

Documentar

MEANDRE FLUVIALE

I. Ichim

Maria Rădoane

"Riurile cu adevărat drepte sînt atît de rare
în natură încît aproape că nu există"

L.B.Leopold și G.M.Welman (1957)

1. Considerații generale

Cursurile de apă manifestă o tendință permanentă de "abatere" de la direcția rectiliniară a axului fundului văii, fenomen ce se concretizează în realizarea de albiu sinuoase sau desplîtite. Cînd indicele de sinuozitate depășește valoarea 1,5 se consideră că albiile sînt meandrate (L e o p o l d , W e l m a n , 1957). În raport de valoarea indicelui de sinuozitate s-au propus mai multe clasificări ale albiilor de rîu (S c h u m m , 1963; S c h e i d e g g e r , 1967; D u r y , 1969). Dar, indiferent de clasificarea ce se adoptă, majoritatea specialiștilor sînt de acord că sinuozitatea este o caracteristică esențială a geometriei albiilor și că meandrea reprezintă o stare de hipertrofiere a fenomenului de sinuozitate. S-a argumentat că tendința de meandrare are probabilitate finită (L a n g b e i n , L e o p o l d , 1966) și că meandrea este o expresie a realizării unui echilibru dinamic între factorii de modelare a albiei (L e o p o l d et al., 1964).

Ca fenomen integrat în evoluția generală a reliefului fluvial, meandrea are o semnificație morfogenetică de mare importanță în descrierea evoluției câmpiilor aluviale dar și a unei regiuni deluro-montane. De asemenea, fenomenul are implicații deosebite în organizarea, sistematizarea și exploatarea fondului funciar de pe fundul văilor, în amenajarea și exploatarea de obiective hidrotehnice, poduri sau alte construcții situate în vecinătatea albiilor, încît nu poate să surprindă faptul că preocupările pentru cunoașterea meandrării, aparțin deopotrivă specialiștilor din domenii diverse (geologie-geomorfologie, hidrotehnică, hidraulică, geodezie-topografie ș.a.). După cum nu poate să surprindă faptul că astfel de preocupări datează cu mult înainte de începutul secolului XI. P l a y f a i r (1802), H i t c h o c k (1833), J a c k s o n (1934), M i l l e r (1883), D a v i s (1902), pot fi considerați princi-

palii precursori ai direcției de cercetare geologică - geomorfologică în problema meandrelor și a rolului lor în formarea oșpiilor aluviale; în timp ce *Muller* (1881), *Stans* (1883), *Losievski* (1890), *Gibson* (1909) pot fi considerați precursori ai direcției de cercetare inginerescă. Nu ne-am propus să facem un istoric al cercetărilor, dar trebuie să arătăm că amploarea și diversificarea preocupărilor în acest domeniu, îndeosebi în ultimii 20 de ani, justifică nu numai posibilitatea, dar și necesitatea abordării studiului problemelor meandrelor într-o concepție unitară de lucru, cu participarea interdisciplinară. Necesitatea se impune din punct de vedere teoretic, dar cu stringență, din punct de vedere practic, în contextul elaborării programelor de amenajare complexă a râurilor.

Noi vom aduce în discuție principalele aspecte ale geomorfologiei meandrelor, referitoare la: geomorfometria meandrelor, la morfodinamica lor și tipurile principale de meandre.

2. Geomorfometria meandrelor

Văzute în plan, albiile meandrate prezintă o serie de elemente geomorfometrice a căror precizare este necesară, pentru că reflectă evoluția meandrelor, iar amenajarea râurilor implică schimbări la nivelul acestor elemente. În fig.1 se indică principalele elemente geomorfometrice. Mai adăugăm următoarele noțiuni: lungimea totală pe meandru (M); unghiul de deviație a cursului râului de la direcția principală spre aval (φ). În sectorul pe care se desfășoară meandru, se delimitează forme de teren adiacente albiei, cu o dinamică strâns legată de cea a meandrului. Acestea sînt: lobul (suprafața delimitată în interiorul buclei unui meandru) și pedunculul meandrului (secțiunea cea mai îngustă a lobului).

