

A Maros

Petru Urdea, Sipos György,
Kiss Tímea, Alexandru Onaca

Mind hossza, mind pedig a szállított víz mennyisége alapján a Maros a Dunát, a Tiszát és a Drávát követően a Kárpát-medence negyedik legjelentősebb vízfolyása. Hordalékkúpja a térség legnagyobb kiterjedésű földrajzi egységei közé tartozik. Nagy energiájú, gyorsan változó vízfolyás, így vizsgálata és a benne lejátszódó folyamatok megismerése összetett módszerek alkalmazását igényli.

Mielőtt nekivágnánk részletesebben is megismerni a Maros síksági szakaszának múltbeli, jelenlegi és várható fejlődését, fontos, hogy általános képet kapjunk vízgűjtőjéről, a folyó hidrológiai sajátosságairól, valamint az őt ért eddigi legfontosabb emberi beavatkozásokról.

A Maros a Tisza legnagyobb mellékfolyójaként az Erdélyi-medence vizeit gyűjti össze és vezeti le az Alföld irányába (1. ábra). Hossza 769 km, míg a Lippától Szegedig húzódó úgy nevezett síksági szakasza 175 km, ebből mintegy 22 km, Apátfalvától Nagylakig, a magyar-román határt alkotja további 125 km Románia, a fennmaradó 28 km pedig Magyarország területére esik

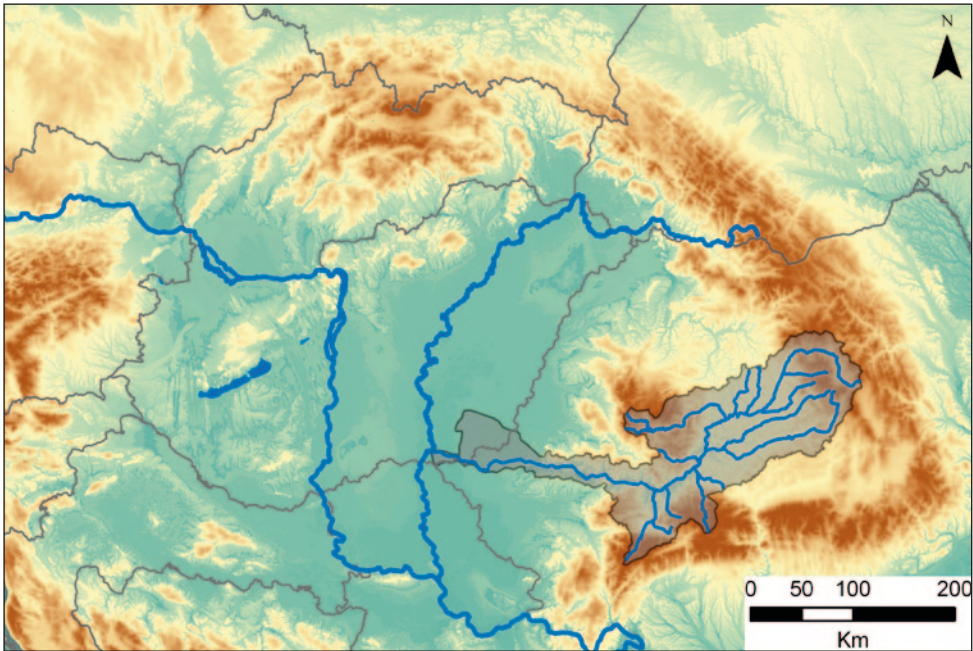
Mureșul

Petru Urdea, Sipos György,
Kiss Tímea, Alexandru Onaca

În cadrul Bazinului Carpatic bazinul hidrografic al Mureșului este al patrulea bazin hidrografic din punct de vedere al suprafeței după Dunăre, Tisa și Drava. Conul aluvionar al Mureșului se remarcă a fi una din unitățile geografice cele mai întinse din regiune. Râul posedă o energie ridicată și are o dinamică considerabilă, ceea ce necesită îmbunătățirea cunoașterii proceselor responsabile din cadrul sistemului.

Înainte de a prezenta într-o manieră detaliată trecutul, prezentul și evoluția preconizată a râului în sectorul inferior este important să surprindem, pe baza bibliografiei disponibile, cadrul general al bazinului, regimului hidrologic, precum și cele mai importante activități antropice care afectează râul.

