

Monitorizarea dinamicii și morfologiei râului Moldova în sectorul balastierelor Preutești - Timișești

Nicolae Rădoane, Maria Rădoane

Abstract. Monitoring of the Moldova river channel changes in the Preutesti-Timisesti gravel mining area.

Lucrarea prezintă rezultatele cercetărilor privind condițiile geomorfologice în care sunt plasate două balastiere reprezentative de-a lungul râului Moldova și o evaluare a impactului exploatării materialelor de albie asupra stabilității albiei și a ratei de regenerare a acestora. Sectorul de vale studiat are 23,6 km și se referă la o porțiune a șesului râului Moldova ce cuprinde întreaga suită de trepte aluviale, până la 5 – 7 m. Sursa materialelor aluvionare exploatabile se află cantonate în cadrul acestei categorii geomorfologice care are o lățime de 6000 m și o grosime a aluvionarului de 10-16 m. Procesele de eroziune laterală au o rată medie de 7,7 m/an și care se desfășoară, în principal, în aria de fâșie activă a râului (cu lățimi de 700 – 1000 m). Intensitatea activității de exploatare a balastului s-a făcut evidentă în variația hidrografelor de aluviuni în suspensie care, la râul Moldova, indică o creștere în timp, comparativ cu alte râului din bazinul Siretului, unde tendința generalizată este de diminuare. Aici credem că o cauză ar fi mobilizarea aluviunilor prin exploatarea balastului, proces care favorizează creșterea turbidității apelor. Patul mobil al albiei Moldovei pe acest sector a fost determinat la valori de 2 – 3 m, iar spre Roman, la confluența cu Siretul, patul mobil depășește 4 m.

Cuvinte cheie: balastiere, cartografiere geomorfologică, variabile morfometrice, relații bivariate, rate de regenerare

1. Introducere

Înainte de 1990, industria materialelor de construcții solicita anual aproape 80 milioane m³ nisipuri și pietrișuri sortate (Călinoiu et al., 1988). După o scurtă perioadă de declin, în prezent necesarul de balast a crescut vertiginos, astfel încât există o presiune din ce în ce mai mare asupra albiilor de râu și a terenurilor din albiile majore. Având în vedere restricțiile de utilizare și condițiile de calitate, aria de exploatare a nisipurilor și pietrișurilor cuaternare se reduce aproape numai la sectoarele mijlocii și inferioare din albiile minore ale marilor râuri. Iată, de exemplu, situația din bazinul râului Siret unde există 230 balastiere cu o producție de cca 2 milioane m³ și care reprezintă un potențial foarte ridicat pentru transformarea albiilor minore. În prezent nu există evaluări detaliate asupra rolului acestor balastiere în modificarea albiilor de râu, decât unele observații punctuale pe unul sau două râuri (Olariu, 2004).

În această lucrare ne-am propus o evaluare a condițiilor morfologice în care sunt plasate două din balastierele reprezentative de-a lungul râului Moldova (Preutești și Miroslăvești) și a impactului exploatării materialelor de albie asupra stabilității albiei și a ratei de regenerare a acestora. Rezultatele prezentate au fost obținute, în principal, în cadrul unui proiect CEEX (2006), coordonat de Facultatea de Hidrotehnică a Universității Tehnice "Gh. Asachi" Iași, privind monitorizarea și managementul exploatărilor de resurse naturale cu grad ridicat de vulnerabilitate.

2. Condiții geomorfologice ale zonei de studiu

Sectorul de vale a Moldovei în care sunt plasate punctele de exploatare a resurselor de agregate de râu studiate de noi este situat în cursul mijlociu și inferior al bazinului hidrografic al râului Moldova, între Cristești și Tupilați, aparținând în întregime regiunii extracarpatică. Unele informații generale privind sectorul de studiu sunt date în tabelul 1 cu privire la suprafața bazinului, altitudinea reliefului, panta și lungimea râului. Harta geomorfologică realizată pentru sectorul de studiu de 23,6 km este prezentată în fig. 1. Cartografierea geomorfologică a fost actualizată pe baza unei cercetări anterioare (Rădoane, Rădoane, 1976). Din analiza acesteia rezultă următoarele caracteristici generale:

-șesul aluvial al râului Moldovei este bine dezvoltat, desfășurându-se pe o direcție NV – SE;

-albia minoră este de tip împletit, coeficientul de împletire fiind de 3,11 din care deducem că albia minoră a Moldovei în acest sector se încadrează în categoria de albiu de tranziție de la albiile sinuoase spre cele împletite. Debitul solid transportat sunt mari iar nisipul, pietrișul, bolovănișul sunt partea importantă a acestui debit. Lățimea este relativ mare comparativ cu adâncimea. În patul albiei se dezvoltă bancuri de aluviuni, ostroave, care au rol principal în localizarea eroziunilor de mal.

Tabel 1. Date generale privind bazinul râului Moldova și a sectorului de studiu.

Secțiunea transversală	Suprafața bazinului hidrografic (km ²)	Alt. medie (m)	Lungimea râului (km)	Panta (m/km)	Debitul mediu anual (m ³ /s)	Debitul solid în suspensie (kg/s)
Cristești	3079	278	153	1,4		
Tupilați	3951	236	176,6	1,3	32,9	43,2
Confl. cu Siretul	4299	678	213	0,4	35,1	

-lățimea albiei minore variază între 35 – 40 m, la ape mici, și 700 - 1000 m la debite de albie plină;

-în morfologia șesului se disting trei trepte, și anume: o treaptă situată, de regulă, sub 1 m altitudine față de nivelul mediu al apelor râului; treapta de 1 – 2 m și treapta de 3 – 5 m. În acest sector este bine dezvoltată treapta de 5 – 7 m datorită extinderii conului aluvial al Ozanei și Topoliței.

-*treapta de sub 1 m* (fig. 2) este una de tranziție spre albia minoră și aparține deopotrivă și acesteia din urmă. Este treapta grindurilor, ostroavelor și a barelor și este acoperită de apă de cel puțin 2 – 3 ori pe an. Este alcătuită exclusiv din pietrișuri cu diametrul median între 10 – 12 mm. Prezența vegetației reprezintă mai degrabă excepții pe această treaptă și atunci este vorba de boscheți de arini și sălcișuri. Este o treaptă legată de puternica instabilitate a albiei minore față de care, ca regim morfogenetic, este dificil să o individualizăm.

-*treapta de 1-2 m* o considerăm și pe aceasta ca aparținând deopotrivă albiei minore și șesului în ansamblul lui. Observația se impune și prin faptul că, dacă analizăm cu atenție delimitarea ei față de treapta imediat următoare, aceasta se face printr-un mal aproape continuu abrupt. Ori, linia aceasta de maluri abrupte constituie în opinia noastră, în cazul albiilor împletite, limita *albiei minore cu debite la maluri pline*. În sectorul nostru de studiu, extinderea acestei trepte este considerabilă, până la 1 km. Și această treaptă este dominată de clasa pietrișurilor și local apar importante lentile de nisipuri cu grosimi ce depășesc frecvent 0,5 m. Spre deosebire de treapta anterioară, gradul de acoperire cu vegetație este mai mare.