Elementele menționate evoluează intercondiționat și în interacțiune cu celelalte elemente morfometrice ale albiei, fapt care a permis identificarea unor relații de evoluție, dintre care menționăm:

- relația între lungimea meandrului (L) și lățimea albiei (l) stabilită de *Inglis* în 1949 în forma $L = 6,6 \cdot l^{0,99}$ sau în forma $L = 10,9 \cdot l^{1,01}$ de *Leopold* și *Wolman* (1957);

- relația între lungimea meandrului (L) și raza medie a curburii (r_m), exprimată în forma $L = 4,7 \cdot r_m^{0,98}$;

- relația între raza medie a curburii (r_m) și lățimea albiei (l) care arată că fiecare râu tinde către o cifră mai constantă valoare a acestui raport, este cuprinsă între 2 și 3, cu o medie de 2,7;

- relația între amplitudinea meandrului (A) și lățimea albiei (l), determinată de *Inglis* (1949) în forma $A = 18,6 \cdot l^{0,99}$, iar de *Leopold* și *Wolman* (1957) în forma $A = 2,7 \cdot l^{1,1}$;

- *Schumm* (1963), pentru aprecierea indiciului de sinuozitate (P), are în vedere lățimea albiei raportată la adâncime, raport notat cu F , iar relația este de forma $P = 3,5 \cdot F^{0,27}$.

Pentru studiile de prognoză a meandrării, are importanță constatatarea lui L e o p o l d și W e l m a n (1957) că distanța între două "riffle" succesive este de ca. 5-7 ori lățimea albiei. Stadiul de evoluție a geomorfometriei meandrelor se apreciază după valoarea lui φ pe baza formulei introdusă de L a n g b e i n și L e o p o l d (1966):

$\varphi = \omega \sin s/M 2\pi$ (în care "s" este unitatea de lungime de-a lungul traseului meandrului). Unghiul ω este o funcție unică a sinuozității și variază de la zero pentru traseul rectiliniar, la maximum de 125° , pentru așa-numitele meandre "gooseneck", a căror peduncul este foarte îngust. Este situația când $\varphi = \omega$. Reprezentarea grafică a unghiului de deviație φ alături de distanța "s" de-a lungul meandrului dă o curbă generată din sinusoidă. Meandrele ce se înscriu cât mai apropiat de această curbă sînt meandre regulate și reprezintă forma cea mai "stabilă" a meandrelor în general. Astfel de cazuri sînt mai rare în natură.

3. Morfodinamica meandrelor

Problemele de morfodinamică privesc deopotrivă cauzele și procesele morfologice și depozitele albiilor meandrate.

a) Cauzele. Analiza cauzelor este unul dintre cele mai controversate capitole ale cercetării fenomenului de meandrare. Există o întregă suită de factori genetici, dar accentul s-a pus pe analiza celor implicați direct și care pot fi grupați, după opinia noastră în două categorii principale: pe de o parte, factorii primordiali, care oferă substratul material și de concretizare a energiei de desfășurare a proceselor, respectiv, factorul geologic (aloctuire litologică, structură, mișcări neotectonice) și factorul hidrodinamic (regimul scurgerii lichide și solide, efectul seîșelor); pe de altă parte, factorii derivați, ca rezultanți ai procesului interacțiunii factorilor din prima categorie. Aici se cuprind elementele geomorfometrice ale meandrelor, morfologia albiei, precum și o serie de caracteristici ale scurgerii în albi, ca rezistența scourgerii, panta energiei apei, mecanismul scurgerii helicoidale, etc. Celor două mari categorii de factori li se adaugă factorul timp, care concretizează transformarea continuă a întregului sistem de evoluție și permite ca la scara timpului geologic, să se evidențieze factorii zonali cu o mare rază de influență, așa cum se poate constata la meandrele încătugate.

Din analiza cercetărilor de pînă acum, se desprinde o caracteristică principală, preocuparea pentru identificarea factorilor determinanți, propunîndu-se în acest context și unele relații matematice. Vom enumera succint principalele constatări:

- Litologia influențează apariția și dezvoltarea meandrelor, fapt precizat cu mult timp în urmă de M i l l e r (1883). Mai recent, S c h u m m (1963), constată că albiile meandrate au un procent mai mare de praf-argilă în depozitele din perimetrul albiei, comparativ cu albiile rectiliniiare sau de tranziție. El propune și o relație între coefici-

entul de sinuozitate (P) și procentul de praf-argilă (M), din perimetrul albiciei $P = 0,94 M^{0,25}$. Remarcarea lui S c h u m m este că albiile ce au în maluri un procent mai mare de 60 % de praf-argilă, au coeficient de sinuozitate mai mare de 1,5. Cercetătorii M o G o w e n și G a r n e r (1970) prezintă două cazuri interesante care par să confirme ideea lui S c h u m m; este vorba de riurile Amite și Colorado, cu sectoare puternic meandrate, care deși au în albie material grosier, malurile sînt în depozite fine. Cu toate acestea, un anumit tip de litologie nu poate fi determinant, pentru că fenomenul de meandrare are loc și în cazul riuurilor ce se dezvoltă pe ghețari, ba mai mult, meandrea este caracteristică și curenților oceanici. Și un alt exemplu mai concludent: în lacul de acumulare Mead, pe Colorado, la o viitură, a fost observat un fenomen unic. Curentul de turbiditate a străbătut masa de apă pe toată lungimea lacului, de cca. 150 km, pînă la baraj, marcînd toate sinuozitățile albiei inundate a rîului Colorado (G r o v e r și H o w a r d, 1938, cit. S u n d b o r g, 1956).

