

UTILIZAREA MODELELOR MATEMATICE ÎN CARACTERIZAREA MORFOMETRIEI BAZINELOR RÂURILOR CULA ȘI CIULUC ÎN CONDIȚII SPECIFICE DE MEDIU

Igor CODREANU, dr, conf. univ., UST
Email: igorcodr@gmail.com

***Abstract:** The content of this scientific material reflects the results of the research on the evolution of the hydrographic networks and the surfaces of the river basins Cula and Ciuluc under specific environmental conditions. Cartographic materials and representation of data (number, summed and averaged lengths of river segments, and data regarding the drainage areas of different order basins) in logarithmic coordinates, with reference to the years 1913 and 1988, highlight the changes that occurred over time. The use of quantitative methods such as mathematical modeling of statistical data, allow a profound analysis of time and space changes, and correlation with the impact of environmental factors, highlight the way of drainage processes, the state and evolution of this river basins.*

***Keywords:** river, basin, morphometric elements, logarithmic scale, the slope of the relief, environmental conditions.*

INTRODUCERE

Evoluția bazinelor hidrografice este rezultatul interacțiunii dintre regimul fluxului de materie și energie care pătrunde și circulă în limitele acestora și de rezistența opusă de suprafața topografică. În condiții normale, principala sursă de materie o constituie precipitațiile atmosferice, iar de energie, radiația solară. Rezistența suprafeței topografice depinde de poziția altimetrică a bazinului hidrografic și de rezistența la eroziune a rocilor care o constituie, de gradul de acoperire cu vegetație, de caracteristicile învelișului de sol, de tipul de utilizare a terenurilor de către factorul antropic, etc.

Interpretarea acestei evoluții din punct de vedere al teoriei sistemului pune în evidență relațiile de interdependență a factorilor și fenomenelor geografice, permite estimarea cantitativă și calitativă a modificărilor de mediu în timp și spațiu. Teoria sistemului, pusă la punct din analiza unui număr apreciabil de legi ale naturii, demonstrează că între obiectele care alcătuiesc orice bazin hidrografic există o serie de relații de interdependență, care fac ca sistemul să funcționeze ca unul întreg [9;10].

METODOLOGIA STUDIULUI

În scopul determinării tendințelor de evoluție a rețelelor de drenaj și a suprafețelor bazinelor de diferite ordine din bazinele râurilor Cula și Ciuluc, afluenți de dreapta din cursul mediu și inferior al râului Răut timp de aproape un secol au fost utilizate hărțile în scara 1:100000. Cercetările s-au desfășurat pe baza măsurătorilor morfometrice cu ordonarea rețelelor hidrografice în sistemul de ierarhizare Horton-Strahler, astfel fiind obținute date și hărți care reprezintă situația la începutul și respectiv la sfârșitul secolului XX [3, 4].

Pornind de la proprietățile liniare ale unui sistem fluvial, se cartează și analizează întâi de toate structura sistemelor ramificate de albi, care sunt considerate linii trasate într-un plan. Măsurarea caracteristicilor morfometrice (numărul de segmente de râuri de diferite ordine, lungimile acestora și suprafețele de drenaj) cu acumularea de date statistice, reprezintă valori, care ulterior pot fi reprezentate grafic și analizate în raport cu legile lui Horton [5, 9, 10].

Prin urmare, modelul morfometric (matematic) al unui bazin hidrografic este rezultat din trei drepte, care la rândul lor sunt determinate de reprezentarea șirurilor de date în același sistem de coordonate logaritmice și apoi analizate în conformitate cu legile drenajului (legea numărului de râuri și de bazine, legea lungimilor însumate, legea lungimilor medii, legea suprafețelor însumate și legea suprafețelor medii). Modele matematice pot fi construite și pentru alte caracteristici, precum panta albiilor de râuri de diferite ordine din bazinele hidrografice, cu evidențierea rolului ei în procesele de modelare [6, 8].

