

CENTRUL DE CERCETĂRI BIOLOGICE IAȘI
STAȚIUNEA DE CERCETĂRI „STEJARUL”
PIATRA NEAMȚ



**LUCRĂRILE CELUI DE AL II-LEA
SIMPOZION**

**„PROVENIENȚA ȘI EFLUENȚA
ALUVIUNILOR”**

(8—9 decembrie 1988)

SUB REDACȚIA
IONIȚA ICHIM

PIATRA NEAMȚ

ANALIZA DEBITELOR LICHIDE SI SOLIDE IN BAZINUL HIDROGRAFIC
AL RIULUI TROTUS PENTRU EVALUAREA COIMATARII ACUMULARII ADJUD

de

Dr.Virgil APOPEI, Dr.Ioniță ICHIM, Dr.Maria RADOANE, Elena PANTAZI

Key words: discharge, sediment suspended load, silting Adjud reservoir

ANALYSIS OF THE DISCHARGE AND SEDIMENT SUSPENDED LOAD IN THE TROTUS DRAINAGE BASIN TO EVALUATE SILTING IN THE ADJUD RESERVOIR. The hydrotechnical arrangement of the Siret river in the confluence area with the Trotuș - an arrangement that will be finalized with the Adjud reservoir, the greatest on the river - required a series of preliminary investigations among which the sediment suspended load and discharge analysis is of utmost importance to evaluate the silting of this reservoir.

If the discharge and the sediment suspended load of the Siret river is powerfully influenced by the upstream reservoirs, on the Trotuș it is produced in the natural regime and will represent an active and permanent silting source for the Adjud reservoir.

For the sediment suspended load and the discharge prediction we considered the annual medium values of 16 hydrometrical posts out of which 8 performed measurements on the sediment suspended load which were generalised for the same period (1950 - 1987) and statistically interpreted by means of the professional calculator CORAL-4021.

The graphical representation and the analysis of the obtained functions show that in the Trotuș drainage basin there is a general tendency of a discharge increase at all the hydrometrical posts, an increase that emphasizes itself along the main river (from upstream to downstream), from 1.6 at Lunca de Sus to 2.7 at Vrinceni. The same is valid for the sediment suspended load, the values of which increase (the same hydrometrical posts) 1.5 times in 1950 and 4 times in 1987.

The periodical component of the time series, deter-

mined by means of the Schuster periodogram, reveals the dominance of 6 cycles (38 years, 19 years, 13 years, 1 year, 6 and 4 months) both for the discharge and the sediment suspended load. From each cycle, the period of maximum value production and the probability of its reoccurrence were rendered evident. When these cycles are in agreement, one may register the greatest values of the discharge and sediment suspended load.

The sediment load that may silt the Adjud reservoir is linked to the hydrological activity of the basin. In the Vrînceni section it is represented by a multiannual medium sediment load of 38.45 Kg/s, the maximum frequency being registered by the values between 1 - 3 Kg/s in more than 300 days of the characteristic average year. Under such circumstances the Trotuș transfers a quantity of 1,205,000 t/year sediment or a volume of 804,000 m³.

Amenajarea hidrotehnică a râurilor în scopul construirii acumularilor de apă, impune o serie de cercetări, între care o importanță deosebită o prezintă analiza debitelor lichide și a celor solide în vederea evaluării colmatării acestor acumulări.

Dacă pe râul Siret, în amonte de confluența cu râul Trotuș scurgerea solidă este controlată, cel puțin parțial, de o succesiune de lacuri, ultimile trei fiind: Galbeni (volum de 39,65 milioane m³), Răcăciuni (volum de 103,6 milioane m³) și Berești (volum de 120 milioane m³), nu același lucru se poate spune de bazinul râului Trotuș, unde cele două lacuri construite pînă în prezent (Pciana Uzului și Belci) controlează o suprafață de numai 1.360 Km² din cei 4.370 Km², cît măsoară întregul bazin. În aceste condiții râul Trotuș va reprezenta în continuare o sursă permanentă și activă pentru colmatarea acumulării Adjud.

Acumularea Adjud va fi una dintre cele mai mari de pe râul Siret prin volumul și suprafața sa, de 340 milioane m³ și respectiv 4.130 ha în faza finală de execuție. Lacul va fi amplasat în zona de confluență a râului Trotuș cu râul Siret și se va dezvolta pe cele două râuri; pe Trotuș pînă în dreptul localității Adjud, iar pe Siret pînă la barajul acumulării din amonte (Berești).

Producția de sedimente, care interesează atunci cînd se are în vedere colmatarea lacului Adjud, în secțiunea Vrînceni este repre-

zentată de un debit solid mediu multianual evaluat la 38,45 Kg/s, cu o frecvență maximă pentru valorile cuprinse între 1 - 3 Kg/s de peste 300 zile în timpul anului mediu caracteristic (1975), iar debitele medii anuale de suspensii au oscilat între 4,03 Kg/s (1950) și 117 Kg/s (1972). Cantitatea medie multianuală de suspensii ce trece prin secțiunea Vrinceni este de 1.205.000 t/an sau un volum mediu de aproape 804.000 m³/an.