I n g l i s (1949), apoi L e o p o l d și W o l m a n (1957) au demonstrat că lungimea meandrului este direct proporțională cu mărirea debitului lichid. Din moment ce, la același debit, o albie poate meandra sau poate fi despletită ori rectilinie, dacă celelalte condiții variază, rezultă că nici acest factor nu poate fi considerat determinant pentru meandrare.

S u n d b o r g (1956) arată că caracterul și cantitatea debitului solid pot fi considerate determinante în meandrare, în sensul că odată cu descreșterea în cantitate și calibrul al acestuia, albiile devin înguste și adînci și tind să meandreze. Aceasta nu poate fi o explicație pentru toate cazurile de meandrare din natură, pe care le-am amintit mai sus.

- H j u l s t r o m (1949) a adus în discuție efectul seigelor, asemănătoare celor din lacuri, ca fiind determinant în meandrare. Dar relația între lungimea meandrelor și amplitudinea undelor a fost infirmată de măsurătorile și interpretările făcute de L e o p o l d et al. (1964). De asemenea, nu ar explica în nici un fel meandrea văilor de pe cîmpurile submarine, pe care le menționează S t a n l e y, U n r u g (1972), ca fiind caracteristice pe suprafețe cu înclinare mai mică de 3° .

- Scurgerea helicoidală, propusă de P r u s - C h a c i n s k i (1954) și apoi L e l i a v s k i (1955) ca principala cauză a meandrării, nu explică relațiile fundamentale ce se stabilesc între elementele geomorfometrice ale meandrelor, ci, cel mult, fenomenul de eroziune și depunere în albiile meandrate (L e o p o l d et al., 1964).

- S-a considerat mult timp că panta generală a profilului longitudinal este determinantă în meandrare, în sensul că pantele mici favorizează acest fenomen. Cercetările experimentale au arătat că la aceleași pante dar la debite diferite, albiile au tendințe diferite de evoluție.

Din cele prezentate pînă acum este clar că fiecare factor în parte nu poate fi considerat determinant în procesul de meandrare, ci numai în interacțiune. După L e o p o l d și W o l m a n (1957), cel puțin 8 variabile intră în joc în dinamica albiilor naturale, fiind posibile multiple interacțiuni și stabiliri de raporturi mutuale între diferiți factori. Procesul scourgerii, în general, și acțiunea mecanică asupra substratului litologic, ca factori primordiali în apariția reliefului, de albie generează întregul complex de elemente geomorfometrice (lățime, adâncime, pantă, etc.) și morfologice (riffle, pool, ripple, dune, anti-dune, etc.), care în ansamblu, fac parte din grupa factorilor derivați și concretizează tipul de geomorfometrie în plan a albiilor și stadiul lor de evoluție. La rîndul lor, acești din urmă factori "reacționează" asupra factorilor primordiali, creîndu-se astfel de raporturi de reciprocitate și interacțiune mutuală. Meandrele însele prin întregul lor complex de elemente geomorfometrice și morfologice acționează asupra propriei lor evoluții. Este evident un proces de "autoreglare", tipic evoluției sistemelor deschise. Or, considerînd albia de rîu ca un sistem deschis, la rîndul lui subsistem al sistemului bazinului hidrografic din care face parte, se înțelege că analiza factorilor de genă a meandrelor trebuie făcută ținînd cont de proprietatea ierarhizării factorilor într-un sistem, fiecare putînd fi considerat subsistem, dar avînd capacitatea de a crea, prin interacțiune complexă, un suprasistem, în care se cuprind. Astfel, meandrea, considerată de specialiști o expresie a echilibrului dinamic, presupune "punerea de acord" a tuturor factorilor, în sensul reducerii la minimum a variabilității lor. Aceasta este ceea ce L a n g b e i n și L e o p o l d (1966) au numit "teoria varianței minime". În această idee, meandrele variază morfodinamic, dar morfogenetic nu.

b) Procesele morfologice și depozitele albiilor meandrate

În morfodinamica albiilor meandrate, concretizarea ansamblului de factori, concentrați în caracteristicile scourgerii helicoidale, a regiunii scourgerii lichide și solide, tipul de depozite din maluri și patul albiei, etc., în acțiunea proceselor de eroziune și acumulare prezintă unele caracteristici deosebite de ale celorlalte tipuri de albie. Aceasta atît în morfodinamica patului albiei, unde elementele principale sînt "pool" și "riffle", cît și în morfodinamica malurilor. Și într-un caz și în celălalt, esențială este analiza microreliefului aflat în continuă transformare și a depozitelor ca elemente corelative, ce ne pot furniza date importante cu privire la acțiunea factorilor de evoluție. De aceea, precizarea cîtorva aspecte referitoare la micromorfologia este foarte necesară.