REZULTATE OBȚINUTE ȘI DISCUȚII

Construirea modelelor morfometrice (matematice) ce caracterizează drenajul râurilor Cula și Ciuluc începe cu exprimarea grafică a șirurilor numerice, care definesc legea numărului de râuri de ordine succesive și legea lungimilor însumate ce caracterizează situația la începutul și sfârșitul secolului XX. Dreptele obținute sunt concurente într-un punct în care cele două ecuații au rădăcini comune [7].

Raportând lungimile însumate de același ordin la numărul de segmente de ordine succesive care caracterizează drenajul, rezultă al treilea șir, care reprezintă lungimea medie a cursurilor de ordine succesive și care la rândul său este o progresie geometrică crescătoare. În rezultatul reprezentării acestui șir în scară logaritmică, obținem o nouă dreaptă, care la rândul ei are un punct comun cu cea determinată de legea numărului de râuri și unul cu cea a lungimilor totale. Vârful triunghiului care este determinat de dreptele concurente, ce reprezintă legea sumei lungimilor și cea a lungimilor medii, are o semnificație deosebită. În acest punct, cele două ecuații au rădăcini comune, valoarea abscisei exprimând ordinul de mărime al bazinelor respective. Pentru a urmări tendințele de modificare spațială a parametrilor morfometrici din bazinele râurilor Cula și Ciuluc timp de aproape un secol, s-au suprapus pe aceeași scară logaritmică atât valorile obținute pentru modele drenajului din 1913, cât și pe cele obținute pentru anul 1988 (Fig. 1).

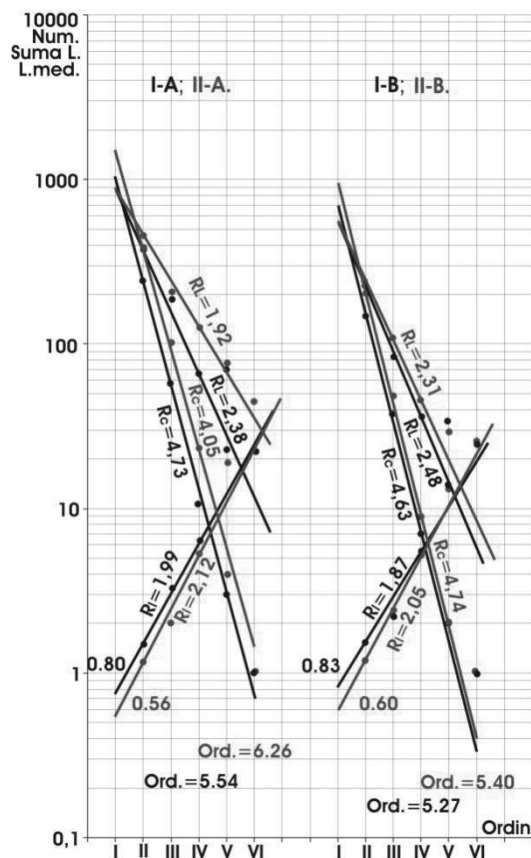


Fig. 1: Modelul morfometric al drenajului pentru bazinele:
A – Ciuluc și B – Cula (între anii 1913-1988)

Modelele morfometrice ce caracterizează rețeaua de drenaj ale râului Ciuluc (Fig.1,IA și IIA), demonstrează o creștere proporțională a numărului de segmente de râu și o deplasare spre dreapta, fapt confirmat de dreptele ce afirmă legile numărului, ca aproape paralele. O deplasare spațială, dar cu o distanță mai mică, pentru aceeași dreaptă, constatăm la râul Cula (Fig.1,IB și IIB). Pentru râul Ciuluc, lungimile însumate au realizat o creștere semnificativă a valorilor odată cu creșterea mărimii ordinului, pe când lungimile medii au determinat o creștere pentru cursurile inferioare cu tendință de descreștere spre cele superioare care se apropie mult. Aceiași parametri din modelele morfometrice ale râului Cula au realizat schimbări neînsemnate. De exemplu, lungimile

Însumate ale cursurilor inferioare la ambele etape sunt aproape egale, și doar cu o tendință lentă de creștere spre cursurile superioare. Legea lungimilor medii demonstrează o situație specifică, care scoate în evidență o mișcare a dreptei în direcții opuse, intersectând dreapta anului 1913. În această situație constatăm o descreștere evidentă a lungimilor medii, determinate pentru ordinele inferioare și o creștere foarte mică pentru ordinele superioare.

