

ASPECTE ALE MODIFICĂRII MORFOLOGIEI ALBIILOR SUB INFLUENȚA BARAJELOR

IONIȚĂ ICHIM, MARIA RĂDOANE

ASPECTS DE LA VARIATION MORPHOLOGIQUE DES LITS MINEURS DÉTERMINÉE PAR L'INFLUENCE DES BARRAGES. Un barrage sur une rivière détermine la modification morphologique du lit mineur également en aval du barrage et en amont du lac. On analyse ces modifications pour quelques cours d'eau et notamment pour les rivières de la Roumanie. Par exemple, on a identifié une tendance de type parabolique pour l'évolution du lit mineur de la Bistrița, en aval du barrage Izvoru Muntelui (fig. 2); une variation de la géométrie hydraulique du lit mineur de la Bistrița dans la section Frumosu (en amont du lac Izvoru Muntelui) comme dans la fig. 4; les auteurs ont proposé un modèle d'évaluation de l'apport du lit mineur au débit solide, par l'analyse de la variation (au long de la rivière) de l'indice d'usure des galets (fig. 5).

Amenajarea unui baraj „înterupte”, temporar, continuitatea de evoluție a profilului longitudinal al unui riu; astfel, prezența unui baraj are rol de regulator și prag extrinsec în sistemul în cascadă al profilului riuului. În dinamica albiilor din bieful aval și amonte de lacuri pot avea loc schimbări radicale, ceea ce a făcut pe unii specialiști să le considere analoage celor introduse de schimbările climatice (L. B. Leopold și colab., 1964). Referitor la aceasta, aducem în discuție probleme ale modificării albiilor în aval de baraje, amonte de lacuri, precum și aportul albiilor ca sursă de sedimente.

MODIFICĂRI ALE ALBIILOR ÎN AVAL DE BARAJE

Tendința evoluției albiilor în bieful aval este determinată, în principal, de schimbările intervenite în regimul scurgerii, în general, dar și în raportul dintre fazele lichidă și solidă ale scurgerii. Din acest punct de vedere se disting: o situație caracteristică albiilor din avalul barajelor deversoare (a) și o alta, caracteristică albiilor în care scurgerea este substanțial redusă prin dirijarea apelor din lacuri, fie printr-un sistem de tunele, fie prin canale artificiale, încât pe albia naturală rămâne un debit de servitute (b).

a) În bieful aval al barajelor deversoare, în timpul de impact al influenței antropice (în sensul I. Ichim, Maria Rădoane, 1980) se manifestă o tendință generală de adîncire a albiei. Cauza imediată este: creșterea capacității de transport datorită reținerii aluviunilor în bieful amonte. Fenomenul este cunoscut de practicieni, fapt pentru care se iau măsuri de disipare a energiei apei deversate. Cu toate acestea, sînt foarte dese cazurile cînd eroziunea se propagă pe distanțe mari, de zeci

și chiar sute de kilometri. Totodată, procesul de adincire poate fi deosebit de intens chiar în condițiile prezenței rocilor dure. D. Dumitrescu și E. Răzvan (1972) dau câteva exemple concludente: adincirea albiei cu circa 15 m în gresii dure, aval de barajul Tenkiller (S.U.A.) și cu 28 m aval de barajul Rihaud (India), sau formarea unor „caverne”, cu adincimi pînă la 45 m, așa cum s-au constatat în aval de barajul Grand Coulee (S.U.A.).

Practica amenajării de baraje din România a impus atenției și cercetarea modificării albiilor în bieful aval, în special, pentru securitatea construcțiilor, deci pe distanțe relativ scurte (E. Răzvan, 1960; Fl. Ionescu, 1971; Gh. Armencea și colab., 1980). La rîndul nostru, din 1974 am început un program de măsurători pe un sector de albie a Bistriței (între barajul Izvoru Muntelui și lacul Pingărați). O parte din rezultate au fost prezentate (Maria Rădoane și colab., 1979.)