În primul rînd, în micromorfologia patului albiei se disting ferme cu o stabilitate relativă mai mare: microdepresiuni de albie ("pool") și bancouri de acumulare ("riffle") și microferme cu o stabilitate efemeră,

unele cu o durată de ordinul citorva zile, ore sau chiar minute: ripple, megaripple, dune, antidune, etc.

În ceea ce privește termenii de "riffle" și "pool" îl folosim sub forma consacrată în literatura de specialitate. Termenul de riffle a fost introdus în 1927 de P e t t i s în locul termenului de "cliff", pe care în asociație cu antonimul său "pool", îl întâlnim înocă din lucrările lui M i l l e r (1883). Acesta din urmă, în observațiile sale asupra dinamicii albiei fluviului Gange, a arătat că un "pool" s-a deplasat la o singură viitură cu oca. 200 picioare (oca. 60 m).

Morfologia de "pool" și "riffle" se evidențiază mai bine în albiile alcătuite din depozite mai grosiere de oca. 2 mm în diametru. Lungimea unui "pool" este de 1,6 ori lungimea unui "riffle". În general, un "riffle" este o formațiune de acumulare, lobată în plan, cu pante înclinate spre un mal și celălalt, iar granulometria depozitelor este mai grosieră decît în "pool". În timpul scourgerii, în zona de "riffle", adîncimea apei este mai mică, panta de energie mare și are loc o pronunțată disipare de energie; în "pool" adîncimea apei este mare, panta de energie redusă iar disiparea de energie este minimă. La ape mari, aceste diferențe se atenuază. Deplasarea acestor microforme este relativ înceată și se concretizează prin deplasarea mai mult a conținutului lor decît a formei. Această deplasare, după L e o p o l d et al. (1964) poate fi prezentată sub forma undelor cinematice. Faptul că microformele la care ne-am referit ocupă în morfologia unui meandru poziții semnificative din punct de vedere morfogenetic ("riffle" în punctul de inflexiune, iar "pool" în concavitatea buclei meandruului), urmărirea dinamicii lor prin măsurători repetate pe o lungă durată de timp a topografiei albiei, a variației unor factori de evoluție, poate constitui un reper de bază al cercetărilor de prognoză a dinamicii albiilor meandrate.

În ceea ce privește microrelieful cu stabilitate efemeră este caracteristic albiilor cu pat nisipos. Morfodinamica acestuia este în funcție de regimul scourgerii, exprimat prin numărul Froude. Clasificarea microformelor de albie nisipoasă, în funcție de acest regim, este semnificativă.

O reprezentare grafică a variației microformelor de albie nisipoasă cu creșterea intensității scourgerii, exprimată în termenii creșterii puterii rîului (puterea rîului = viteza cîri forța tractivă) este redată în fig.3. Datele ce se cunosc asupra ritmului de migrare a acestor microforme sînt relativ puține, deoarece nu este posibilă măsurarea lor pe distanță mai lungă, pentru că meren sînt distruse și construite altele. D i l l e (1960) a măsurat ritmuri medii de migrare de pînă la 3,5 cm/sec. pentru ripple mici, la viteze ale curențului de 90 cm/sec., iar C o l l e m a n (1969) arată că un ripple "gigant" de 16 m înălțime în albia fluviului Brahmaputra a înregistrat o viteză de deplasare de 700 m/24 ore.