Râul Mureș este cel mai important tribut ar al Tisei. Acesta drenează Depresiunea Transilvaniei, îndreptându-se către Bazinul Panonic (Fig. 1). Măsoară 769 km, în timp ce sectorul inferior de câmpie, cuprins între Lipova și Szeged măsoară 175 km. Acesta formează granița dintre România și Ungaria pe o distanță de 22 km, între Nădlac și Apátfalva. 125 km aparțin României, iar 28 km Ungariei.



1. ábra: A Maros vízgyűjtő elhelyezkedése a Kárpát-medencében.

Fig.1: Localizarea bazinului hidrografic al Mureșului în cadrul Bazinului Carpatic.

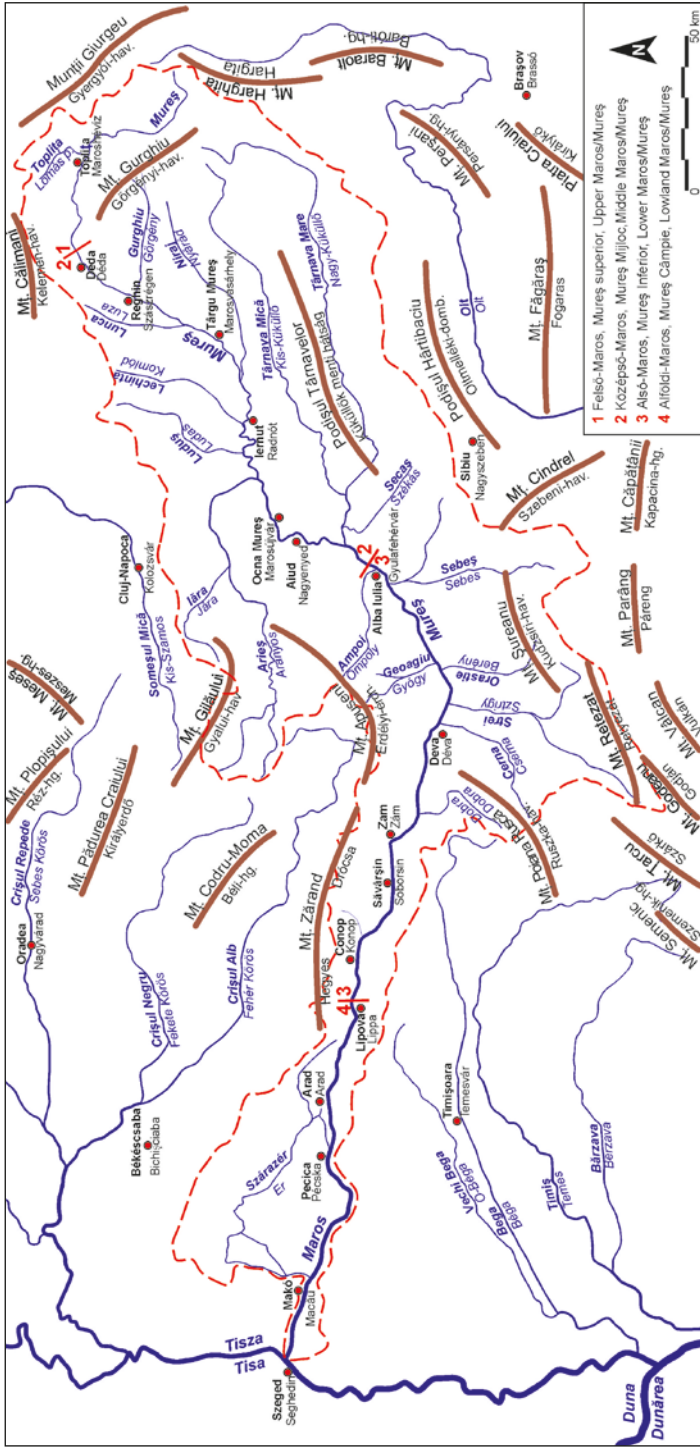
Fig. 1: The location of the Maros/Mureș catchment within the Carpathian Basin.

A Maros vízgyűjtője

A folyó vízgyűjtője hozzávetőleg 30 000 km² kiterjedésű, ezzel a teljes Tisza vízgyűjtő közel ötödét adja. A Maros vízgyűjtő jenagyrészt (92%-ban) Románia területére esik, alakját tekintve két részre bontható (Laczay 1975). A felső, közelítőleg téglalap alakú egység (250x100 km) Dévág tart, ezt követően egy hosszú, elnyúlt szakasz következik (200x30 km) (2. ábra). A vízgyűjtő ezen sajátossága valamelyest csökkenti a hegyvidéki szakaszcól érkező árvizek hevedségét, mivel az árhullámok ellapulnak a jelentősebb mellékfolyóval nem rendelkező síksági szakaszon (Boga és Nováky 1986). Mindemellert a folyó vízhozama így is nagyon ingadozó.