Plecînd de la acest fapt, cercetările noastre vor să evidențieze cîteva elemente de regim în timp lung a debitelor lichide și solide din bazinul hidrografic al râului Trotuș.

I. Scurgerea lichidă

Pentru evaluarea acestui parametru în bazinul hidrografic al râului Trotuș, s-au utilizat măsurătorile de la cele 16 posturi hidrometrice, situate relativ uniform, atît pe râul principal, cît și pe afluenții de seamă ai acestuia, a căror perioade de măsurători directe au fost cuprinse între 20 și 38 ani. Prelucrarea și irurilor de date și omogenizarea lor s-a făcut la toate posturile hidrometrice pentru o perioadă de aproape 40 ani (1950 - 1987). Analiza noastră se referă, în principal, la valorile cantitative și distribuția acestora în timpul unui an, dar și în timp lung.

În ceea ce privește valoarea scurgerii lichide, se constată variații însemnate atît în raport cu altitudinea (s-a avut în vedere înălțimea medie a subbazinelor analizate), cît și în spațiu, de la vest la est, dependentă de procesele pluviogenetice ce se manifestă diferențiat pe cuprinsul bazinului din aria montană sau subcarpatică. În aceste condiții se constată că arealele situate în zona montană propriu-zisă (cursul superior și o parte din cel mijlociu al Trotușului și al afluenților din această zonă, cu bazinele: Sulța, Ciobănuș, Uz, Doftana, Asău), debitează o cantitate mai redusă de apă spre râul colector, față de cursul Trotușului din aval de Tg. Ocna și pînă la confluență, unde scurgerea lichidă este mai puternică (bazinele: Slănic, Oituz, Cașin, Tărlău). Spre exemplu, teritoriile cuprinse între 800 - 1000 m altitudine în regiunea montană au o scurgere medie specifică de 7,5 l/s/Km², față de regiunile estice, unde la aceeași altitudine scurgerea lichidă înregistrează 14,2 l/s/Km² (Apopei V., Pantazi Elena, 1985).

Regimul scurgerii lichide în timpul anului, evidențiat de variația medie lunară a debitelor măsurate la posturile hidrometrice, se caracterizează printr-un grad înalt de uniformitate în cadrul bazinului și aparține de tipul carpatic oriental (fig. 1). Se individualizează prin topiri parțiale ale podului de gheață și a stratului de zăpadă de pe versanți, în timpul iernii, dar fără viituri, ape mari de primăvară, cu vârful principal în ultima parte a lunii aprilie și începutul lunii mai, cu viituri accentuate în lunile iunie, iulie și august și cu ape mici de toamnă. După scurgerea maximă de primăvară, care depășește 45 % din volumul anual al scurgerii pe cursul mijlociu și inferior al Trotușului și pe afluenții din această parte a bazinului, urmează ca mărime scurgerea din anotimpul de vară, ce se apropie de 30 %, apoi cea de toamnă, scurgerea minimă înregistrându-se iarna, în jur de 10 %. Debitul mediu multianual în secțiunea de închidere a bazinului este de $32,2 \text{ m}^3/\text{s}$ (postul hidrometric Vrînceni), valoare pe care o considerăm puțin modificată pînă la confluența cu Siretul, datorită aportului lateral redus al afluenților, cît și proceselor de evaporare mai intense din acest tronson al râului.

Pentru prognozarea scurgerii lichide în bazinul Trotușului s-a urmărit tendința acesteia la toate posturile analizate, prin rularea datelor privitoare la valorile medii lunare din perioada 1950-1987 pe minicalculatorul CORAL-4021, cu ajutorul regresiei polinomiale de gradul I - VI, utilizînd programele REGPOL și subrutine din biblioteca matematică IBM, în limbaj FORTRAN-77^{*}.

Reprezentarea grafică și analiza funcțiilor rezultate arată că în bazinul Trotușului există tendința generală de creștere a volumului scurgerii lichide la toate posturile hidrometrice, de asemenea este o creștere accentuată în lungul râului principal, din amonte spre aval, de la postul hidrometric Lunca de Sus (de 1,6 ori) la postul hidrometric Vrînceni (de 2,7 ori). Polinoamele de grade superioare indică o comportare oscilatorie a seriei de timp a scurgerii lichide, în special cele de gradul IV - VI, care evidențiază un maxim în perioada 1970 - 1980 și altul secundar, cu vârful în anul 1955 (fig. 2).

^{*} Prelucrarea datelor a fost făcută în C.T.C.E. Piatra Neamț de ing. Dumitrescu Gh.