-*treapta de 3 – 5 m* este categoric cea mai bine diferențiată în complexul terasat al șesului (fig. 2). Așa cum se observă pe harta geomorfologică, treapta are o dezvoltare continuă și este dispusă aproape simetric pe ambele maluri ale râului, dar cu extinderi laterale alternativ mai mari de o parte și de alta a complexului de trepte situate sub 2 m. Extinderea deosebită este amplificată de amploarea pe care o capătă conurile de dejecție la nivelul acestei trepte, așa cum se poate vedea la Cristești, Moța și Miroslăvești, pe partea stângă, și la Timișești, Păstrăveni pe partea dreaptă a râului. La Timișești, din această cauză apare o supraînălțare generală de peste 2 m, care se menține până în aval de confluența cu Topolița fapt pentru care am separat un nivel de 5 – 7 m, dar care genetic aparține evident complexului șesului. Este o situație specială pentru că, conurile de dejecție ale Ozanei și ale Topoliței se situează mai jos de nivelul terasei de 8 – 10 m. Ca alcătuire granulometrică, evident, continuă să se impună faciesul de pietrișuri, iar la partea superioară este un strat predominant nisipos, inclusiv lutos-nisipos, cu grosimi care local ajung la 2 – 3 m. Ca o ultimă remarcă, pentru treapta de 3 – 5 m, este faptul că pe aceasta se păstrează trasee de albie minoră, cele mai bine conservate fiind în aval de Miroslăvești. Aceasta constituie încă un element pentru considerarea trepte în cadrul aceluiași complex morfogenetic, respectiv, al Șesului Moldovei.

HARTA GEOMORFOLOGICA

LEGENDA

- I. RELIEF FLUVIAL**
- A. Forme de eroziune**
- Abrazi minore a active, b. parastie
 - Forme de teras
 - Forme de teras a abrazi, b. estompata
- B. Forme de acumulare**
- Sesuri aluviale
- sub 1 m
 - 1 - 2 m
 - 3 - 5 m
 - 5 - 7 m
 - 8 - 10 m
 - 20 - 25 m
- II. RELIEF FLUVIO-DENUDATIONAL**
- Clacisuri proluvio-colvale
- III. RELIEF DENUDATIONAL**
- Abraziuri de alunecare a active, b. stabilizate
 - Versanti cu alunecari de teren
- IV. RELIEF ANTROPIC**
- Canal ingust
 - Canal desecare
 - Balastiera

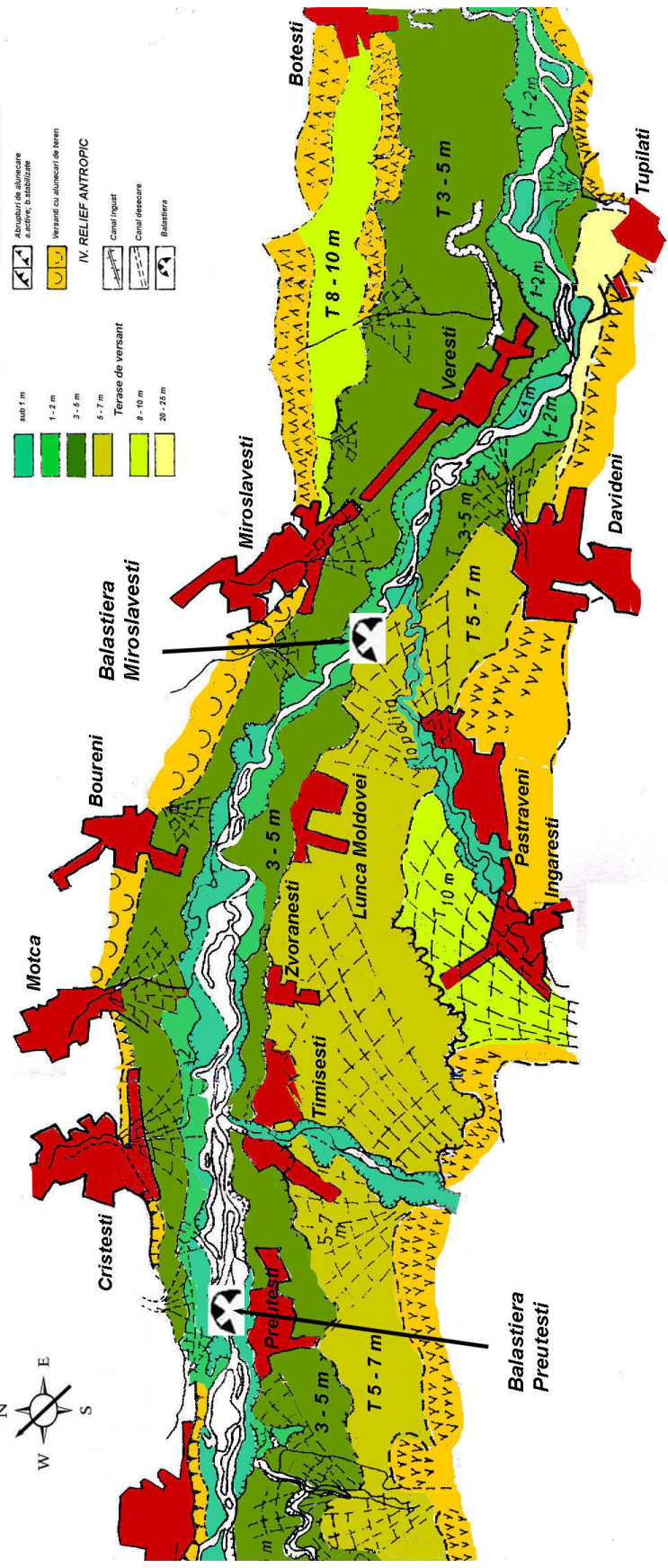
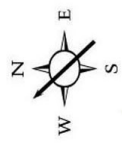


Fig. 1

O concluzie generală, cu privire la morfologia șesului se impune a fi următoarea: *șesul râului Moldova cuprinde întreaga suită de trepte aluviale, până la 5 – 7 m, această din urmă treaptă rezultând însă numai din „deformarea” realizată prin dezvoltarea conurilor de dejecție ale afluenților, cu deosebire în zona Timișești – Topolița.*

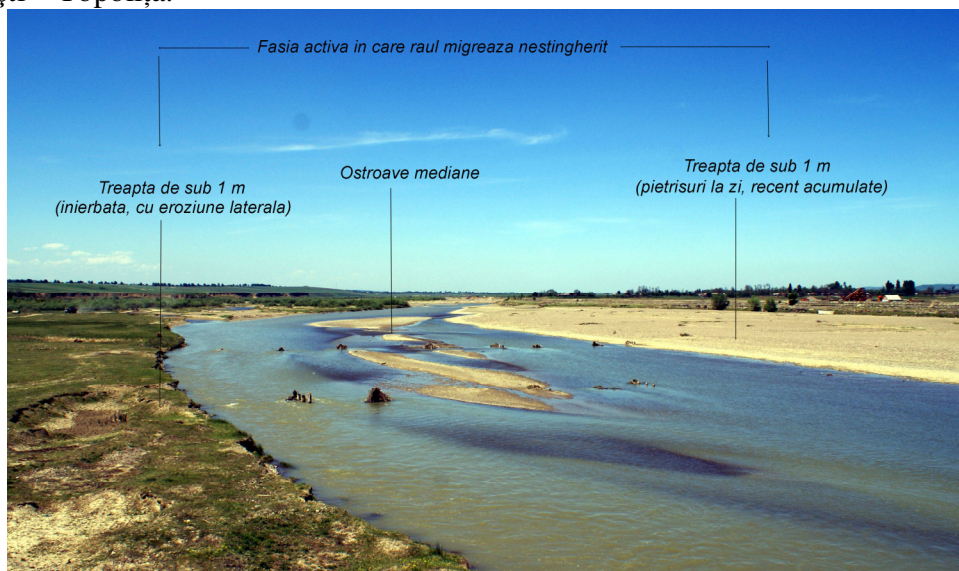


Fig. 2. Albia minoră a râului Moldova la Tupilați.