Calcululele au înregistrat modificări și a ordinului de mărime a bazinelor în acest timp. Astfel, dacă această valoare pentru râul Ciuluc a fost la început de 5,54, către anul 1986 era de 6,26, respectiv la râul Cula de la 5,27 a crescut la 5,40.

Modelele morfometrice (matematice) ale suprafețelor, ce caracterizează bazinele râurilor Cula și Ciuluc la începutul și sfârșitul secolului XX, este o exprimare grafică în coordonate logaritmice a șirurilor numerice [7], care definesc legea numărului de bazine de ordine succesive, legea suprafețelor însumate și legea suprafețelor medii.

Modelele de determinare a suprafețelor bazinelor hidrografice, verificate pentru un număr destul de mare de bazine [9, 10], arată că cele trei drepte sunt concurente în trei puncte, formând un triunghi. Dintre punctele caracteristice ale acestui triunghi, o importanță deosebită o are cel determinat de concurența dreptelor date de legea suprafețelor însumate și ale celor medii, pentru că abscisa punctului respectiv dă și ordinul de mărime ale sistemelor hidrografice analizate.

În scopul urmăririi tendințelor de evoluție în timp și spațiu a parametrilor morfometrici ce caracterizează suprafețele bazinelor de drenaj de ordine succesiv crescânde, din bazinele Cula și Ciuluc timp de aproape un secol, s-au reprezentat în aceeași scară logaritmică atât valorile determinate pentru modelul drenajului din anul 1913, cât și pe cele din anul 1988 (Fig.2).

În modelul morfometric ce caracterizează bazinul râului Ciuluc (Fig.2), constatăm o deplasare spre dreapta a sistemului care definește suprafețele de drenaj către sfârșitul secolului XX (II-A) în raport cu cel de la începutul acestuia (I-A). Situația este determinată atât de apariția noilor bazine de ordine inferioare, predominant în zona de obârșie, cât și de o redistribuire proporțională a suprafețelor spre ordinele mai superioare, ceea ce până la urmă a și determinat creșterea întregului sistem cu un ordin timp de aproximativ un secol. Cele relatate sunt confirmate atât de dreapta care definește legea suprafețelor însumate, cu tendință de descreștere a progresiei geometrice, cât și de dreapta ce definește legea suprafețelor medii. Aceasta din urmă, cu toate că ne demonstrează o reducere a suprafețelor medii necesare pentru apariția bazinelor de primul ordin de la 35 ha la 26 ha (Fig. 2), pe parcursul timpului scoate în evidență și o tendință de creștere mai evidentă a suprafețelor medii proporțional cu creșterea mărimii ordinelor.

O situație specifică constatăm, analizând modelul morfometric al bazinului râului Cula (Fig. 2, I-B și II-B), care pune în evidență evoluția sistemului în timp și spațiu. Apariția unui număr nu prea mare de bazine de primul ordin, timp de un secol a determinat creșterea suprafețelor însumate a ordinelor inferioare, cu tendință de descreștere a progresiei geometrice ce le reprezintă. Această situație este confirmată de legea suprafețelor medii, de fapt și dreapta care scoate în evidență o reducere mai modestă a suprafețelor necesare apariției bazinelor de primul ordin de la 39 ha la 30 ha, în același timp cu reducerea suprafețelor aferente ordinelor superioare, chiar până la micșorarea valorii de realizare a bazinului de la 5,47 în 1913, până la 5,46 către anul 1986. Reacția specifică a bazinului studiat este determinată de factorii de mediu, ca suprafețele semnificative de pădure și alternarea nisipurilor cu argilele sarmațianului mediu de pe cumpene, care mențin sistemul într-un echilibru relativ. O dovadă este faptul, că bazinele de primul ordin au apărut nu în zona de obârșie, dar predominant în spațiul bazinelor de ordine mai mari, ceea ce nu a permis realizarea modificărilor conform sistemului de ierarhizare aplicat, adică redistribuirea în lanț a suprafețelor.