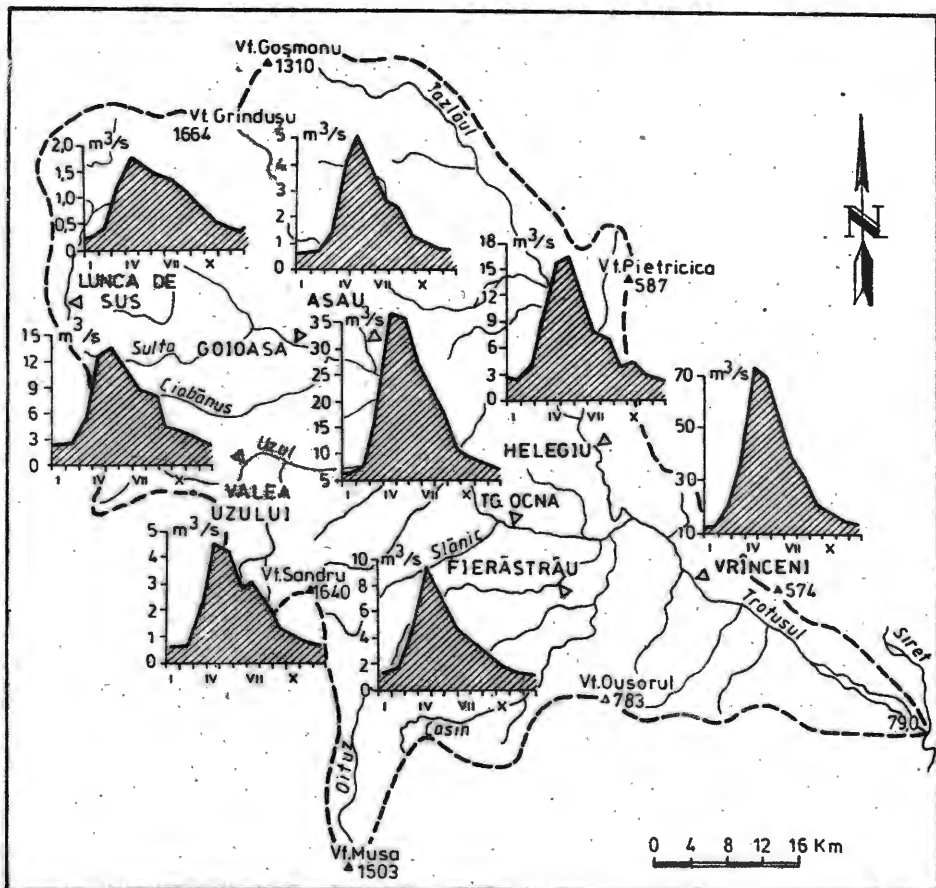


Fig. 1. Regimul debitelor lichide medii lunare multi-aniuale. (C) din perioada 1950 - 1987, în bazinul hidrografic al râului Trotuș

The multiannual monthly average discharge regime from 1950 to 1987, in the Trotuș drainage basin

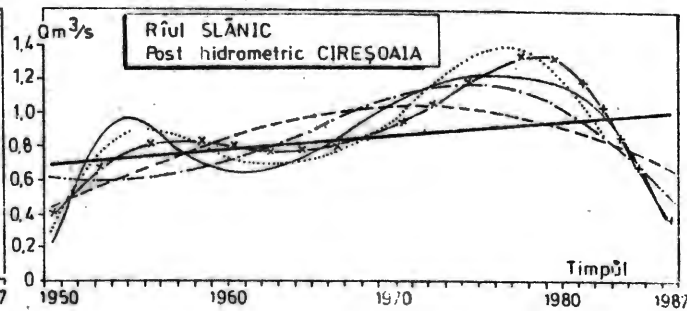
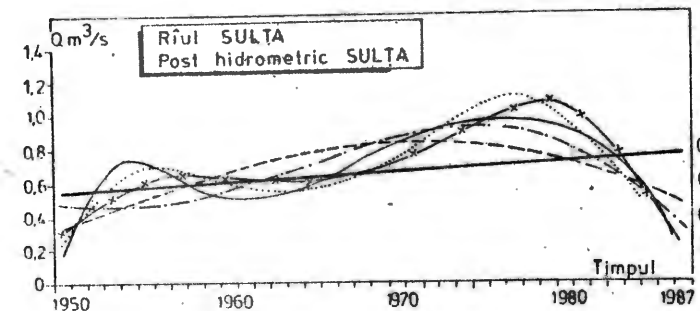
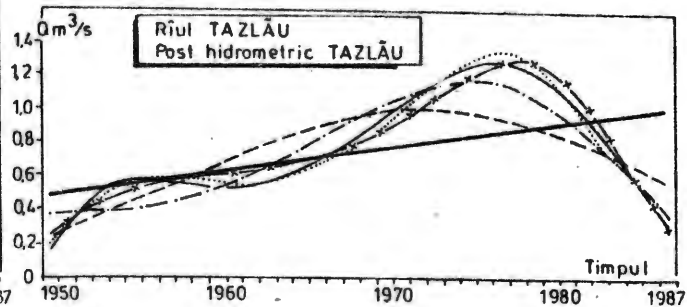
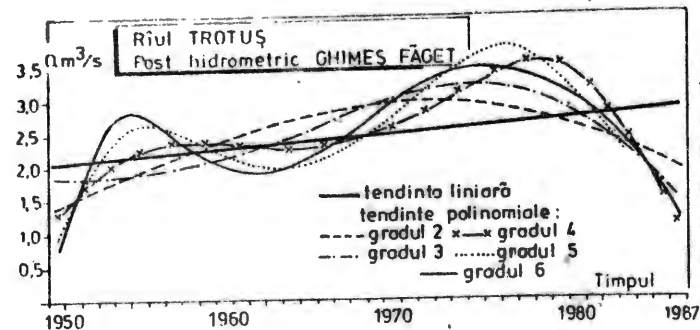