Delimitarea acestui complex este evidentă atât sub aspectul morfogenetic, ca succesiune de formare a treptelor în același complex aluvionar, dar și ca morfologie, care păstrează efectele raporturilor directe cu dinamica actuală a albiei minore. Detașarea ca morfologie a acestui complex, judecând în spiritul posibilităților actuale de reconstituire paleogeomorfologică, a avut loc în Holocen și este în plin proces de desfășurare.

Relativ la problematica cercetărilor noastre, trebuie să reținem că *sursa materialelor aluvionare exploatabile se află în acest complex aluvionar.* De altfel, poziționarea celor două balastiere luate în analiză – cum indică și fig. 1 – se află în cadrul treptelor morfologice cele mai coborâte, sub 3 – 5 m.

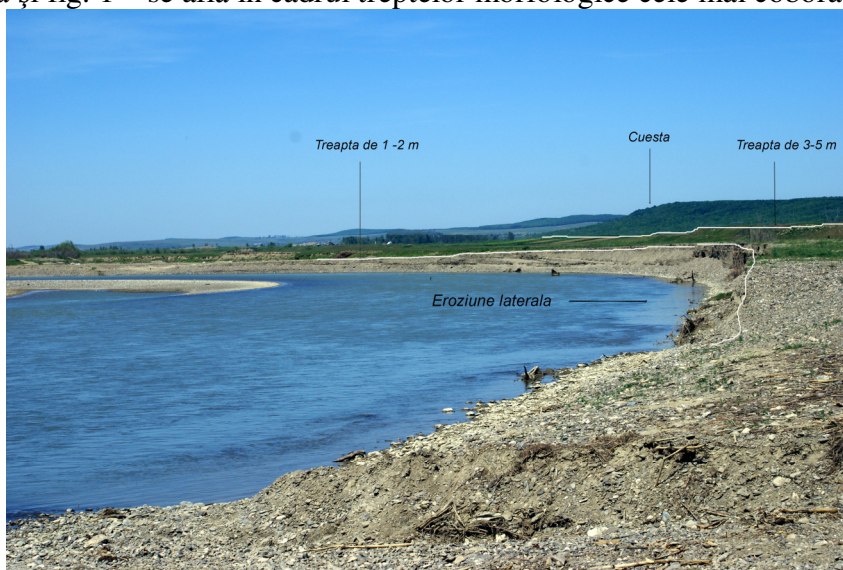


Fig. 3. Albia minoră și majoră a râului Moldova la Miroslăvești. Evidențierea reliefului de trepte de luncă și a procesului de eroziune laterală în depozitele de pietrișuri ale terasei de 1 - 2 m.

3. Dinamica actuală a șesului și albiei râului Moldova

Șesul ca entitate geomorfologică poate fi descris și caracterizat printr-o serie de elemente proprii care capătă astfel și o semnificație morfogenetică, și prin elemente care concentrează informații din bazinul hidrografic asupra unor factori de control. De aceea este necesar, chiar dacă unele noțiuni par foarte generale, să definim succint terminologia variabilelor pe care le folosim. Precizăm că măsurătorile s-au făcut pe hărți în scara 1:25 000 și am avut în vedere în primul rând acele caracteristici care pot fi măsurate. Astfel, în descrierea geometriei albiei și a identificării stării dinamice actuale am recurs la evaluarea și analiza următoarelor variabile: a) lățimea albiei majore (LAJ, în metri); b) lățimea fâșiei active sau albia majoră joasă, respectiv, treptele de 1 m și 1 – 2 m în care râul migrează nestingherit (LFH, în metri); c) suprafața albiei majore (SAM, în m²), care se ia în considerație albia majoră până la contactul cu versanții; d) suprafața fâșiei active (SFA, m²).

De asemenea, s-au luat în seamă o serie de variabile ce descriu albia minoră, cum sunt: panta albiei (I, m/100m); numărul de brațe ale albiei (N); lungimea totală a brațelor (LTB); indicele de împletire (ID); rata eroziunii laterale evaluată pe trei perioade de timp: 1894 – 1964 (REL₁); 1964 – 1973 (REL₂); 1894 – 1973 (REL₃).

Tabel 2. Date asupra morfologiei albiei majore a râului Moldova în sectorul amonte Cristești – Tupilați

Variabile morfometrice	Secțiuni transversale în lungul sectorului studiat							
	Ungheni	Preutești	Timișești	Zvorănești	Buzași	Miroslăvești	Verșeni	Tupilați
L (km)	137,4	141,1	144,8	147,7	150,9	153,6	160,8	164,8
SB (km ²)	2975,2	3031,2	3505,2	3531,2	3554,4	3566,4	3879,6	3898,4
LAJ (m)	4400	3800	6000	6300	5000	4200	3800	4000
LFA (m)	900	800	800	1000	1000	1100	700	900
I (m/100 m)	0,24	0,29	0,13	0,20	0,13	0,18	0,21	0,18
ID	2,34	2,67	2,22	3,96	4,12	3,63	4,42	1,79
SAM (km ²)	13,05	11,75	14,88	18,32	15,74	14,28	11,75	12,16
SFA (km ²)	1,99	2,31	2,36	29,35	3,20	2,80	2,20	2,61
LTB (m)	7500	9900	2800	9700	13000	9800	10600	8600
N	3	3	3	4	2	2	2	2
GS	16	15	13,86	14	15	16	16,41	10
REL ₁	5,97	9,99	8,57	4,91	7,85	6,43	4,52	8,33
REL ₂	11,11	19,40	27,75	16,45	22,22	11,11	33,33	11,11
REL ₃	4,11	6,96	12,02	11,39	6,96	8,23	6,96	5,27

La acestea am adăugat datele despre grosimea maximă a aluviunilor (GS), rezultate din forajele efectuate în secțiuni transversale care au fost amplasate reprezentativ în lungul șesului, date pe care le-am folosit pentru a evalua adâncimea maximă a paleoalbiilor. Variabilele au fost evaluate pe secțiuni transversale ale șesului la fiecare 3 km distanță unul de altul în lungul văii, pentru sectorul extracarpatic, din care am extras informația pentru sectorul studiat (tabel 2).