Aspectele ce se cer determinate sînt: *lungimea* sectorului de albie aflat direct sub controlul barajului și *timpul* de instalare a echilibrului dinamic. Intervenția cu alte lucrări transversale limitează propagarea unor astfel de fenomene și face dificilă încercarea de a identifica elemente care să permită o evaluare reală a amploarei lor. Pînă acum nu s-a ajuns la concluzii mulțumitoare. Spre exemplu, G. M. Wolman (1967) stabilește, pe baza cercetării dinamicii albiilor în aval de mai multe baraje din S.U.A., că lungimea sectoarelor de albie pe care se propagă eroziunea poate fi egală cu de 65 ori lățimea albiei în secțiunea de amplasare a barajului. G. B. Fedorev (1969) apreciază că depozitele provenite din eroziunea albiilor în aval de baraje sînt deplasate cu un ritm de cîtiva km/an în cazul riurilor de cîmpie și zeci de km/an în cazul riurilor de munte (cf. G. E. Petts, 1979). Un alt element de apreciere al volumului eroziunii albiilor în aval de baraje a fost stabilit de L. B. Leopold și colab., (1964) pe baza cercetării unor situații reale pe riuri din S.U.A. Astfel, se arată că volumul de nisip erodat din albiile aval de baraje este aproximativ egal cu cel acumulat în același timp în lacurile din amonte.

În ce privește timpul de instalare al echilibrului dinamic al albiilor în aval de baraje, s-a constatat că poate fi mult mai scurt decît se prognozase, datorită apariției fenomenului de pavaj. Descoperit aproape simultan prin experiențe în laborator (Harrison, 1950) și măsurători în teren în aval de baraje (Mustafa, 1950) (cf. G. E. Petts, 1979), pavajul albiilor în bieful aval are efect asupra reducerii ratei adincirii albiilor. Pentru exemplificare, reținem modelele propuse de Gh. Armencea și colab. (1980) pentru unele condiții din țara noastră. Pe baza analizei măsurătorilor de teren (pe albiile riurilor: Someș, aval de barajul Gilău; Jiu, aval de barajul Ișalnița; Olt, aval de barajul Rîmnicu Vîlcea și Tazlău, aval de barajul Belci), folosind modelul matematic unidimensional al curgerii apei în albie cu pat mobil (cf. D. Bătucă și N. Leșan, 1980), autorii au stabilit modele de evoluție în condițiile prezenței și absenței fenomenului de pavaj. Cu toate că lungimea sectoarelor alese sînt relativ scurte, relația dintre dominarea eroziunii și schimbarea granulometriei depozitelor de albie arată că fenomenul de pavaj s-a instalat după 4–8 ani de la amenajarea barajelor (fig. 1).

b) În condițiile în care în bieful aval, scurgerea se reduce doar la un debit de servitute, în timpul de impact al influenței antropice se mani-

o tendință generală de agradaire a albiei. Prezentăm în acest sens exemple, ambele de pe râul Bistrița.

Între barajul Izvoru Muntelui și lacul Pingărați, pe vechea albie a râului Bistrița, scurgerea este asigurată doar de aportul riurilor Bleaz

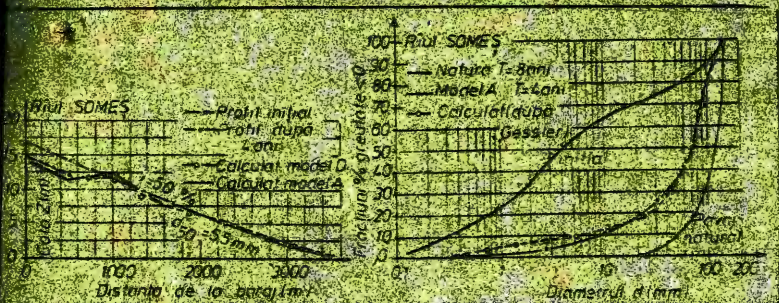


Fig. 1. — Eroziunea albiei râului Somes în aval de barajul Gilău și curbata granulometrică ale aluviunilor din patul albiei (după Gh. Armeșanca și colab., 1980).
L'érosion du lit inférieur de la rivière de Somes en aval du barrage de Gilău et la granulométrie des alluvions (Gh. Armeșanca et alii, 1980).