Fig. 2. Tendința polinomială (gradul 2-6) a scurgerii lichide (Q) în timp lung, în bazinul hidrografic al râului Trotuș

The discharge polynomial long term tendency (2-6 degree) in the Trotuș drainage basin

S-a determinat și comportarea periodică a seriilor de timp constituite din debitele lichide la aceleleași posturi hidrometrice, utilizând periodograma Schuster, ce are la baza calculul funcțiilor spectrale. Analiza acesteia a pus în valoare dominanța a 6 cicluri-perioade: de 38 ani, de 19 ani, de 13 ani, de un an, de șase luni și de patru luni (fig. 3).

Ciclul de 38 ani este evident cu maximum în perioada 1970-1980, cu probabilitate de repetare în viitor în anii 2010-2015. Ciclul de 19 ani reșevă maximele ce s-au produs în 1955-1957 și 1975-1976 și cele prognozate în 1990-1995. Ciclul de 13 ani a realizat maximele în anii 1955, 1968-1969, 1980-1982, iar în viitor în anii 1992-1994. Atunci când se produce punerea în fază a acestor cicluri, ca în perioada 1970-1975, se înregistrează cele mai mari valori ale debitelor râurilor. Componenta periodică de 1 an are un caracter sezonala, de 12 luni, cu maximum în mai și minimum în noiembrie. Componentele cu perioadă mai mică, de 6 luni și 4 luni, fac diferențierea fazelor anotimpuale. Se remarcă un sincronism în întregul bazin al Trotușului în realizarea armonicilor anuale și lunare ale scurgerii lichide, cu implicații asupra tranzitului de aluviuni din amonte spre aval (fig. 4).

II. Scurgerea solidă

Analiza acestui parametru s-a făcut la un număr de 8 posturi hidrometrice, amplasate în cadrul bazinului atât pe râul principal, cât și pe unii afluenți. Omogenizarea valorilor la perioada 1950 - 1987 s-a realizat prin același procedeu ca și la scurgerea lichidă, încât se pot face ușor corelații între posturile hidrometrice analizate, ca și cu debitele lichide scurse în aceleleași secțiuni.

O primă constatare referitoare la scurgerea solidă în bazinul râului Trotuș este prezența unui sincronism accentuat la toate posturile analizate, care se corelează strâns cu scurgerea lichidă. Cea de a doua constatare se referă la diferențierile cantitative a materialului scurs, ce se accentuează de la V la E, în funcție de rezistența la eroziune a substratului litologic, care, în cadrul bazinului aparține la trei tipuri de areale: rezistent (24 % în cursul superior al Trotușului), mediu rezistent (31 % în partea centrală a bazinului, pe gresile de Tarcău și Kliwa) și slab rezistent (37 % în partea estică a bazinului, alcătuit din roci aproape exclusiv

