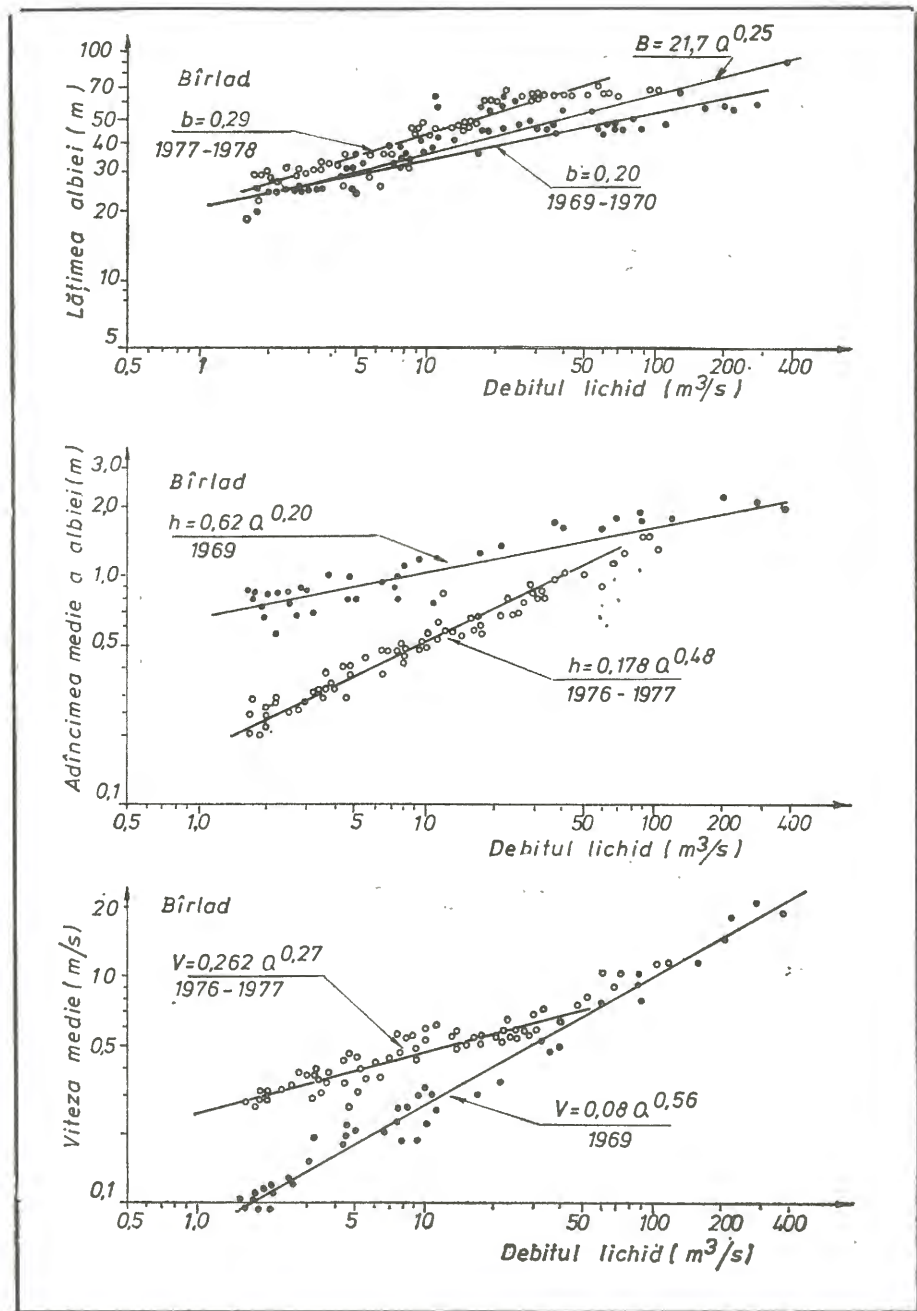


Fig. 4. — Ajustarea caracteristicilor hidraulice, determinată de fenomenul de agardare a albiei minore, în secțiunea postului hidrometric Birlad.

— L'ajustement des caractéristiques hydrauliques déterminé par le phénomène d'aggradation du lit mineur, dans la section du poste hydrométrique Birlad.

— ritmul de creștere a adâncimii și vitezei înregistrează, la începutul intervalului, valori de $f = 0,20$, iar în a doua parte a acestuia de $f' = 0,48$, în timp ce ritmul de creștere a vitezei (m) scade de la 0,56 la 0,27. Schimbarea a avut loc sub valoarea debitelor de umplere a albiei, deci a fost în legătură cu o schimbare în limitele secțiunii albiei, respectiv, fenomenul de agradare. Prin aceasta, adâncimea s-a redus și valoarea vitezelor s-a mărit.