și în 1980 elud acesta a fost captat în lacul Izvoru Muntelui și Tarcău, unde se adaugă cîtiva torenți. În secțiunea Straja scurgerea reprezintă 20% din volumul scurgerii anterioare amenajării barajului. Conform

datelor ce definesc geometria hidraulică a albiilor, trebuie să acceptăm o eroziune corespunzătoare a capacității etc. respectiv o recalibrare.

Măsurătorile pe profile, în sectorul care ne referim, au evidențiat o schimbare cu un ritm de circa 12 cm/an în perioada 1974 — 1977 și 4,5 cm/an în perioada 1977 — 1979. Pentru secțiunea Straja, situată la circa 12 km aval de barajul Izvoru Muntelui, am dispus de un șir de măsurători asupra varianta patului albiei în intervalul 1974 — 1979. Datele au fost preluate în textul identificării tendinței principale de evoluție. S-a aplicat utilizarea metodei celorlalte stocastice de cercetare a fenomenelor dinamice (cf. Gh. Mihoc și colab., 1980). Analiza unui șir de aproape 200 măsurători a permis să constatăm că în noile condiții albia se înscrie în o tendință de evoluție dată de o curbă parabolică de forma (fig. 2):

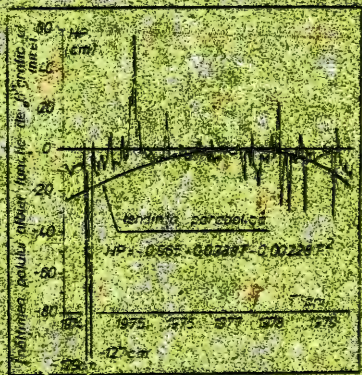


Fig. 2. — Tendința dinamică a patului albiei râului Bistrița în secțiunea Straja (aval de barajul Izvoru Muntelui).
— Tendances de la dynamique du lit inférieur de la rivière de Bistrița dans la section Straja (en aval du barrage Izvoru Muntelui).

$$HP = -0,965 + 0,0388 T - 0,00226 T^2$$

în care HP = altitudinea patului în cm, T = timpul. S-a constatat, astfel, că după aproape 14 ani de la darea barajului în exploatare, albia a atins maximum de supraînălțare (în 1977), după care procesul de eroziune începe să domine. Considerând variația altitudinii patului albiei, ca o serie dinamică în timp, s-a calculat dinamica funcției de autocorelație normată $\hat{r}(\tau)$ și rezultă că, subordonat tendinței generale, există o variație ondulatorie (ciclică) de tip autoregresiv. Forma autoregresiei înălțimii patului (HP) în secțiunea Straja este:

$$HP_t = 1,65 + 0,664 HP_{t-1} + \varepsilon_t$$

în care ε_t = eroarea medie multianuală. Prin urmare, putem spune că în secțiunea Straja, riul Bistrița și-a pus albia în acord cu noile condiții, iar evoluția se face într-o alternanță de faze scurte de dominare a eroziunii cu faze de acumulare. Deși stabilită pe baza cercetării unui caz izolat, această concluzie se înscrie în cadrul constatărilor teoretice, conform cărora, în aval de baraje, prin alternarea proceselor de agra-dare-degradare, există tendința de a se realiza un profil de echilibru în timpul cit barajul este încă funcțional (Fl. Ionescu, E. Răzvan, 1974).

În perspectiva imediată, între Poiana Teiului și Vatra Dornei se prevede realizarea unui program complex de amenajări hidroenergetice, pentru care s-au propus mai multe variante. Într-una dintre variante se propune ca în defileul Zugreni să se construiască un baraj, de unde principalele debite ale Bistriței vor fi dirijate printr-un sistem de tunele și canale până la Borca. Aici va fi un alt lac de dimensiuni mai mici (posibil circa 20 000 000 m³), ce se va extinde până în zona satului Mădei. Între Zugreni și Mădei, pe albia veche a Bistriței va fi un debit de servitute, asigurat, în parte, de afluenții de pe stînga (afluenții de pe dreapta vor fi captați), evaluat la circa 2-3 m³/s, la care se vor adăuga apele deversate la Zugreni. Dar acestea vor fi deversate neritmic. În consecință, vor avea loc, pe de o parte, procese caracteristice subadaptării albiilor, pe de altă parte, procese de eroziune cauzate de deversările din viitorul lac Zugreni.