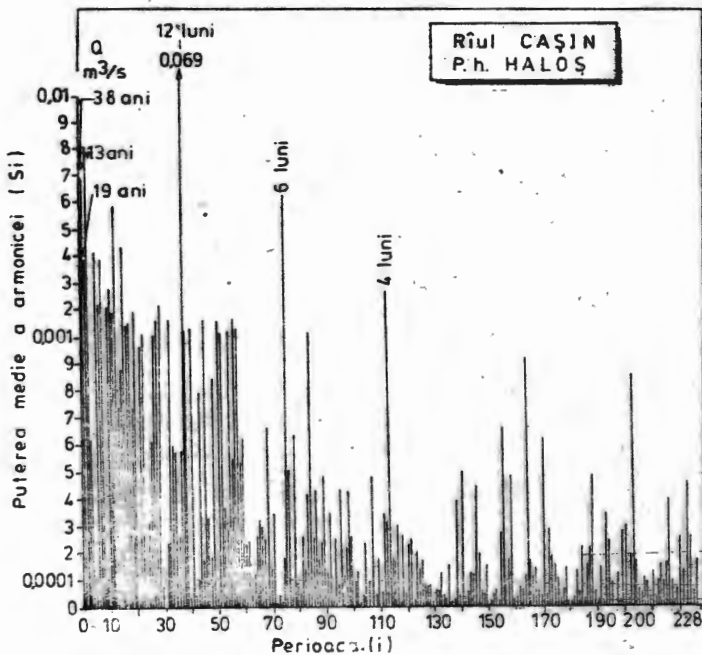
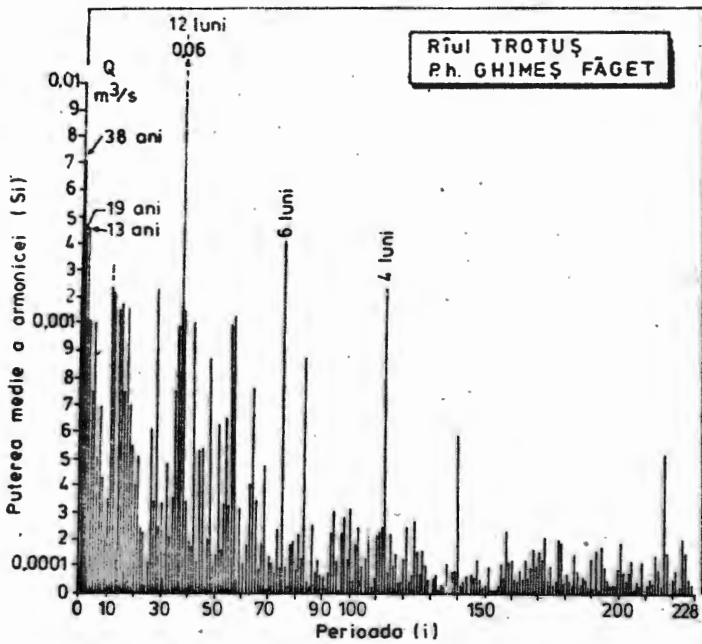


Fig.3. Periodograma Schuster. Seriile de timp ale scurgerii lichide
The Schuster periodogram. The time series of the discharge

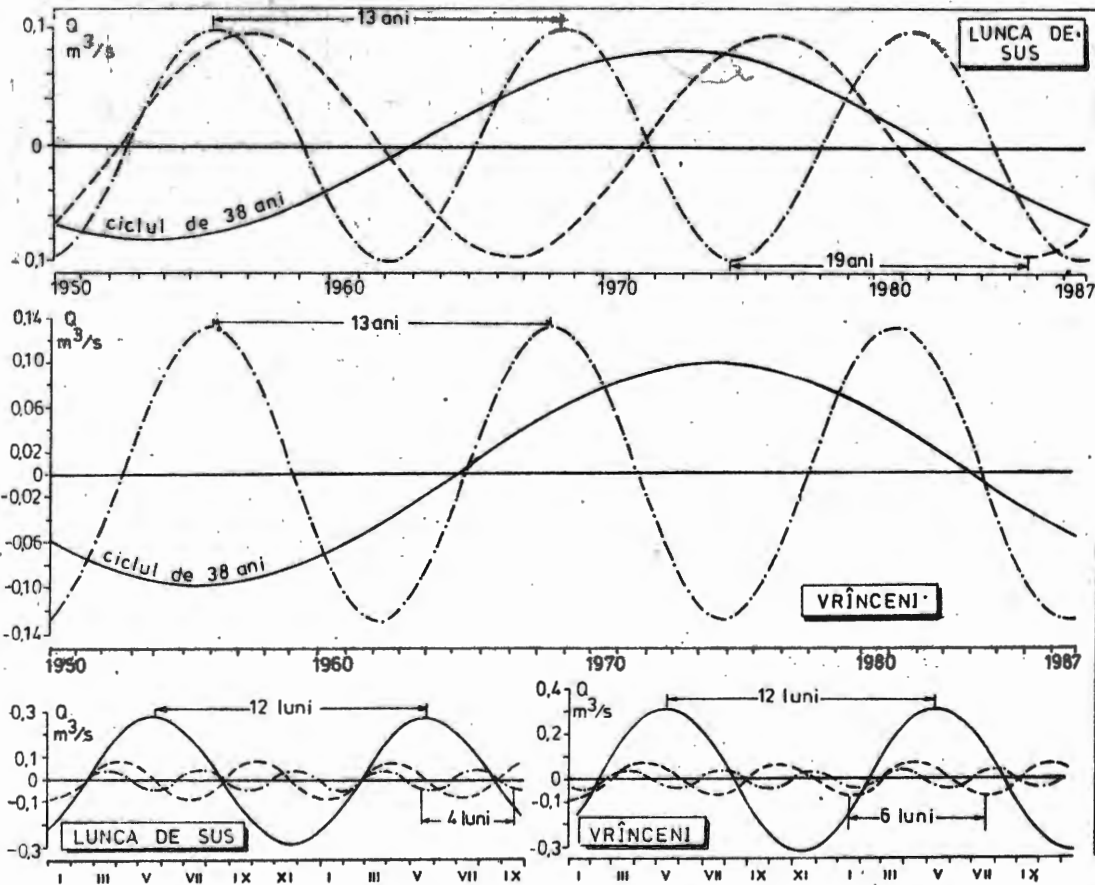


Fig. 4. Componentele ciclice multianuale și anuale ale scurgerii lichide în bazinul Trotuș
The annual and multiannual discharge cyclic components in the Trotuș drainage basin.

neogene și cuaternare - pietrișuri, nisipuri, gresii friabile, argile, depozite leosoide).