Cea de a doua problemă a morfodinamicii albiilor meandrate o for-

maasă modificarea malurilor, în cadrul cărora reține atenția, pe de o parte, eroziunea malului concav, pe de altă parte, acumularea pe malul convex. **M a t t h e s** (1941) și **F r i e d k i n** (1945), încercând să explice formarea meandrelor, au dezvoltat ideea că procesul are loc producându-se eroziunea malului concav și apoi transferul de depozite pe malul convex, ca rezultat al mecanismului scurgerii helicoidale. Analiza acestor procese a relevat faptul că există o tendință de a menține aproximativ constantă lățimea albiei. Astfel, volumul net de depuneri pe renie este egal cu volumul net al eroziunii malului concav. Maximum de eroziune pe malul concav și depunere pe renie se găsește puțin mai înspire aval de arul curburii maxime a meandrului. Ritmul de deplasare laterală a meandrelor este foarte variat și depinde de caracterul depozitelor ce alcătuiesc malurile albiilor și de intervalul de repetare a debitelor mari, în special, a celor de albie plină. Astfel, în depozite de albie majoră, alcătuite din prundiguri, nisipuri și luturi, cu oarecare coezivitate, **L e o p o l d et al.** (1964) au înregistrat viteze de peste 5 m/an. Un alt exemplu îl oferă adâncirea pe un curs sinuos a râului Bistrița în sedimentele lacustre rămase după golirea lacului Pingărați. Aceste depozite sînt predominant nisipoase, lipsite de coezivitate, cu o grosime de 4-5 m, dispuse peste prundiguri fluviatile. **R ä d o a n e** (1978) a măsurat viteze maxime de retragere a malului concav de 3 m/24 ore (fig.4).

În aceleași condiții litologice (sedimente lacustre acumulate în zona de deșurare a afluenților principali în lacul Izvoru Muntelui), măsurătorile asupra retragerii malurilor concave, comparativ cu retragerea malurilor rectiliniiare, au arătat diferențe apreciable (fig.5, **M a r i a R ä d o a n e**, 1976).

Cel de-al doilea aspect al morfodinamicii malurilor albiilor meandrate este acumularea pe malul convex sau renie. După **R e i n e c k**, **S i n g h** (1975), alcătuirea litologică a reniilor este dată de unități sedimentare discontinue și lenticulare. Asupra ritmului de sedimentare a depozitelor, opiniile sînt împărțite: unii cercetători aduc dovezi că dezvoltarea unei renii se face foarte repede (stratificațiile încrucigăte se produc în cîteva ore iar cele laminate în cîteva minute). De exemplu, **S t e i n m e t z** (1967) studiind o renie a fluviului Arkansas a ajuns la următoarea constatare: în cca. 156 ore s-a format o renie de aproximativ 13 m grosime și un volum de 459.000 m³, observîndu-se o descreștere a sortării și granulometrisi depozitelor spre amonte, direcție spre care unitățile sedimentare cu stratificație încrucigată se reduc pînă la formarea unui singur strat de inundație. Dimpotrivă, **S u n d b e r g** (1956), consideră că dezvoltarea unei renii este un proces lent și începe astfel: pe malul convex se formează o "bară" longitudinală cu o pantă mai abruptă spre malul râului; aceasta migrează spre interior și se unește cu grindurile; cînd atinge o poziție mai înaltă, pe suprafața

reniei se depozitează numai material din suspensii și, ajunsă în acest stadiu, poate fi socotită atașată terasei de luncă; apoi urmează formarea altei bare longitudinale, ș.a.m.d. Ca aspect morfologic, există diferențe între reniile din material grosier și cele din material fin. În general, se poate constata o succesiune de renii dispuse terasat și vălurit. Astfel, în morfologia reniei superioare se poate identifica, în special, la râurile mari, o succesiune de microdepresiuni și bare, alungite pe direcția configurației malului și paralele cu acestea. McGowan și Garner (1970) care au făcut studii asupra reniilor fluviilor Colorado și Amite, au arătat că microdepresiunile au fundul neted și sînt mai adînci în amonte reniei, pînă la 2-5 m, iar lărgimea de 5-7 m, în timp ce lungimea atinge sute de metri. Renia inferioară are aceeași morfologie, dar mai estompată. Această succesiune de microdepresiuni și bare longitudinale se instalează pe măsură ce albia migrează spre malul concav. Secțiunea sedimentară a acestora se aseamănă cu cea din "riffle", prezentînd o stratificație încrucișată a depozitelor care sînt mai groasiere, și pînă la laminată, a depozitelor mai fine spre partea superioară a reniei. Succesiunea diferitelor unități de sedimentare ne poate da imaginea dinamicii unor factori importanți în morfogeneza meandrelor.