Pentru identificarea tendințelor de evoluție a albiei în aval de baraj, vom recurge la analiza granulometrică a depozitelor de albie, deoarece granulometria influențează direct dinamica fenomenului de pavaj. S-a folosit metodologia propusă de S. Komura și D. B. Simons (1967); s-a făcut uz de ambele ipoteze de lucru, respectiv:

$$1) d_{50} = d_{99B} - d_{85r} \quad \text{cînd } V > V_c$$

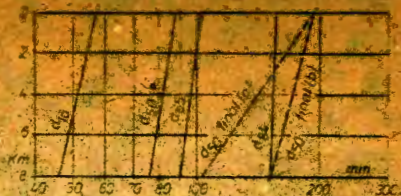
$$2) d_{50} = d_{99B} - d_{84r} \quad \text{cînd } V \approx V_c$$

în care d_{50} , d_{85} , d_{84} , d_{99} sînt diametre corespunzătoare pe curba granulometrică cumulativă în secțiunea baraj (B) și secțiunea reper (r), situată la circa 8 km aval de baraj. În cazul nostru B este în defileul de la Zugreni.

Banda granulometrică în cele două secțiuni (B și N) ale albiei râului Bistrița redă principalele schimbări ce vor avea loc în faciesul aluvionat în următorii ani la amenajări (fig. 3).

Fig. 3. — Banda granulometrică a aluvionilor parului albiei râului Bistrița în secțiunea Zugreni (0) și 8 km în aval (8), cu schimbările ce vor avea loc în final.

— Bande granulométrique des alluvions du lit mineur de la Bistrița dans la section Zugreni (0) et 8 km en aval (8), avec les changements qui finalement auront lieu.



MODIFICĂRI ALE ALBIEI ÎN AMONTE DE LACURILE DE BARAJ. APORTUL ALBIILOR CA SURSE DE SEDIMENTE LA GOLMATAREA LACURILOR

a) Tendințele de evoluție pe care lacurile de baraj le imprimă albiilor situate în amonte sînt departe de a fi explicate și prognozate satisfăcător, cel puțin sub aspectul duratei și distanței de propagare a „acumulării regresive” (în accepția S. T. Altunin, 1960). Pe ansamblu, fenomenul este evidentiat la nivelul variației pantei râului, dar cel mai frecvent prognoza se face pe baza analizei curbelor de remuu. S-a dovedit că în multe cazuri frontul acumulării regresive depășește cu mult punctul de intersecție al curbei de remuu cu albia râului. În acest sens este exemplul situației din amonte de lacul Elephant Butte (pe Rio Grande), pentru care se prognozase o supraînălțare pe circa 16 km amonte și, în realitate, la numai 20 de ani de dare în exploatare a barajului, acumularea regresivă a înaintat pînă la peste 200 km amonte de lac (G. H. Mackin, 1948). Vitezele de deplasare sînt foarte diferite: circa 10 km/an amonte de Elephant Butte; 450 m/an pe râul Saal (cf. G. I. Samov, 1954); 3,4 km/an pe Rio Grande, amonte de lacul Imperial (D. W. Lane, 1955); 0,5 km/an pe Sir Daria, amonte de lacul Farhad (S. T. Altunin, 1960). Noi am constatat că pe râul Racova (afluent al Birladului), la numai 3 ani de la darea în exploatare a barajului Puscăși, frontul acumulării regresive ajunsese la peste 8 km amonte de lac.