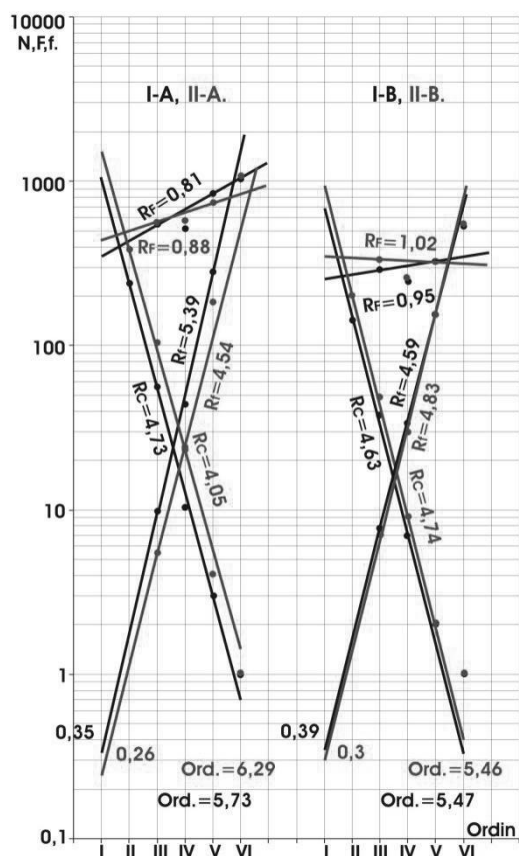


Fig. 2: Modelul morfometric al suprafeței bazinelor de drenaj între anii 1913 -1988: A – Ciuluc și B – Cula.

Cercetările efectuate în baza caracteristicilor rețelelor și bazinelor hidrografice până în prezent, demonstrează eficiența și utilizarea tot mai frecventă a metodelor matematice, care ajută la aprecierea cantitativă a unor caracteristici importante și a factorilor de mediu ce definesc individualitatea acestora. Interacțiunea variabilelor ce caracterizează individualitatea bazinelor hidrografice impune o reacție de răspuns a sistemului, care de fapt depinde și de rezistența suprafeței topografice, opusă la acțiunea agenților externi.

Bazinul râului Răut, din care fac parte și bazinele afluenților Ciuluc și Cula, se caracterizează la prima vedere prin condiții de mediu relativ omogene [5, 7], dar studierea caracteristicilor morfometrice și a modificărilor care au intervenit în bazine separate pe parcursul secolului trecut, pun în evidență o reacție diferențiată a sistemelor de drenaj cercetate.

Analiza minuțioasă a condițiilor de mediu din bazinele râurilor Ciuluc și Cula în raport cu modificările elementelor morfometrice, evidențiază și situații diferite.

Studierea indicilor morfometrici ce caracterizează drenajul râului Ciuluc, pune în evidență o reacție diferențiată a segmentelor de râuri de diferite ordine în dependență de condițiile de mediu. Astfel, timp de un secol în bazinul Ciulucului s-au acumulat cca. 147 segmente de ordinul II, cu o reducere de 0,41 km a lungimilor medii, iar a suprafețelor aferente lor, cu 0,71 km². Relieful de podiș, pe care s-a dezvoltat acest bazin este fragmentat de văi largi și versanți asimetrici. Pantele râurilor sunt mici, cu raporturile de pantă cu valori între 2,5 și 2,7, cu dominarea unghiurilor de pantă de 2-6°.