Ca regim, s-a constatat că scurgerea solidă maximă se produce vara și atinge la postul hidrometric Vrînceni 50 % din volumul mediu multianual, urmează cea de primăvară cu 42 %, scurgerea solidă de toamnă și iarnă participînd cu procente mici, de 6,5 % și respectiv 1,5 %. Valoarea maximă lunară se înregistrează în mai (30,1 % din scurgerea medie multianuală); de asemenea o valoare mare a scurgerii solide se întîlnește în luna august, de 20,1 %, ce corespunde debitelor lichide mari din timpul viiturilor de vară (fig. 5).

Ca și în cazul scurgerii lichide, analiza statistică a datelor de scurgere solidă prin metodologia regresiei simple arată o tendință de creștere accentuată a procesului dinamic cercetat, respectiv tranzitul de aluviuni, care în secțiunea Vrînceni este de forma:

$$\log R = - 0,2 + 0,004 t \quad \text{Unde:}$$

R = logaritmul valorilor de debit solid mediu lunar
t = timpul în luni corespunzător perioadei analizate

Modelarea și predicția seriilor dinamice privind transferul de aluviuni, arată că, valorile debitului de aluviuni în suspensie înregistrează o sezonabilitate accentuată, dar partea aleatoare deține o pondere mult mai mare comparativ cu debitul lichid.

Tendința procesului de tranzit de aluviuni în secțiunile de albie a fost determinată cu ajutorul regresiei polinomiale de gradul I - VI, din a cărei analiză rezultă o tendință generală de creștere a volumului scurgerii solide în întregul bazin al râului Trotuș (fig. 6), cu o rată ce se mărește din amonte spre aval pe cursul principal al râului, de 1,5 ori la Lunca de Sus în 1987 față de 1950 și ajunge pînă la aproape 4 ori la Vrînceni. În timp lung seria prezintă o tendință ciclică, cu separarea a două cicluri, unul de mică amplitudine între 1950 - 1965 și altul de mai mare amplitudine, între 1970 - 1980.

Componenta periodică determinată de asemenea cu ajutorul periodogramei Schuster, arată ca și în cazul scurgerii lichide aceleași 6 cicluri-perioade. Ciclul de 38 ani are o pondere însemnată și reflectă în mare măsură comportarea seriilor de timpale scurgerii. Maximul acestui ciclu s-a evidențiat în perioada 1970 - 1975,