Din analiza acestui tabel se pot obține informații relevante asupra stării dinamice a albiei minore și majore cu finalitate în evaluarea ratei de regenerare a materialului aluvionar exploatabil din punct de vedere economic. Astfel, observăm că în sectorul de studiu grosimea aluvionarului variază între 10 și 16 m (determinată pe baza forajelor în lungul văii extracarpatică a Moldovei – [Amăriucăi, 2000](#)), alcătuit în mod dominant din materiale cu diametre din clasa pietrișurilor. La partea superioară, albia minoră pe o

lățime de până la 1 km migrează nestânjenit cu o rată ce variază între 7 m/an în perioada 1894 – 1964, 19 m/an în perioada 1964 – 1973, iar media multianuală pentru întreaga perioadă a fost de 7,7 m/an. Această dinamică este în conformitate cu tipul de albie împletit unde formarea de ostroave și bare aluvionare determină schimbarea poziției albiei minore dinspre un mal spre altul. Migrarea laterală a albiei este în continuare una importantă în sectorul de studiu, așa cum se poate constata din imaginile din fig. 4.

Înțelegerea mai bună a proceselor geomorfologice ce au loc în sectorul de studiu nu poate fi realizată decât dacă avem o privire de ansamblu a ceea ce se întâmplă pe tot sectorul extracarpatic al râului Moldova, respectiv, avale de Gura Humorului. Din studiile realizate până acum (Amăriucăi, 2000; Rădoane et al., 2008) reiese că acest sector are o serie de trăsături comune în ce privește rata de furnizare, transport și acumulare a materialului aluvionar.



Fig. 4. Procese geomorfologice actuale în zona balastierei Miroslăvești.

Tendențele ce se manifestă pe întregul sector extracarpatic ne pot conduce la o cunoaștere corectă a proceselor geomorfologice responsabile de regenerarea aluvionarului pe o porțiune redusă ce face obiectul studiului nostru. Unii parametri morfometrici ai albiei majore, cum ar fi lățimea albiei majore, lățimea fâșiei active, grosimea depozitelor aluviale, rata eroziunii laterale a albiei, sunt indicatori indirecti asupra cantității disponibile de resurse de agregate de râu în lungul râului la un moment dat. De aceea, variația acestor parametri în lungul sectorului extracarpatic al râului Moldova – cu cea mai mare densitate a punctelor de exploatare a balastului – ne oferă indirect informații asupra potențialului acestor resurse. Reprezentările grafice din fig. 5, 6, 7 și 8 sunt edificatoare.

Astfel, se poate deduce că o suprafață mai mare a albiei majore care prezintă la partea superioară pietrișuri și bolovănișuri, presupune și o mai mare grosime a depozitelor aluvionare în cadrul unei văi, respectiv, o cantitate mai mare de resurse de balast. Această relație este dată în fig. 5 și a fost obținută pe baza măsurătorilor pe hărți topografice în scara 1/25 000 asupra lățimii albiei majore a râului Moldova pe

38 de secțiuni transversale între Gura Humorului și Roman și pe baza numeroaselor foraje hidrogeologice în lungul văii Moldovei. Corelația este una pozitivă, cu sensibilitate relativă dată de marea variabilitate a grosimii aluvionarului în lungul văii. În această relație am inclus și lățimea fâșiei active pe care râul pendulează nestingherit, situație în care sensibilitatea relației este și mai redusă.

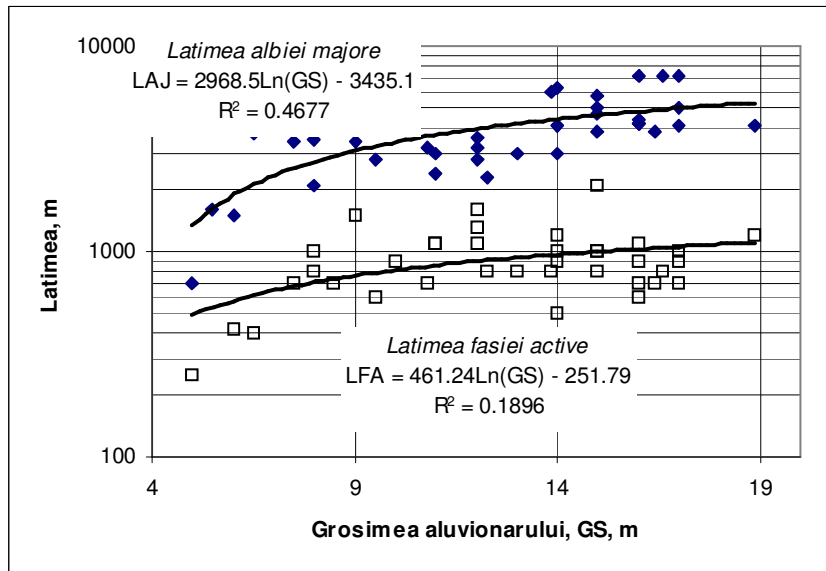


Fig. 5. Relația între grosimea aluvionarului, GS, și lățimea albiei majore și a fâșiei active a văii râului Moldova între Gura Humorului și Roman (sector extracarpatic).

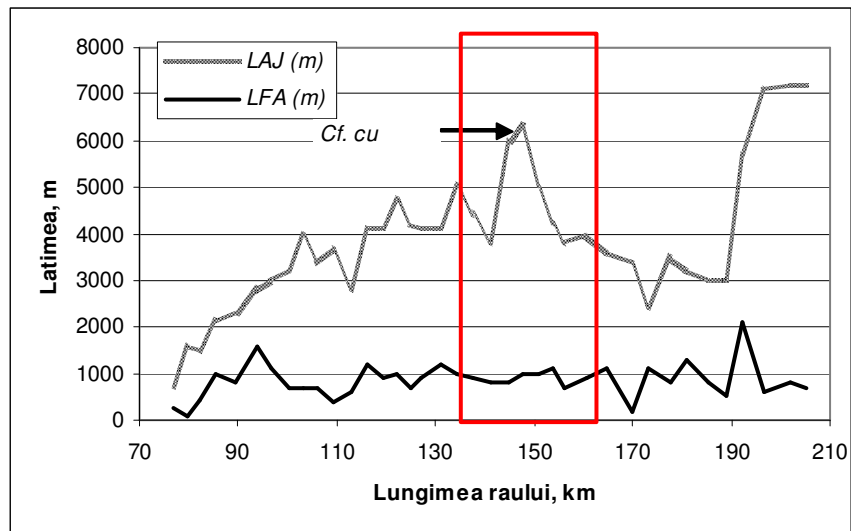


Fig. 6. Variația lățimii albiei majore și a fâșiei active în lungul văii Moldovei, între Gura Humorului și Roman. În cadrul roșu este specificat sectorul de studiu al proiectului.

Modul cum variază lățimea albiei majore și a fâșiei de migrare a albiei în lungul râului Moldova este redată în fig. 6. În chenar roșu este specificat sectorul de localizare a balastierelor luate în studiu (Preutești și Miroslăvești). Pe ansablul văii extracarpatic, lățimea albiei majore înregistrează o variație neliniară, datorită în principal asimetriei pronunțate a abzinului hidrografic al Moldovei în aval de Gura Humorului și aportului masiv de aluviuni a doi dintre afluenții de pe dreapta Moldovei, Râșca și Ozana. În zona lor de confluență are loc o creștere sensibilă a lățimii albiei majore și a fâșiei active, a indicelui de împletire și, implicit, al grosimii aluvionarului (fig. 6).