Unul din factorii importanți, care a determinat deosebiri esențiale în modificările din acest spațiu, este factorul litologic și gradul redus de împădurire, doar de 7% [1, 2]. Astfel, procesul de eroziune liniară din bazinul Ciulucului este intensificat de prezența largă a argilelor Sarmațianului Mediu, și doar pe interfluviile înguste, sunt prezente alternări de nisipuri și argile de aceeași vârstă.

Dacă analizăm bazinele tributariilor mai mici ale Ciulucurilor, se observă că cele mai multe segmente de râu au apărut în zona de obârșie a bazinelor Ciulucului Mic și Mijlociu, ce poate fi

explicat și prin forma ovală a acestora. Cele mai mici schimbări au avut loc în bazinul Ciulucului Mare, care are o formă pronunțat alungită. O bună parte de segmente noi s-au format pe versanții direct aferenți albiilor de ordinul IV și V.

Un anumit rol în aceste modificări revine și cantității de precipitații căzute pe parcursul sec. XX. În aceste bazin, cantitatea de precipitații este ceva mai mică în raport cu cea din bazinul râului Cula de pe Podișul Codrilor. Solurile sunt predominant de textură luto-argiloasă, iar suprafața pădurilor a crescut ușor în ambele cazuri.

În același timp în bazinul râului Ciuluc este accentuat impactul antropic, confirmat de extinderea masivă a terenurilor agricole, care la sfârșitul secolului trecut constituiau 75-90% din suprafața totală. În structura terenurilor agricole, dominând cele arabile, iar în structura culturilor agricole, cerealele și prășitoarele. Suprafețele de păduri și fânețe naturale sunt foarte reduse. Morfologia albiilor a fost modificată în cursul inferior, la confluența cu Răutul.

La rândul său, bazinul râului Cula, demonstrează o reacție mai lentă a drenajului la influența proceselor de eroziune, acumulând timp de un secol doar 52 segmente de ordinul II, lungimea medie reducându-se cu 0,34 km, iar suprafața medie de drenaj cu 0,37 km², fapt confirmat și de creșterea neînsemnată a ordinului de mărime a bazinului de la 5,27 la 5,4.

La prima vedere energia mare a reliefului de podiș din acest bazin, văile adânci formate în argilele Sarmațianului Mediu, și doar pe interfluvii cu alternări de nisipuri și argile, ar fi trebuit să condiționeze apariția unui număr mai mare de segmente de râuri, cu modificări esențiale ale lungimilor și suprafețelor de diferite ordine. De fapt majoritatea segmentelor noi apărute, le constatăm în puncte de confluență cu ordinele superioare și mai puține în zona de obârșie, ceea ce nu a permis creșterea ordinului de mărime a sistemului conform clasificării Horton-Strahler. La acești factori se atribuie și cantitatea ceva mai mare de precipitații, comparativ cu celelalte bazine cercetate în acest studiu. Cu toate acestea, în acest bazin constatăm cel mai înalt grad de împădurire (10,80%), cu toate că suprafața pădurilor în secolul XX s-a redus cu 3,20%, acestea fiind amplasate predominant pe interfluviul de sud [2].

Gradul relativ mai înalt de împădurire, valorificarea mai redusă (70-85% din suprafața bazinului), cota mare a suprafețelor de fânețe și plante multianuale, cât și prezența pe interfluviile înguste a argilelor și nisipurilor Miocenului Superior, au redus din intensitatea proceselor de eroziune și de formare a noilor segmente de râuri. Un rol nu mai puțin important în acest context îl are și forma alungită a bazinului râului Cula.

Prezența pe interfluviul sudic a unei varietăți de soluri cenușii de pădure cu textură lutoasă și nisipoasă, la fel au diminuat procesele de eroziune, spre deosebire de interfluviul de nord, unde solurile cu textură luto-argiloasă au contribuit într-o anumită măsură la formarea noilor segmente de râu. Panta albiilor de râuri nu are valori mari, ceea ce confirmă și raportul pantelor egal cu 3,10, acestea adâncindu-se în argilele sarmațiene.