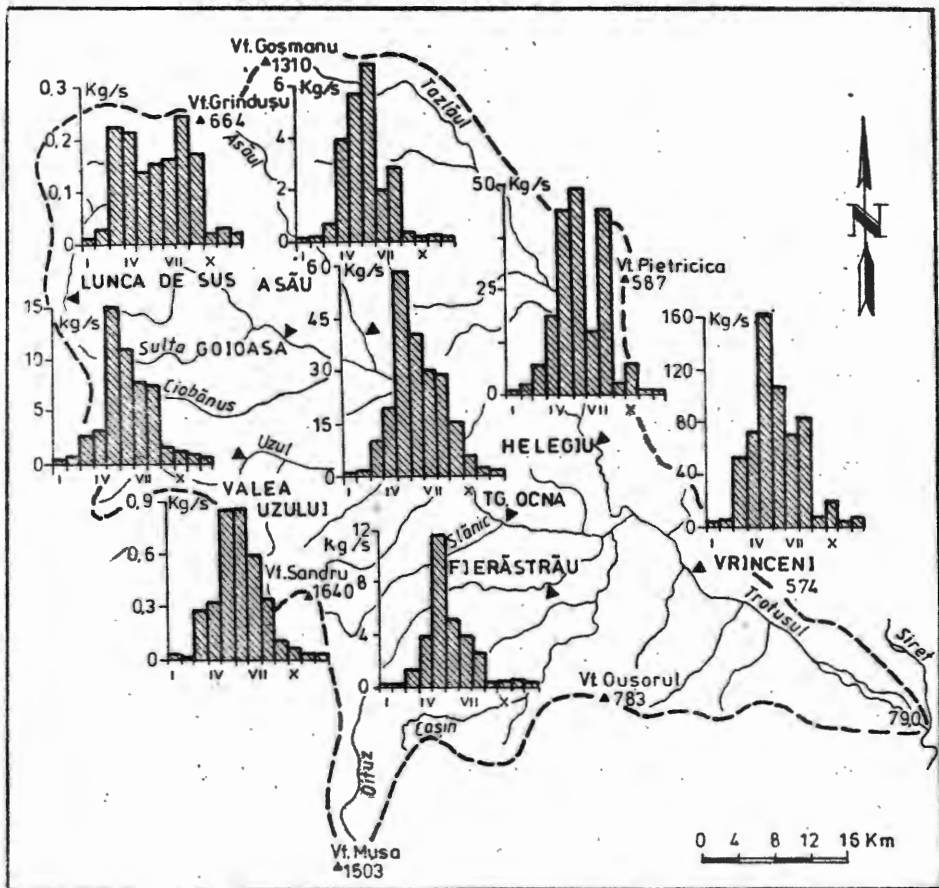


Fig. 5. Regimul debitelor solide medii lunare multianuale (R) din perioada 1950 - 1987, în bazinul hidrografic al râului Trotuș

The multiannual monthly average sediment suspended load regime from 1950 to 1987, in the Trotuș drainage basin

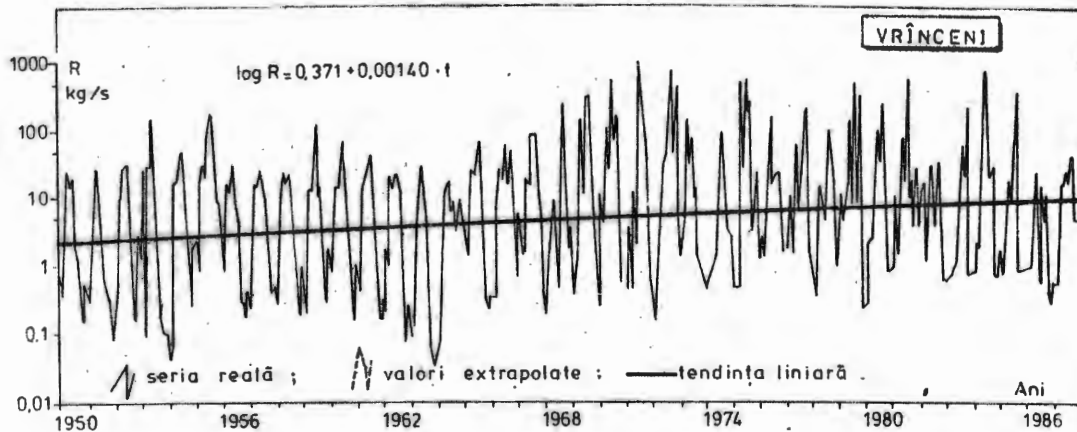
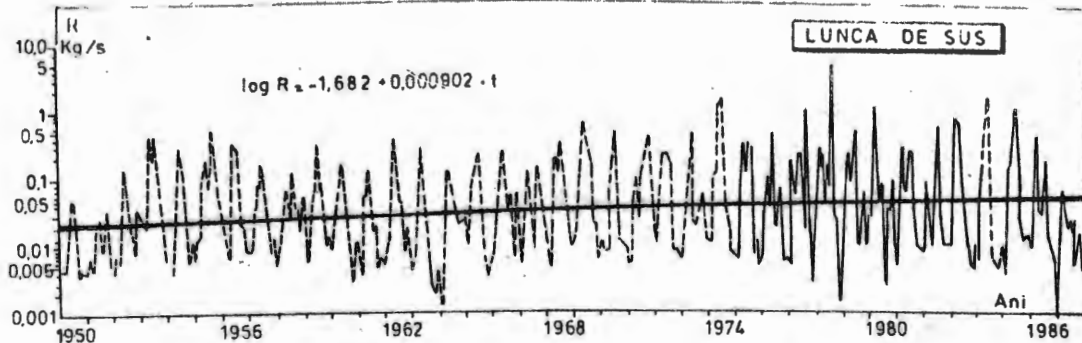


Fig. 6. Tendințe liniară în timp lung a surgerii solide (R) în bazinul hidrografic al râului Trotuș

The sediment suspended load long term lineary tendency in the Trotuș drainage basin