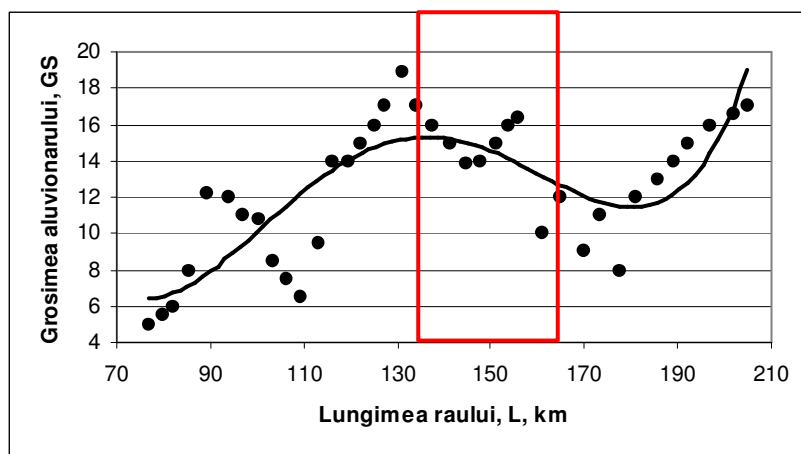


Fig. 7. Variația grosimii aluvionarului văii Moldova în sectorul extracarpatic. În cadrul roșu este specificat sectorul de studiu al proiectului.

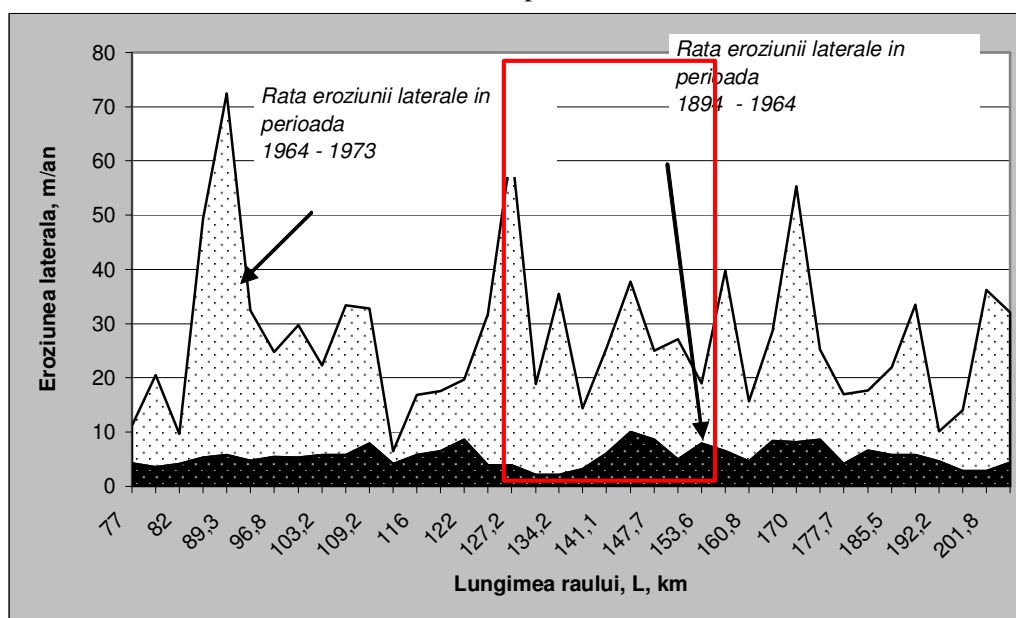


Fig. 8. Variația ratei de eroziune laterală a albiei râului Moldova în sectorul extracarpatic pentru două perioade de timp. În cadrul roșu este specificat sectorul de studiu al proiectului.

Rata de eroziune laterală a râului Moldova a fost corelată de asemenea cu lungimea râului (fig. 8). S-au evidențiat două poziții diferite în funcție de mărimea procesului. Astfel, primii 70 de ani din perioada luată în considerație sunt caracterizați de valori ale eroziunii în general de sub 10 m/an. În schimb, în următorii 9 ani s-a înregistrat un salt puternic al valorilor de eroziune laterală, până la 50-60 m/an. Punem aceasta și pe seama duratei scurte pentru care s-a realizat valoarea medie, mai ales că a corespuns cu o perioadă cu exces de precipitații și, în consecință, și debite mari (în special, anii 1969, 1970). Tendința proceselor de migrare laterală a albiei se menține ridicată în continuare, așa cum a rezultat și din cartografierea realizată în zona de studiu (fig. 3 și 4).

4. Impactul explorației de balast asupra albiei râului Moldova

Pe valea râului Moldova între Timișești și confluența cu Siretul, pe o distanță de 75 km, (Brânduș, 1984) a inventariat 18 balastiere care au extras 12 370 mii m³ între 1969-1981. Autorul a apreciat că

efectul acestora s-a materializat într-o adâncire a întregului traseu cu 1,5 m în medie. Unele porțiuni s-au adâncit mai mult, cu 3 – 4 m (între Timișești și Moțca), iar în altele s-a înregistrat chiar și agradare.

În prezent, între Timișești și Tupilați, pe o distanță de circa 20 km se află 7 balastiere, între acestea fiind o dispută acerbă privind exploatarea de agregate. Există situații absolut hilare întâlnite de noi în vara anului 2007 în urma unei campanii de cartografiere geomorfologică. Este vorba de o exploatare neîngrădită din albia minoră a mari cantități de materiale care a pus în pericol zona adiacentă râului. În exemplul din fig. 9 este arătată linia de înaltă tensiune. Primul pilon al stâlpului a fost destabilizat de eroziunea din vechea albie a Moldovei. Al doilea pilon a fost amplasat atunci mai departe de cursul râului. În prezent, cum albia s-a mutat pe alt traseu, riscul destabilizării celui de-al doilea pilon este și mai mare. Ritmul de adâncire a albiei fiind unul accelerat prin exploatarea agregatelor, malurile albiilor cu tot ce se află în apropierea lor (culturi agricole, locuințe, diguri, căi de comunicații, linii de transport curent electric, prize de apă ș.a.) sunt expuse la un risc major de eroziune. Fotografia din fig. 9 este edificatoare în acest sens și reprezintă un exemplu de ignoranță profundă a comportării unei albie de râu în situația când asupra acesteia se intervine atât de brutal.

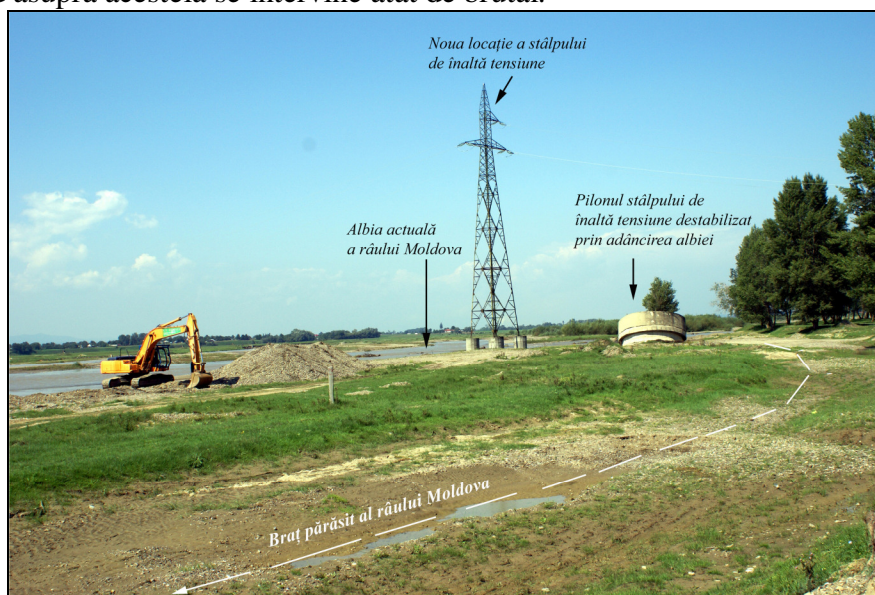


Fig. 9. Albia râului Moldova în zona balastierii Moțca. Exploatările de balast au determinat schimbarea cursului râului și destabilizarea pilonilor de înaltă tensiune.