În condițiile țării noastre, în practica amenajării și exploatării barajelor și lacurilor, trebuie să se țină seama de producerea podului de gheață pe râuri și a curgerii de sloiuri; astfel de fenomene se știe că amplifică remuul. În anii 1967, 1968, 1973 am observat în amonte de lacul Izvoru Muntelui asemenea situații. În bună parte, ele rezultă din ecuațiile de regim pe care, în cazul de față, le-am stabilit pentru secțiunea Trumosu (fig. 4). Spre exemplu, în intervalul decembrie 1972 — februarie 1973, la aceleași debite, valorile exponenților debitelor arată o creștere a adîncimii apei de la 0,5 m la 3 m și o scădere a vitezei râului de la 0,7 m/s la 0,3 m/s. Raporturile dintre adîncimea râului cu pod de gheață sau curgeri de sloiuri (h_2) și adîncimea râului cu suprafața liberă (h_1) sînt de forma:

$$h_2 = 11,986 h_1^{3,1}$$

li ne pot ajuta să presupunem amplitudinea creșterii nivelului apei râurilor în astfel de condiții. Ținând cont de acest element, este de presupus că viitorul lac Zugreni, care este proiectat să se extindă pînă la Vatra Dornei, va determina schimbări accelerate ale albiei cel puțin pînă la

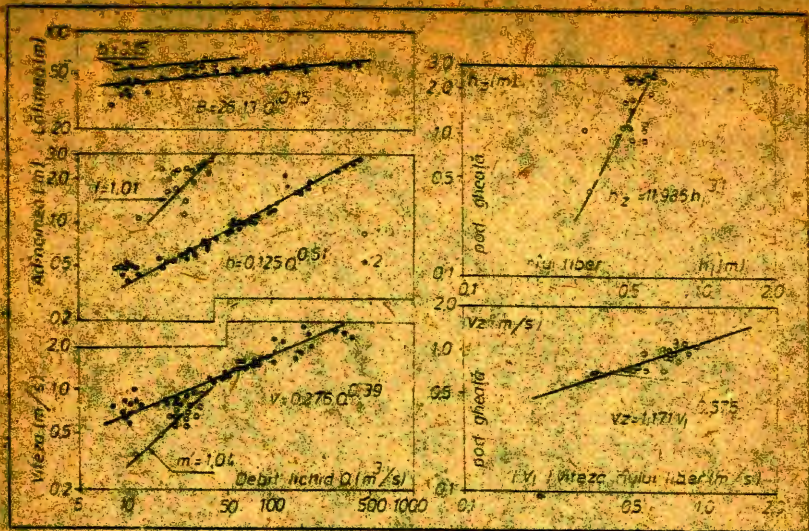


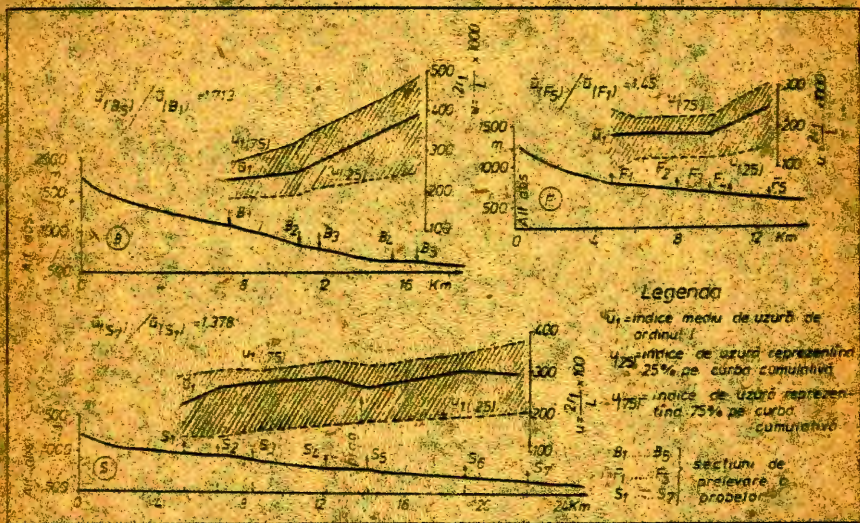
Fig. 4. — Variația geometriei hidraulice a albiei râului Bistrita în secțiunea Frumosu, în condiții de scurgere a râului cu suprafață liberă (1) și cu fenomene de iarnă (2).
 Variation de la géométrie hydraulique du lit mineur de la Bistrita dans la section Frumosu, dans des conditions d'écoulement à surface libre (1) et couverte de glace (2).