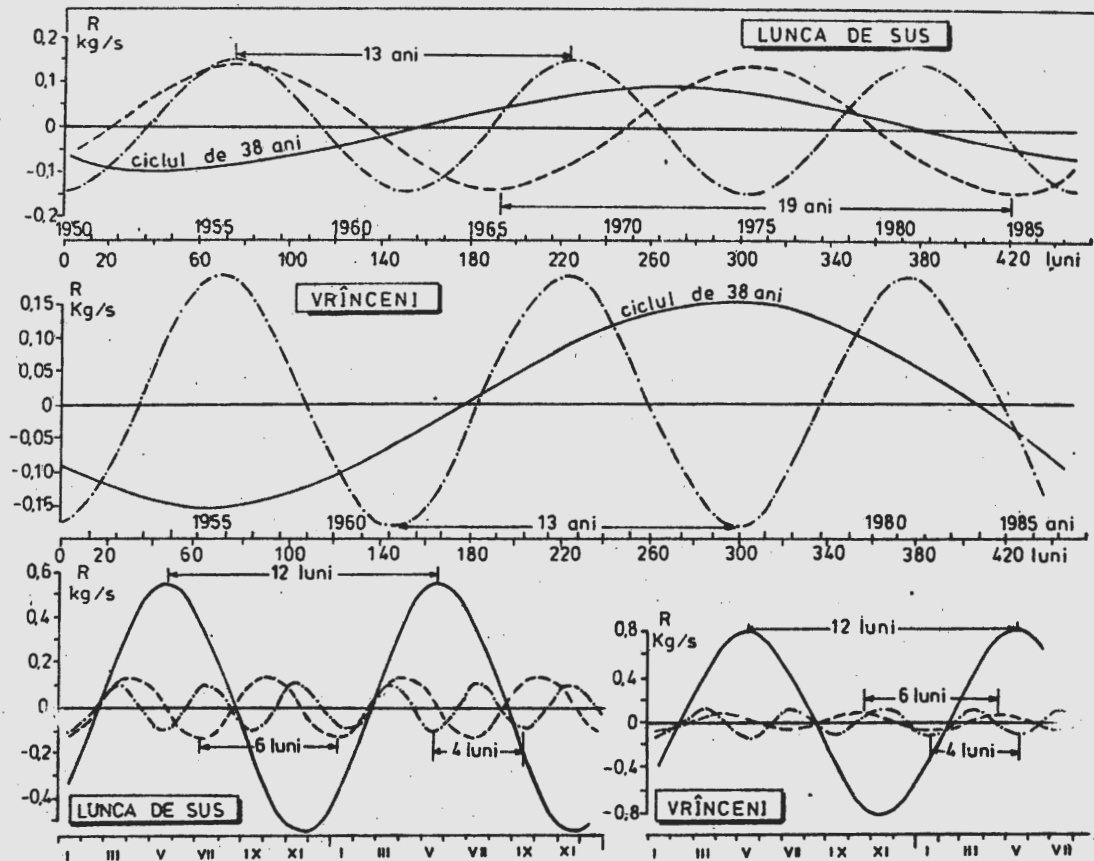


Fig. 7. Componentele ciclice multianuale și anuale ale scurgerii solide în bazinul Trotușului
The annual and multiannual sediment suspended load cyclic components in the Trotuș drainage basin

fiind în aceeași fază cu ciclul scurgerii lichide. Ciclul de 19 ani are pondere redusă, maximele în rata transportului solid realizându-se în anii 1955 și 1975. Ciclul de 13 ani are o semnificațiemai mare, cu maxime în 1955, 1968 - 1969, 1982. Componentele periodice de un an și mai mici, indică armonica de 12 luni, cu un maxim în mai și un minim în noiembrie, iar cele de 6 luni și 4 luni cu maxime în lunile aprilie, februarie și minime în octombrie și respectiv în iulie (fig. 7).

Se poate astfel aprecia că râul Trotuș va tranzita aluviunile sale în cea mai mare parte în regim natural și va afecta în măsură mult mai mare colmatarea lacului Adjud, comparativ cu râul Siret, care este amenajat din punct de vedere hidroenergetic în amonte de această acumulare.

B i b l i o g r a f i e

- Apopei V., Pantazi Elena (1985) - Evaluarea cantitativă a precipitațiilor și a scurgerii lichide din bazinul hidrografic al râului Trotuș. Lucr. Staț. "Stejarul", Vol. 8, Piatra Neamț
- Dumitrescu Gh., Ursu C., Ichim I., Rădoane Maria (1987) - Modelarea și predicția seriilor de timp. Aplicație în studiul efluenței aluviunilor râului Trotuș. Lucr. Simpoz. PEA Vol. 1, Piatra Neamț
- Rădoane Maria, Ichim I. (1987) - Conceptul de efectivitate geomorfologică și semnificația lui în tranzitul de aluviuni în bazinul hidrografic Trotuș. Lucr. Simpoz. PEA, Vol. 1, Piatra Neamț
- Rădoane Maria, Ichim I., Apăvăloae M., Pantazi Elena, Dumitrescu Gh. (1988) - Aplicații ale analizei seriilor de timp în studiul sistemului în cascada precipitații-surgere-transfer de aluviuni în bazinul râului Trotuș. Lucr. Staț. "Stejarul", Vol. 9, Piatra Neamț
- x x x (1986) - Studiul regimului efluenței aluviunilor din bazinul râului Trotuș și aportul lor în colmatarea lacului Adjud. Manuscris. Staț. "Stejarul", Piatra Neamț

Stațiunea de cercetări "Stejarul"

Str. Alexandru cel Bun Nr. 6
5600 - Piatra Neamț