Pentru cunoașterea ritmului de transport aluvionar și de regenerare a aluviunilor grosiere ne-a interesat în mod expres să vedem care este tendința pe timp lung a scurgerii lichide și de aluviuni în suspensie. Datele din ultimii 42 de ani sunt relevante pentru a vedea ce modificări s-au produs în lungul râului cu privire la cei doi parametri. Ilustrarea grafică din fig. 10 arată variabilitatea debitelor lichide și solide în suspensie medii anuale la posturile hidrometrice amonte și avale de sectorul balastierelor studiate. O analiză pe baza acestor diagrame este următoarea:

-în zona montană (respectiv, postul hidrometric Prisaca Dornei) râul Moldova înregistrează o ușoară tendință de creștere în timp a celor două variabile pe o dreaptă descrisă de ecuațiile:

$Q = 0.0393T - 70.38$ (pentru scurgerea lichide unde Q = debitul mediu lunar, m^3/s , T = timpul în ani) și

$Q_s = 0.0334T - 63.624$ (pentru scurgerea de aluviuni în suspensie unde Q_s = debitul solid în suspensie mediu lunar, kg/s , T = timpul în ani).

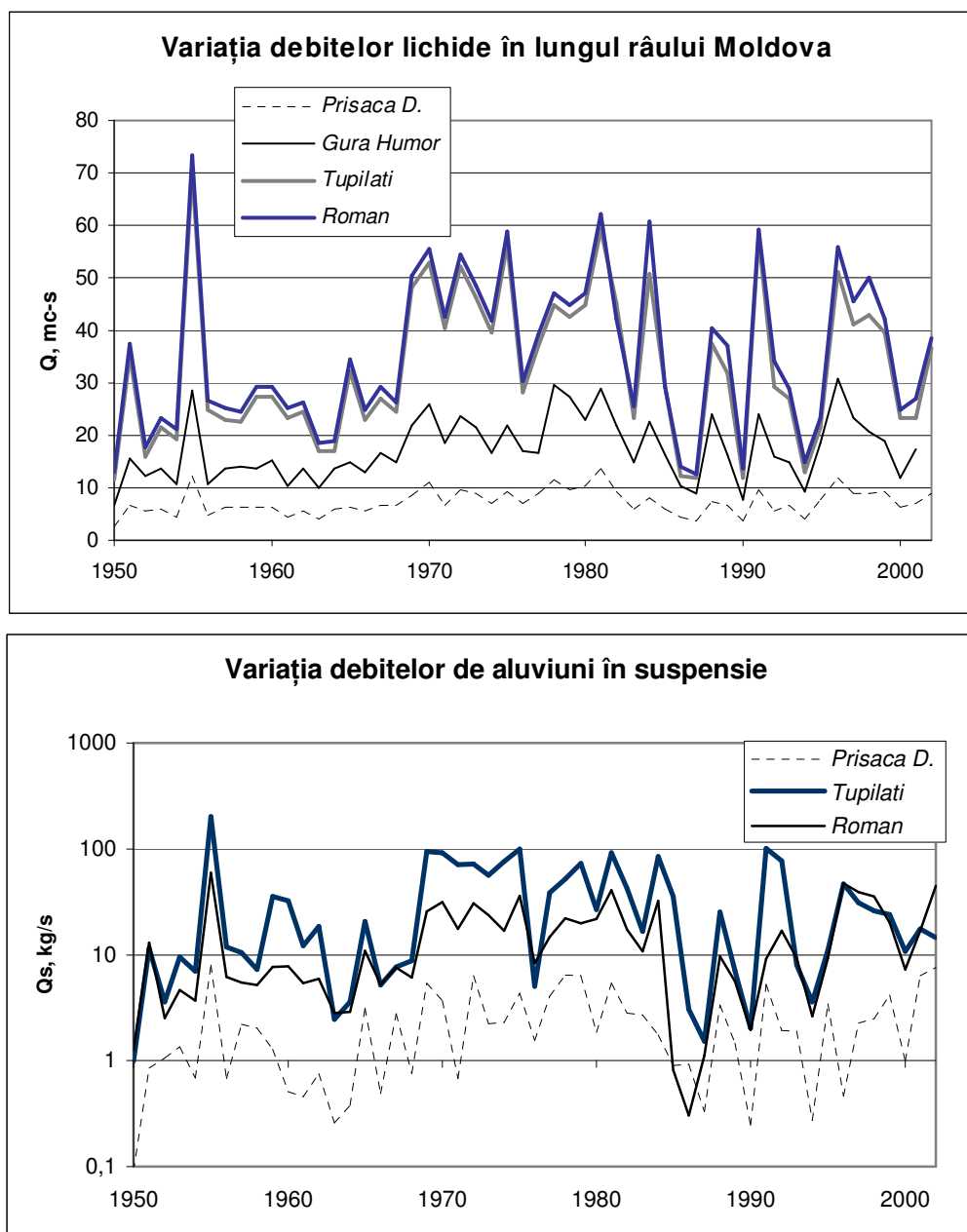


Fig. 10. Variația debitelor lichide și solide în suspensie la posturile hidrometrice de pe râul Moldova în perioada 1950 – 2002.

- la ieșirea din zona montană, la postul hidrometric Gura Humorului, se fac măsurători doar de debite lichide, astfel că pe diagramă apare doar acest element. Deși variabilitatea înregistrărilor este mai mare, tendința este clară de creștere a volumului scurgerii lichide, în conformitate cu relația

$$Q = 0.1102T - 200.32$$

-avale de sectorul studiat, la posturile hidrometrice Tupilați și Roman, variabilitatea celor doi parametri este mare și se înregistrează o ușoară tendință de diminuare, mai ales în ce privește transportul de aluviuni în suspensie. La Roman, tendința debitelor lichide arată o ușoară creștere pentru perioada 1950– 2002, la fel și în ce privește debitele de aluviuni în suspensie. O tendință inversă se manifestă la postul hidrometric Tupilați, unde aluviunile în suspensie scad în timp. Relațiile sunt următoarele:

$$Q_s = -0.0155T + 65.619 \quad (\text{pentru Tupilați})$$

$$Q_s = 0.2413T - 461.38 \quad (\text{pentru Roman})$$

Comparativ cu alte râuri la care se raportează descreșteri masive în transportul de aluviuni în suspensie, la râul Moldova este o situație deosebită, în sensul că, în timp, transportul de aluviuni în suspensie se menține în general destul de ridicat. Aici credem că o cauză ar fi *mobilizarea aluviunilor prin exploatarea balastului, proces care favorizează creșterea turbidității apelor*.