Tabelul nr. 1

Date comparative asupra valorii exponenților debitului în secțiune, pentru diferite condiții fizico-geografice

Autorul	Exponenții		
	b (pentru determinarea lățimii albiei)	f (pentru determinarea adâncimii albiei)	m (pentru determinarea vitezel)
L. B. Leopold, T. Maddock (1953), medii pentru vestul mijlociu al S.U.A.	0,26	0,40	0,34
L.B. Leopold și colab. (1964), fluviul Rin	0,13	0,41	0,43
C. Șeibulescu, G. Enescu (1971) riul Jiu	0,08	0,59	0,33
Maria Rădoane, I. Ichim, medii pentru riul Birlad	0,18	0,44	0,38
Limite de variație	0,06—0,59	0,13—0,63	0,07—0,55

Variația mare a valorilor exponenților arată că, în secțiunea Birlad, în intervalul luat în analiză, a avut loc un proces de ajustare a caracteristicilor geometriei albiei, când unul din factorii ce o condiționează a suferit o modificare bruscă. În cazul de față, este vorba de creșterea debitului solid, în condițiile reducerii debitului lichid.

Ca o concluzie la observațiile asupra morfologiei secțiunii Birlad, menționăm că tendința actuală de evoluție a albiei râului Birlad, indiferent de acest fenomen de agradare, este spre realizarea unei stabilități dinamice, exprimată, după cum se știe, prin curbe de variație apropiate de forma sinusoidale. De fapt, aceasta redă alternanța fazei de agradare cu una de degradare, pe care noi le-am identificat pentru albia Birladului (fig.1). Dar fenomenul nu este specific numai acestui râu, el poate fi identificat și la alte riuri din țara noastră. Din reprezentările grafice ale dinamicii talvegului unor riuri din România (Argeș la Budești, Olt la Feldioara, Dâmbovița la Conțești, Ilișua la Cristești, Rîu Rece la Rusca) pe o perioadă mai îndelungată (Diana Urziceanu, 1971) se poate constata realitatea acestui fenomen pe o scară mai largă, în condițiile morfoclimatice actuale din țara noastră. Rezultă o concluzie care depășește cazul la care ne referim, și anume: în aceeași secțiune de albie, succesiunea oscilațiilor impuse de „colmatare” — „curățire” este subordonată oscilațiilor cu durată mai lungă, impuse de alternanța agradării — degradării și este o trăsătură ale râurilor în stadiul de „grade” sau „de regim”.

4. **Problema bilanțului proceselor de albie.** Morfogenetic, sensul de evoluție a albiei unui riu este definit de raportul dintre eroziune și acumulare. Acest raport se poate deduce din calculul *forței tractive* (τ) și al *forței tractive critice* (τ_0) sau din analiza, în succesiune, a profilelor topografice ale secțiunilor de albie. Pentru albiile în care eroziunea este aproximativ egală cu acumularea, $\tau = 10\tau_0$. Când $\tau < 10\tau_0$, albia tinde spre agradare; când $\tau > 10\tau_0$, albia tinde spre degradare. Am aplicat acest calcul pentru secțiunea Birlad, folosind formulele ⁵:

$$\tau = \gamma RI \quad (1)$$

$$\tau_0 = 0,047(\gamma_s - \gamma) \left(\frac{\frac{26}{d_{90}^{1/6}}}{\frac{v}{R^{2/3} I^{1/2}}} \right)^{2/3} \cdot d \quad (2)$$

unde γ — greutatea specifică a apei R — raza hidraulică, I — panta suprafeței apei, γ_s — greutatea specifică a aluviunilor, v — viteza curentului, d_{90} — diametrul particulelor cu procentul de 90 % pe curba granulometrică, d — diametrul mediu al particulelor de aluviuni.

Șirul de date în care am dispus de toți parametri necesari calculului a fost relativ scurt. Cu toate acestea, rezultatele arată clar dominarea proceselor de acumulare. Iată câteva exemple: la 8 iulie 1975 raportul a fost de $0,085 < 10 < 0,5 \text{ kg/m}^2$, iar la 16 aprilie 1973 a fost de $5,6 < 10 < 24,57 \text{ kg/m}^2$.