4. Tipurile de meandre fluviale

Dintre clasificările cele mai des folosite asupra tipurilor de meandre sînt cele care țin cont de modul de evoluție sau de forma lor planimetrică. Astfel, se deosebesc:

a) Meandre regulate (fig.6 a) dezvoltate simetric și alinate a axului principal al direcției râului. În natură se înfirărar, întrucît dezvoltarea meandrelor regulate presupune condiții omogene (Friedkin, 1945). Pe sectoare scurte, aproape orice rîu prezintă bucle de meandru simetric. Cercetările au evidențiat faptul că meandrele regulate reprezintă forma cea mai "stabilă" a meandrelor în general. Se știe că gradul de simetrie și proporționalitate este mai mare pentru meandrele adîncite în rocă dură decît pentru cele aluviale, aceasta deoarece prin adîncire, de-a lungul timpului geologic, meandrele încâtușate tind să-și îndepărteze neregularitățile din albie și să păstreze forma simetrică "stabilă".

b) Meandre neregulate (fig.6 b) sînt cele mai frecvent întîlnite în natură și sînt caracteristice, îndeosebi, meandrelor adîncite în depozite aluviale.

c) Meandre întortocheate sau compuse au forma celor din fig. 6 c, unde se evidențiază două generații de meandre. Acestea sînt o caracteristică a râurilor "subadaptate" la văile pe care le străbat. Un rîu "subadaptat" este un rîu a cărui debit a scăzut la o valoare necorespunzătoare mărimei văii pe care și-a sculptat-o anterior și este cazul râurilor captate (descrie prima dată de Davis (1902) sau a râurilor

care, în pleistocen, au avut alte condiții de scurgere decât în prezent (cf. D u r y , 1970). Un caz interesant de "subadaptare" este albia lacului Sf.Gheorghe, exemplificată după P a n i n (1976)(fig.7).

După modul de evoluție se deosebesc:

a) Meandre libere (divagante, de câmpie aluvială). Sînt adîncite în depozitele aluviale ale luncilor și cîmpiilor, azul lor direcțional se dezvoltă independent de azul văii și, în general, cunosc o viteză relativ mare de evoluție. Exemple: aproape toate rîurile, mai ales spre cursul inferior, prezintă meandre libere - Siretul, Mureșul, Bîrladul, Oltul, Someșul, etc. (fig.1).

b) Meandre încătuate. Sînt adîncite în roci dure, relativ omogene. Ele se realizează cînd rîul meandreează odată cu valea (meandre de vale) și sîm ca exemplu Prutul (fig.8) și rîurile ucrainene adîncite în anticliza Moscovei, scoțînd la zi depozite din ce în ce mai vechi ale Platformei Ruse. Aceste meandre sînt "moștenite" de la un prim ciclu de meandrare. În cazurile de rîu "subadaptat", pe care l-am denumit mai sus, meandrele de vale sînt "fosilizate", iar rîul își creează alte meandre, adaptate la noile condiții ale regimului scurgerii (meandre de rîu) cf. D u r y , 1970. Între meandrele rîurilor de pe cîmpiile aluviale și meandrele de vale există anumite similitudini, mai ales în ce privește porțiunile geometrice. Un exemplu ar fi raportul între lungimea meandrelor de vale (L_v) și lățimea văii (l_v), după D u r y (1953): $L_v = 10,9 l_v^{1,01}$.

Cercetările întreprinse pînă acum încă nu au descifrat pe deplin complexitatea proceselor ce duc la dezvoltarea meandrelor de vale. S-a arătat că meandrele de vale actuale sînt rezultatul acțiunii unor rîuri mai mari decât cele actuale (cu un debit lichid de 8-10 ori mai mare), condiții asociate cu cele ale Pleistocenului. În ce privește meandrele de rîu "subadaptat", după D u r y (1970), ele s-au instalat în jurul anilor 12.000 și 9.000 înainte de prezent. Asupra răspîndirii lor, după același autor, se arată că ele sînt prezente între $65^{\circ}N$ și $18^{\circ}N$ în emisfera nordică și 25° și $16^{\circ}S$ în emisfera sudică.

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

1. DURY G.H. (1970) - General theory of meandering valleys and underfit streams. In: Rivers and River Terraces. Ed. de G.H.Dury, 1970, p.264-275.
2. FERGUSON R.I. (1975) - Meander irregularity and wavelength estimation. Journ. of Hydrology, 26, p.315-333.
3. FRIEDKIN J.F. (1972) - A laboratory study of the meandering of alluvial rivers. In: River Morphology. Ed. de S.A.Schumm, 1972, p.237-282.
4. ICHIM I., RĂDOANE N., RĂDOANE MARIA (1976) - Contribuții la analiza geomorfometrică a versanților munților flișului. Lucr. Staț. "Stejarul", Vol.VI.