Întrucât măsurători directe asupra transportului de aluviuni târâte nu se fac în România, am apelat la o metodă indirectă pentru a vedea cum patul aluvionar este erodat s-au refăcut în timp. Pentru aceasta am utilizat datele din centralizatoarele de debite la posturile hidrometrice Tupilați și Roman, cele care resimt direct influențele exploatărilor de balast din amonte. În acest tip de analiză este important ca profilul de măsurare al secțiunii transversale să nu se schimbe în timp. De asemenea, au fost eliminate datele în perioadele când râul a avut pod de gheață pentru că fenomenele de remuu pot introduce erori la determinarea adâncimii maxime. Aceste date ne-au servit să aflăm care este poziția talvegului albiei la momente diferite în timp. Baza de date obținută a fost prelucrată astfel încât să putem obține o serie de timp cu pas uniform, de exemplu, în cazul nostru, pasul de timp a fost de o luna calendaristică. Apoi s-au realizat reprezentări grafice și calcule prind tendința pe timp lung (medii mobile, tendința liniară, polinomială). Din întreg materialul grafic obținut am reținut diagramele din fig. 11 care arată starea patului mobil al albiei în secțiunile Tupilați și Roman.

Observațiile reținute sunt următoarele:

- patul albiei prezintă o instabilitate accentuată în timp, cu oscilații de aproape 2,5 m pe verticală la Tupilați și peste 3 m pe verticală la Roman. Perioada de monitorizare de peste 40 ani conferă tendințelor multă credibilitate.
- patul mobil al albiei, format din pietrișuri și nisipuri, este format din unde mari de agradare – degradare care se deplasează în lungul râului. Aceste unde au în componența lor unde mai mici de înălțare sau coborâre și care de regulă reprezintă răspunsul albiei la viituri: adâncire la începutul viiturii și colmatare spre sfârșitul viiturii. Pasul de undă a acestor oscilații mici este de 0.5 m, rareori ajunge la 1 m.

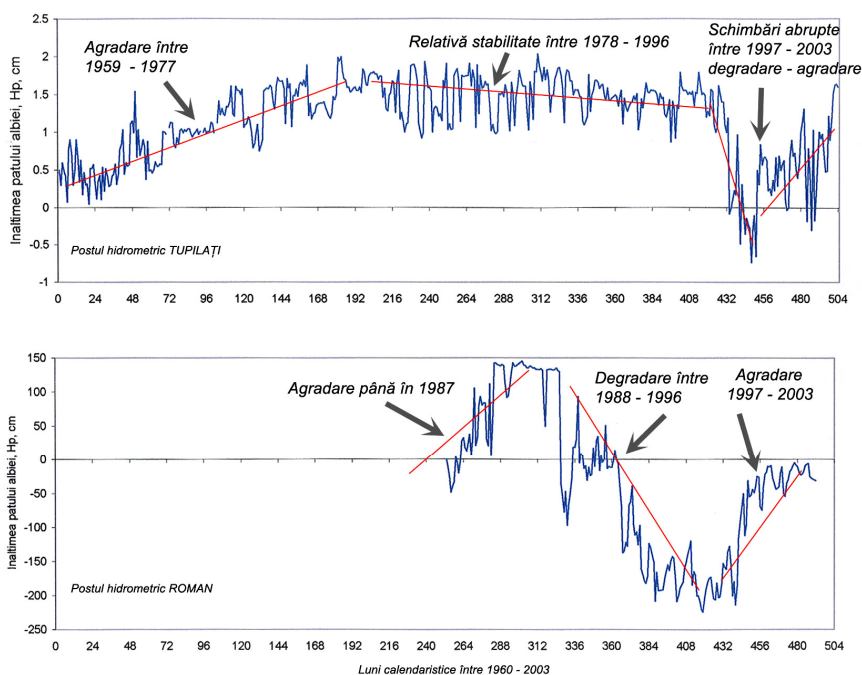


Fig. 11. Modificarea patului albiei râului Moldova la posturile hidrometrice Tupilați și Roman

- la Tupilați, imediat avale de balastierele Preutești și Miroslăvești, până în 1977 albia s-a agradat cu aproximativ 1 m. Urmează o instabilitatea accentuată pe timp scurt cu oscilații strânse de aproape un 1 amplitudine. Pe timp lung, respectiv, între 1978 – 1996, se poate vorbi de o poziționare a patului albiei pe coama unei unde mari de agradare care este supusă unei ușoare degradări de aproximativ 0,5 m.
- schimbări drastice urmează după 1997 când albia se adâncește continuu timp de peste 2 ani, după care patul aluvionar se reface prin agradare până în 2003.
- situația din secțiunea de măsurare Roman arată, de asemenea, modificări foarte mari în timp, deși perioada de măsurare a fost mai redusă (1982 - 2003). Cu toate acestea am surprins o undă de agradare și o alta de degradare. Și în acest caz oscilația mare agradare-degradare este compusă din mici oscilații de eroziune-colmatare, explicată asemănător cu situația de la Tupilați.
- între 1982 și 1987 patul albiei se înalță cu aproape 2 m, după care, între 1988 – 1996 adâncirea este continuă, ajungând la peste 3,5 m. Urmează și aici o perioadă de refacere a patului aluvionar, albia reușind să recupereze aluviuni pe o grosime de aproape 2 m.

Profile transversale in zona balastierei Motca

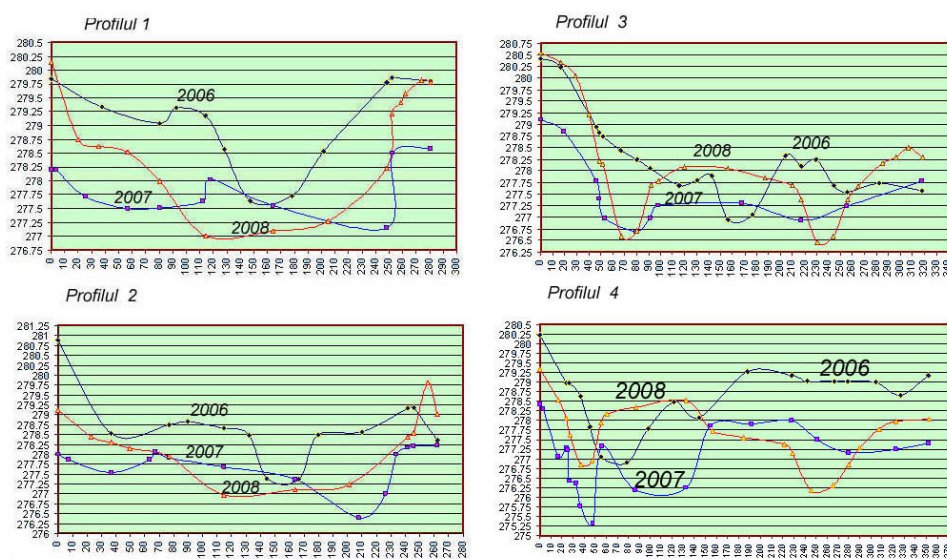


Fig. 12. Modificarea secțiunii transversale a albiei râului Moldova în zona balastierei Motca, în sectorul nostru de studiu (Proiect CEEEX Tammer, 2006).