Iacobeni. De aceea, s-a recomandat ca în eventualitatea realizării lacului, regimul nivelurilor să fie riguros corelat, pentru ca în perioada fenomenelor de iarnă pe râuri să se evite ridicarea artificială a nivelului apelor râului Bistrita în zona orașului Vatra Dornei.

b) În ansamblul relațiilor morfodinamice care se stabilesc între lacuri și albiile de râu situate în amonte, o analiză aparte se impune a fi făcută comportării albiilor minore ca surse de sedimente. Datele din literatură sînt foarte diferite și, cel mai adesea, contradictorii, reducîndu-se la evaluarea raportului dintre debitul tirat și cel în suspensie. De exemplu: W. Emmett (cf. W. Dietrich, T. Dunne, 1978) apreciază debitul tirat ca fiind între 10–19% din totalul aluviunilor; C. Bondar, A. Papadopol (1973) consideră că debitul solid al Dunării crește în sectorul canalului Sulina cu aproximativ 30%, pe seama eroziunii acestui canal; Bauer și Buttz (1968, cf. J. Cyberski, 1973), pe baza unor măsurători de teren într-un interval lung de timp, pe cîteva râuri din R. F. Germania au constatat că debitul tirat a participat la colmatarea unor lacuri pînă la 49% din totalul aluviunilor (spre exemplu, amonte de lacul Staatschlesse); W. Dietrich și T. Dunne (1978) apreciază participarea albiilor la formarea debitului solid într-o proporție de circa 10% din

totalul aluviunilor. Oricum, se recunoaște că asupra metodologiei de identificare a aportului albiilor la formarea debitului solid nu s-a ajuns la o cale mulțumitoare.

Noi propunem analiza uzurii aluviunilor în scopul determinării procentuale a participării albiilor la formarea debitului solid. Considerăm că uzura aluviunilor redă participarea directă a albiilor ca sursă de sedimente. Desigur, analiza granulometrică în acest context presupune respectarea unor condiții pe care nu ne-am propus să le discutăm aici. S-au analizat depozitele de albie în peste 40 de secțiuni de pe râurile Bistra, Neagra Brostenilor, Neagra Sărului, Dorna, Sabasa, Farcasa și



5. — Variația indicelui de uzură de ordinul I al galeților râurilor Borca (B), Sabasa (S) și Farcasa (F).

— Variation de l'indice d'usure des galets du 1^{er} ordre des rivières: Borca (B), Sabasa (S) et Farcasa (F).

Borca. În figura 5 se redă variația indicelui de uzură al aluviunilor din albiile râurilor Borca (B), Sabasa (S) și Farcasa (F). Creșterea acestui indice spre aval este evidentă și la nivelul altor procente de pe curba cumulativă. Cu alte cuvinte, există posibilitatea de a aprecia aportul albiilor, cel puțin la nivelul uzurii aluviunilor, prin raportul dintre indicii de uzură din două secțiuni succesive (secțiunea aval/secțiunea amonte). Acest raport poate avea semnificația *indicelui de aport al albiilor* la formarea debitului solid în secțiunea respectivă (secțiunea aval). Pentru cazurile analizate, indicii de aport al albiilor variază de la 1,713 la ieșirea din bazin pentru riul Borca, la 1,378 pentru riul Sabasa (fig. 5). Analiza se impune a fi aprofundată în legătură cu alte caracteristici morfometrice ale aluviunilor pentru a determina în tone/an și metri cubi/an acest aport.