CONCLUZII

- Modelele morfometrice sunt reprezentări grafice în coordonate logaritmice tot mai frecvent utilizate ca metode matematice în studierea modificărilor și evoluției bazinelor hidrografice;

- Suprapunerea în aceleași coordonate a modelelor morfometrice pentru mai multe etape cronologice de cercetare, scoate în evidență modificări diferențiate, în dependență de aportul de substanțe și energice cât și de impactul factorilor de mediu din bazinele hidrografice;

- Corelarea modelelor morfometrice ale bazinului râului Ciuluc cu raportarea la rolul factorilor de mediu din acest spațiu scoate în evidență faptul că acesta timp de aproape un secol a suportat unele modificări morfometrice, acestea fiind determinate specificul litologic, nivelul înalt de valorificare a teritoriului în agricultură, suprafețe mari fiind arabile și gradul redus de împădurire ($\approx 7\%$). Modificările menționate au fost mai puțin semnificative în bazinul Ciulucului Mare, situație determinată de forma puternic alungită a bazinului;

- Spre deosebire de primul caz, corelarea modelelor morfometrice ale bazinului râului Cula în relație cu factorii de mediu din acest spațiu, pune în evidență faptul că acesta timp de aproape un secol a suferit cele mai puține modificări, comparativ cu toate râurile din bazinul Răutului. Situația

se explică prin gradul cel mai sporit de împădurire ($\approx 11\%$), cel mai redus nivel de valorificare a terenurilor, de fapt și acestea predominant fiind ocupate de vii și livezi, desigur nu putem menționa și rolul stabilizator al formei puternic alungite a bazinului Cula;

•Rezultatele cercetărilor din bazinele râurilor Ciuluc și Cula pot fi valorificate în domeniul utilizării teritoriilor, exploatarea resurselor naturale, protecției mediului, etc., atât de autoritățile publice locale sau regionale, cât și de instituțiile ramurale ale statului.

BIBLIOGRAFIE

1. Boboc N., Bejan Iu., Țițu P. *Structura geologică și evoluția paleogeografică a dealurilor Ciulucurilor*. Mediul Ambiant. Nr.3(69), 2013, pag. 21-24;
2. Codreanu I. *Trecutul și prezentul pădurilor Răutului*. Conferința Națională științifico-practică "Secetele – pronosticarea și atenuarea consecințelor." Ministerul Mediului și Amenajării Teritoriului, INECO, Chișinău-2000, pag. 77-80;
3. Codreanu I. *Analiza rețelei de râuri a Răutului pe hărțile din anul 1913*. Probleme regionale în contextul procesului de globalizare. Simpozion Internațional. Editura ASEM, Chișinău-2002, pag. 410-412;
4. Codreanu I. *Monitoringul rețelei de râuri a Răutului pe hărțile din anul 1986*. Analele UST-2002. Volum. II, pag. 69-72;
5. Codreanu I. *Modificări morfometrice ale rețelei de râuri din bazinul râului Răut (Republica Moldova) în anii 1913 -1986*. Revista Geografică, t. VIII, Academia Română, Institutul de Geografie, București - 2005, pag. 130 –134;
6. Codreanu I. *Panta albiilor de râuri de diferite ordine din bazinul Răutului și rolul ei în procesele de modelare*. Analele UST /Acta et commentationes/. Vol. II, Chișinău, 2006, pag. 84-87;
7. Codreanu I. *Dinamica elementelor morfometrice ale bazinului râului Răut pe parcursul secolului XX și impactul asupra mediului*. Monografie publicată cu suportul Fondului Ecologic Național. Editura „Știința”, Chișinău-2014, 160pag.;
8. Sandu M. *Culoarul depresionar Sibiu – Apold (studiu geomorfologic)*. Editura Academiei Române. București – 1998. 176 pag.;
9. Strahler A. *Geografie fizică (traducere în limba română)*. Editura Științifică, București, 1973. 595 pag.;
10. Zăvoianu I. *Morfometria bazinelor hidrografice*. Editura Academiei R. S. România, București, 1978. 174 pag.