-în timp scurt (fig. 12), măsurătorile asupra schimbărilor în secțiunea transversală confirmă tendințele pe timp lung, adică secțiunea transversală a albiei râului Moldova este una foarte sensibilă la efectul celor două categorii de factori de control : *variabilitatea naturală a scurgerii lichide și impactul activităților antropice*. Dacă prima categorie de factori se manifestă dominant înainte de 1978, după această perioadă, activitățile antropice surclasează factorii naturali, prin o tendință accelerată de adâncire a albiei. Rezultatul acestei stări de lucruri este bine evidențiat asupra stabilității structurilor antropice de tipul podurilor a căror piloni au fost puternic afectați. În prezent, podurile de la Timișești și Tupilați sunt incluse într-un amplu program de refacere a stabilității lor.

Concluzii

Cartografierea geomorfologică detaliată a sectorului de vale a Moldovei, cuprins între localitățile Ungheni –Preutești și Tupilați Botești cu o lungime de circa 23,6 km a pus în evidență un seș aluvial bine

dezvoltat de 3 – 4 km lățime și care cuprinde întreaga suită de trepte aluviale până la 5 – 7 m altitudine relativă. În acest sector sunt localizate balastierele Preutești și Miroslăvești (fig. 1).

Sectorul aparține văii extracarpatică a Moldovei, controlat în special de intrarea puternică de aluviuni grosiere din zona montană a bazinului prin intermediul râului principal și a afluenților carpatici de pe partea dreapta (în special Râșca și Ozana).

Șesul aluvionar are un singur strat acvifer extrem de bogat (debite exploatabile de peste 10 l/s), de o calitate superioară, acvifer ce se constituie ca cea mai importantă rezervă de apă pentru partea de est a României.

Grosimea depozitelor din șes are baza cu mult sub nivelul actual al râului (16 m la Bogdănești și 5 m la Roman). Grosimea totală a aluvionarului are valori maxime de 30 m la Timișești, 33 m la Berchișești și 53,4 m la Bogdănești. Sub aceste depozite grosiere s-a semnalat existența unor paleoalbie care în prezent reprezintă adevărate „lacuri naturale” cu nivel constant și se constituie ca o rezervă națională de apă de o calitate excepțională.

Aluvionarul șesului Moldovei, prin granulometria sa extrem de apropiată prin sorturi ale agregatelor minerale solicitate de constructori, reprezintă unul din cele mai mari perimetre exploatabile din Moldova. Este o bogăție regenerabilă în permanență datorită regimului hidrologic de tip montan, în alternanță cu cel de podiș, dar în mod deosebit a lipsei cu desăvârșire a amenajărilor hidroenergetice în bazinul hidrografic al râului Moldova.

Din analizele noastre a reieșit că albia râului Moldova este supusă unor permanente modificări în plan orizontal. Procesele de eroziune laterală au o rată medie de 7,7 m/an și care se desfășoară, în principal, în aria de fâșie activă a râului (cu lățimi de 700 – 1000 m).

Înainte de 1989, pe o distanță de 75 km între Timișești și confluența cu Siret existau 18 balastiere. În prezent, pe aceeași distanță numărul de balastiere aproape s-a dublat. De unde observația că și volumul de agregate minerale exploatat s-a dublat sau poate chiar mai mult.

Intensitatea activității de exploatare a balastului s-a făcut evidentă în variația hidrografelor de aluviuni în suspensie care, la râul Moldova, indică o creștere în timp, comparativ cu alte râuri din bazinul Siretului, unde tendința generalizată este de diminuare. Aici credem că o cauză ar fi mobilizarea aluviunilor prin exploatarea balastului, proces care favorizează creșterea turbidității apelor. Patul mobil al albiei Moldovei pe acest sector a fost determinat la valori de 2 – 3 m, iar spre Roman, la confluența cu Siretul, patul mobil depășește 4 m.

Seriile de timp ale mobilității patului albiei la cele două importante posturi hidrometrice plasate aval de sectorul balastierelor Preutești – Miroslăvești indică o adâncire accentuată a albiei, în special, după 1997. Măsurătorile asupra schimbărilor în secțiunea transversală confirmă tendințele pe timp lung, adică secțiunea transversală a albiei râului Moldova este una foarte sensibilă la efectul celor două categorii de factori de control : *variabilitatea naturală a scurgerii lichide și impactul activităților antropice*. Dacă prima categorie de factori se manifestă dominant înainte de 1978, după această perioadă, activitățile antropice surclasează factorii naturali, printr-o tendință accelerată de adâncire a albiei.

Bibliografie

- Amăriucăi, M. (2000), *Șesul Moldovei extracarpatică între Păltinoasa și Roman*, Editura Corson, Iași.
- Bătucă D., Mocanu Patricia (1992), *Efectele balastierelor asupra albiilor de râu*, Lucr. Celui de al IV-lea Simpozion PEA, Piatra Neamț.
- Brânduș C. (1984), *Dinamica talvegului râului Moldova în avale de Timișești*, Bul.șt., secț. Geogr., Institutul de Învățământ Superior Suceava.
- Călinoiu Maria, Paraschivescu Gabriela, Ungureanu C. (1988). *Influența factorilor antropici asupra formării și valorificării acumulărilor de nisipuri și pietrișuri în R.S. România*. Lucr. Celui de al II-lea Simpozion “Proveniența și Efluența Aluviunilor”, Piatra Neamț.

- Ichim, I., Dan Bătucă, Maria Rădoane, D. Duma (1989), *Morfologia și dinamica albiilor de râu*, Editura tehnică, București.
- Ichim I, Rădoane M, Rădoane N, Miclaus C. 1995. *Carpathian gravel bed rivers in recent time – a regional approach*. Transactions, Japanese Geomorph. Union: **17-3**, 135 – 157.
- Olariu P. (2004), *Șesul Sucevei extracarpatică. Studiu de geomorfologie aplicată*, Edit. Alma Mater, Bacău.
- Rădoane N., Rădoane Maria (1976), *Observații geomorfologice în lunca Moldovei între Gura Humorului și Drăgănești-Oniceni*, An. Muz. Șt. Nat. s. geologie-geografie, Piatra Neamț.
- Rădoane Maria, Rădoane N. (2004), *Geomorfologia aplicată în analiza hazardelor naturale*, în Riscuri și catastrofe, editor V. Sorocovschi, Universitatea „Babeș-Bolyai” Cluj-Napoca, 57-68.
- Rădoane Maria, Rădoane N. (2007), *Geomorfologie aplicată*, Editura Universității Suceava.
- Rădoane Maria, Rădoane N. Dumitriu D., Miclăuș Crina (2008), *Downstream variation in bed sediment size along the East Carpathians Rivers: evidence of the role of sediment sources*, Earth Surface Landforms and Processes, 32, Marea Britanie.
- *** (2006), *Tehnologii avansate pentru monitorizarea și managementul exploatărilor de resurse naturale cu grad ridicat de vulnerabilitate la dezastre naturale*, Proiect CEEEX TAMMER nr. 754/2006.

Adresa autorilor:

Departamentul de Geografie
Universitatea "Ștefan cel Mare" Suceava
E-mail: radoane@usv.ro
<http://www.atlas.usv.ro/geografie/>