5. LANGBEIN W.B., LEOPOLD L.B. (1970) - River meanders and the theory of minimum variance. In: Rivers and River Terraces. Ed. de G.H.Dury, 1970, p.239-263.
6. LEOPOLD L.B., WOLMAN G.M. (1957) - River channel patterns. In: Rivers and River Terraces. Ed. de G.H.Dury, 1970, p.197-238.
7. LEOPOLD L.B., WOLMAN G.M., MILLER J.P. (1964) - Fluvial processes in geomorphology. Freeman and Co., 1964, 522 p.
8. MATEESCU C. (1963) - Hidraulica. Ed.did. și ped., București.
9. MILLER H. (1883) - Methodes and results of river terracing. In: Rivers and River Terraces. Ed. de G.H.Dury, 1970, p.1-35.
10. PANIN N. (1976) - Some aspects of fluvial and marine processes in Danube Delta. An.Inst. de geol. și geof., p.150-165.
11. RĂDOANE MARIA (1976) - Observații asupra morfodinamicii albiilor minore din zona lacului Izvoru Muntelui. Lucr. Staț. "Stejarul", Vol.VI.
12. RĂDOANE M. (1978) - Observații asupra morfodinamicii albiei râului Bistrița în sectorul lacului Pîngărați, în perioada de golire, 1977. Lucr. Staț. "Stejarul", Vol.VII.
13. REINECK H.E., SINGH I.B. (1975) - Depositional Sedimentary Environments. Springer-Verlag, New-York, p.439.
14. SCHUMM S.A. (1963) - Sinuosity of alluvial rivers on the Great Plains. Geol.Soc. of Amer.Bull., V.74, p.1089-1100.
15. SUNDBORG A. (1956) - The river Klaralven. A study of fluvial processes. Geografiska Annaler, V.38.

Ionită ICHIM

Maria RĂDOANE

Stațiunea de cercetări biologice,
geologice și geografice "STEJARUL"

5648 - Pîngărați jud. Neamț

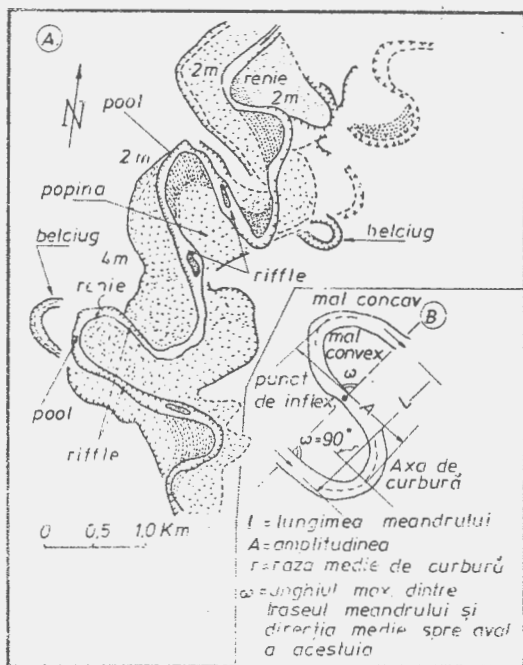


Fig. 1. Elemente geomorfometrice ale meandrelor.

A. Rîul Siret în aval de Roman; B. Elementele uzui "meandru teoretic" (după L. B. Leopold et al., 1964; W. B. Langbein, L. B. Leopold, 1966).

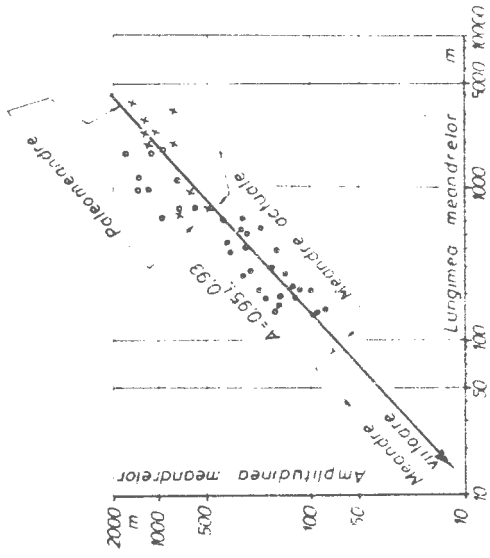


Fig. 2. Relații între lungimea meandrelor și amplitudinea meandrelor și între lungimea meandrelor și raza medie a curburii, pentru albia afluului Birlad.

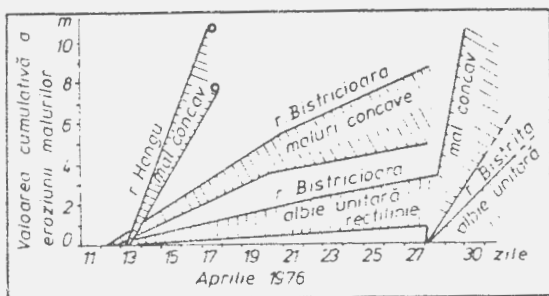


Fig. 5. Eroziunea laterală ale albiilor minore a unor afluenți din zona lacului Izvoru Muntelui (după Maria Rădoane, 1976).