Pentru o imagine integrală asupra sensului proceselor (eroziune — acumulare), am calculat bilanțul prin planimetrarea suprafețelor erodate sau acumulate din aria secțiunii, de la o măsurătoare la alta. Situația de referință a fost considerată profilul secțiunii de la începutul intervalului de observație. Față de axa medie a secțiunii s-a calculat bilanțul pentru mal stîng — mal drept. Observațiile pe care le reținem sînt: în perioada 1969—1973 a dominat categoric adîncirea (bilanț negativ), ajungînd la maximum 34 m^3 depozite erodate pe unitate de lungime a albiei; din 1973, acumularea a devenit proces dominant, ajungînd în iunie 1975 la aproape 35 m^3 depozite acumulate pe unitate de lungime a albiei (bilanț pozitiv); regimul scurgerii a impus secvențe scurte de eroziune și acumulare, fără a schimba sensul pozitiv al bilanțului; variația curbei de bilanț, separat pentru mal stîng — mal drept față de axa medie a secțiunii, pune în evidență o accentuată asimetrie; în perioada 1969—1973, eroziunea maximă a fost pe malul stîng, iar în a doua perioadă, eroziunea maximă s-a deplasat spre malul drept; în legătură cu variația bilanțului, separat, pentru cele două maluri, analiza secțiunilor a evidențiat și o tendință permanentă de schimbare a poziției talvegului în plan; media anuală a acestor schimbări se înscrie într-o curbă, aproximativ, sinusoidală (fig. 3B).

⁵ Formulele se bazează pe ecuațiile lui P. du Bois din 1879, transformate de Kramer 1935; Mayer—Peter și Luller, 1948 (cf. E. Yatsu, 1955; S. Hâncu, 1976).

5. **Concluzii.** În cursul mijlociu și inferior al râului Birlad (unde sînt amplasate secțiunile analizate), albia prezintă trăsăturile unui riu în stadiul „grade”, exprimat prin :

— stabilitatea relativă a patului albiei în secțiunile Vaslui și Tecuci, realizarea tipului de *echilibru staționar* (*steady state*, în sensul dat de R. J. Chorley, B. Kennedy, 1971) ;

— agradarea în secțiunea Birlad (ca răspuns al sistemului la creșterea debitului solid în suspensie, în condițiile reducerii debitului lichid), exprimată în realizarea tipului de *echilibru dinamic* :

— alternanța, în aceeași secțiune, a proceselor „curățire” — „colmatare”, suprapusă pe alternanța proceselor de agradare — degradare, exprimă, în stadiul actual, sensul de evoluție pentru profilul longitudinal al râului (cel puțin pentru sectoarele mijlociu și inferior).

BIBLIOGRAFIE

- ALTUNIN S. T. (1956), *Regulirovanie rusel*, Izd. Fiz. Mat. Literaturi, Moscova.
- BATUCĂ D. (1978), *Aspecte ale morfologiei generale a albiilor riurilor din bazinul hidrografic Mureș superior*, Hidrotehnica, **23**, 6.
- BLENCH T. (1957), *Regime behaviour of canals and rivers*, Butterworths scientific publications, London.
- CHORLEY R. J., KENNEDY BARBARA (1971), *Physical Geography. A systems approach*, Prentice-Hall International Inc., London.
- GILBERT G. K. (1914), *The transportation of debris by running water*, U.S. Geol. Survey, Prof. Paper, **86**.
- HÂNCU S. (1976), *Regularizarea albiilor de rtu*, Edit. Ceres, București.
- ICHIM I., RĂDOANE MARIA, RĂDOANE N., SURDEANU V. AMĂRIUCĂI M. (1979), *Problems of meander geomorphology with particular emphasis on the channel of the Birlad river*, Rév. roum. géol., géophys., géogr., Série de géographie, **23**.
- LANE E. W. (1935), *Stable channels in erodible material*, Americ. Soc. of Civ. Eng. Trans., nr. 1957, reproduc în „River morphology” ed. S. A. Schumm, 1972, Dowden, Hutchinson and Ross, Stroudsburg, S.U.A.
- LEOPOLD L. B., MADDOCK T. (1953), *The hydraulic geometry of stream channels and some physiographic implications*, U. S. Geol. Survey Prof. Paper, 252, Washington.
- LEOPOLD L. B., WOLMAN M. G., MILLER J. P. (1964), *Fluvial processes in geomorphology*, W. H. Freeman and Co., San Francisco.
- MACKIN J. H. (1948), *The concept of graded river*, Bull. of the Geol. Soc. of Amer., vol. 59.
- ȘEIBULESCU C., ENESCU G. (1971), *Verificarea ecuațiilor din „teoria regimului” pentru albiile stabile în condițiile din țara noastră*, Hidrotehnica, **16**, 2.
- URZICEANU DIANA (1971), *Unele rezultate ale cercetării privind evoluția albiilor riurilor în funcție de regimul hidrologic și caracteristicile hidraulice*, Hidrotehnica, **16**, 5.
- VELIKANOV A. M. (1958), *Ruslovoi profess*, Izd. Fiz. Mat. Literaturi, Moscova.
- WOLMAN M. G., MILLER J. P. (1960), *Magnitude and frequency of forces in geomorphic processes*, The Journal of Geol., **68**, 1.
- YATSU E. (1955), *On the longitudinal profile of the graded river*, Transact., Americ. Geophys. Union, **36**, 4.