BIBLIOGRAFIE

- Altunin T. S. (1960), *Zaŋenie vodohraniliŋei i razmiv rusla v niŋnem bieŋe plotin*, Trudi III, Vsesoiuznogo Gidrologičeskogo Siezda, V, p. 55—64, Leningrad.
- Armencea Gh., Marinescu G., Stoicescu H., Lup I. (1980), *Aspecte de prognozei procesului de coborire a albiilor riurilor aval de baraje*, Hidrotehnică, 25, 5, p. 100—103.
- Bondar C., Papadopol A. (1973), *Caracteristicile evoluției în timp a albiei canalului Sulina*, St. hidrologie, XXXVII, p. 89—108, I.M.H., București.
- Chiriac V., Filotti A., Teodorescu I. (1976), *Lacurile de acumulare*, Edit. Ceres, București, p. 212.
- Cyberski J. (1973), *Accumulation of debris in water storage reservoirs of Central Europe, Man-made Lakes: Their problems and Environmental Effects*, Washington, p. 359—363.
- Dietrich W. E., Dunne T. (1978), *Sediment budget for a small catchment in mountains terrain*, Ztsch. Geomorph., N. F., Suppl., 29, p. 191—206.
- Dumitrescu D., Răzvan E. (1972), *Disiparea energiei și disipatori de energie*, Edit. tehnică, București, 480 p.
- Hăneu S. (1976), *Regularizarea albiilor riurilor*, Edit. Ceres, București, 143 p.
- Ichim I., Rădoane Maria (1980), *On the anthropic influence time in morphogenesis with a special regard to the problem of channel dynamics*, RRGGG-Géographie, 20, p. 35—40.
- Ichim, I., Rădoane Maria, Rădoane N. (1978), *Observații asupra rolului nivelului de bază local în morfogeneza fluvio-lacustră*, Hidrotehnică, 23, 9, p. 202—208.
- Ionescu Fl. (1971), *Un modèle mathématique pour estimer la déformation d'un lit à l'aval d'un barrage*, Bull. Scient., I.C.B., 4, p. 89—96.
- Komura S., Simons D. B. (1967), *River bed degradation below dams*, Proceedings American Soc. Civ. Eng. Journal Hydraulics Div., HY4, p. 1—14.
- Kumstașvili G. P., Serkov, V. S. Smirnov A. M., Stansenkov, IJ. A., Ustalov V. A., Epstein. R. M. (1977), *Exploatarea centralelor hidroelectrice*, traducere din limba rusă, adaptare și completare de S. Cerchez și P. Ghiorghiescu, (1980), Edit. tehnică, București, 383 p.
- Lane E. W. (1955), *The importance of fluvial morphology in hydraulic engineering*, Am. Soc. Civil Eng. Proceed., 81, p. 7—17.
- Leopold L. B., Wolman G. M., Miller J. P. (1964), *Fluvial processes in geomorphology*, Freeman and Co., San Francisco, 522 p.
- Mackin, H. J. (1948), *Concept of graded river*, Bull. Geol. Soc. of America, 59, p. 463—512.
- Mihoc Gh., Bergtheller C., Urseanu V. (1978), *Procese stocastice. Elemente de teorie și aplicații*, Edit. științ. enciclop., București, 461 p.
- Petts E. G. (1979), *Complex response of river channel morphology subsequent to reservoir construction*, Progress in physical geography 3, 3, p. 329—362.
- Rădoane Maria, Ichim I., Florea E., Rădoane N. (1980), *Influența barajului Izvoru Muntelui asupra morfologiei albiei râului Bistrița în bieful aval*, Lucr. Stațiunii „Stejaru”, s. geol.-geogr., VII, p. 121—128.
- Răzvan E. (1960), *Un aspect al problemei spațiale a hidrauliciei biefului*, Hidrotehnică, 5, 2, p. 132—135.
- Șamov G. I. (1954), *Recinte nanost*, Gidrometeorologičeskoe Izdatelstvo, Leningrad, 373 p.
- Wolman G. M. (1967), *Two problems involving river channel changes and background observation*, Quantitative Geogr., Part II, North-Western Univ., Stud. in Geogr., 14, p. 67—107.

Primit în redacție
la 9 iulie 1981

Laboratorul de geomorfologie Stațiunea de
cercetări „Stejaru” 5648 Pingărași, jud.-
Neamț