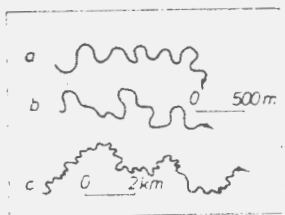


Fig. 6. Tipuri de meandre: regulate (a), neregulate b), întortocheate sau compuse (c).

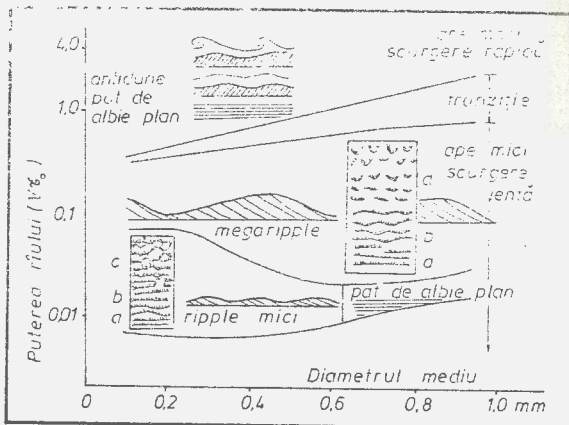


Fig. 3. Reprezentarea schematică a microformelor de albie și relația lor cu granulometria și puterea râului (după Simons et al., 1965; Allon, 1968; Reineck și Singh, 1975) a. ripple cu creastă dreaptă; b. ripple ondulate; c. ripple lingoide; d. ripple semilunare.

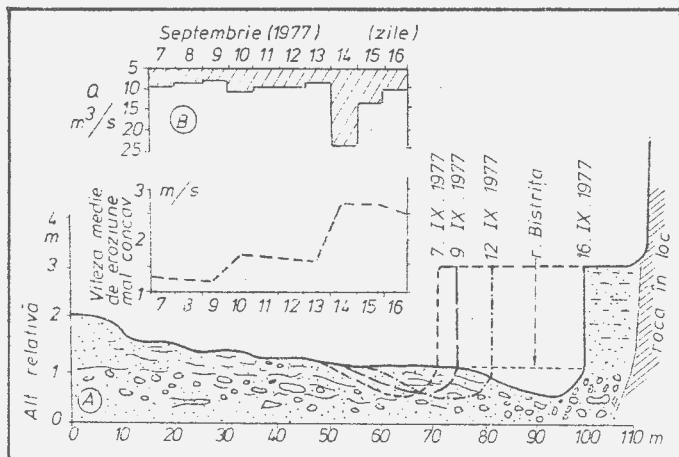


Fig. 4. Morfodinamica unui meandru în profil transversal. A. (r. Bistrița în zona emersă a lacului Pîngărați); B. Variația ritmului de retragere a malului concav; (după N. Rădoane, 1978).

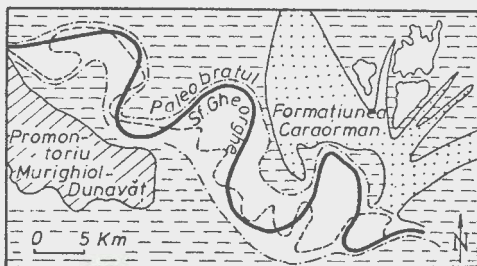


Fig. 7. Traseul ipotetic al brațului Paleo-Sf. Gheorghe (după N. Panu, 1976).

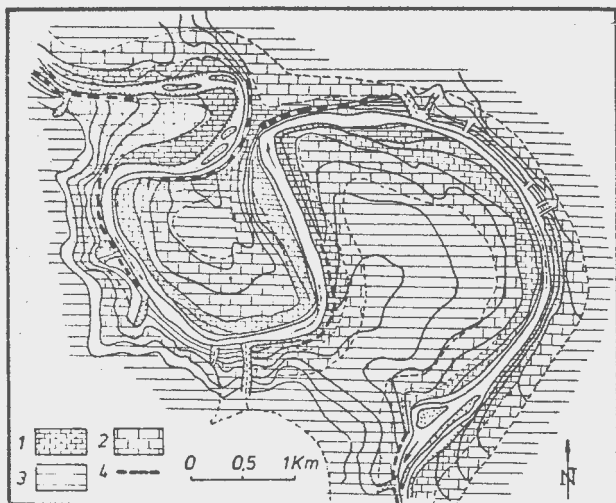


Fig. 8. Meandru încâtușat al râului Prut. 1, calcare cu silexuri (cretacic superior); 2, caloare, marne, gresii calcaroase (tortonian); 3, marne, gresii, nisipuri (buglovian); 4, abrupturi de eroziune laterală.