Bazinul Mureșului

Suprafața bazinului Mureșului este de 30 000 km² și acoperă o cincime din bazinul Tisei. Bazinul Mureșului este situat aproape exclusiv în România (92%), iar din punct de vedere al formei poate fi divizat în două părți distincte (Laczay 1975). Partea din amonte este rectangulară (250x100 km), iar cea din aval de Deva este alungită (200x30 km) (Fig. 2). Această caracteristică morfografică are rolul de a tempera amplitudinea viiturilor inițiate în spațiul carpatic, amortizate mult de lipsa afluenților însemnați din sectorul de câmpie al Mureșului (Boga și Nováky 1986). Chiar și așa debitul Mureșului prezintă fluctuații importante.



2. ábra: A Maros vízgyűjtőjének fontosabb hidrográfiai és orográfiai egységei.

Fig. 2: Cele mai importante unități hidrografice și orografice bazinului Mureșului.

Fig. 2: The most important hydrographical and topographical units of the Maros/Mureș catchment.

A vízgyűjtő legmagasabb pontja a 2509 m magas Peleága-csúcs (Retyezát), legalacsonyabb pontja (81 m) pedig a torkolatnál, Szeged mellett található (Boga és Nováky 1986). A Maros a Hagymás-hegység nyugati lejtőin ered két forrásból Marosfő közelében 850, illetve 1350 m magasságban (2. ábra).

A forrástól a torkolatig a folyó esésviszonyai alapján négy szakaszra osztható. A mintegy 110 km hosszú Felső-Maros először a Gyergyói-medencét szeli át (3/A és 3/B ábra), majd a Kelemen-havasok és a Görgényi-havasok közt húzódó Maroshévíz–Déda-szoroson áttörve halad tovább (3/C ábra). Esése itt még igen nagy, átlagosan mintegy 370 cm/km (Török 1977). A vízgyűjtő ezen területe főként vulkáni kőzetekből épül fel.

A következő szakasz Déda és Gyulafehérvár között az úgy nevezett középső-Maros, melynek hossza hozzávetőleg 260 km. A folyó ezen a szakaszon az Erdélyi-Mezőség és a Görgényi-havasok előhegyei között (3/D ábra), majd pedig az Erdélyi-Mezőség és a Küküllő-hátság között tör előre esetenként 15 km-nél is szélesebb völgyében (3/E és 3/F ábra). A területet elsősorban üledékes kőzetek építik fel, a folyó átlagos esése 50 cm/km.

Cel mai înalt punct al bazinului este Vf. Peleaga – 2509 m (Munții Retezat), în timp ce cea mai redusă altitudine, 81 m, se înregistrează la vărsarea în Tisa, în apropierea Szegedului (Boga și Nováky 1986). Cele două izvoare ale Mureșului sunt localizate pe versantul vestic al Munților Hășmaș, în apropierea Izvorului Mureșului, între 850 și 1350 m (Fig. 2).

În funcție de unitățile de relief pe care le traversează Mureșul poate fi împărțit în patru mari sectoare. Primii 100 de km traversează Bazinul Giurgeului (Fig. 3/A și 3/B), iar apoi străpunge masele de roci vulcanice ale Munților Gurghiu și Călimani prin defileul de la Toplița–Deda (Fig. 3/C). Acest sector superior se caracterizează prin declivitatea ridicată din lungul cursului, de 370 cm/km (Török, 1977).

Următorul sector cuprins între Deda și Alba Iulia denumit și Mureșul de Mijloc are o lungime de 260 km. Râul traversează Podișul Transilvaniei, mai exact zona dintre Câmpia Transilvaniei și Podișul Târnavelor (Fig. 3/D). În acest sector albia majoră are o lățime care ajunge până la 15 km (Fig 3/E și 3/F). Acest sector este constituit în principal din roci sedimentare, iar panta medie este de 50 cm/km.

► **3. ábra:** A Maros útja a Gyergyói-medencétől a síksági szakaszig: A) a Gyergyói medencébe lépve, B) Maroshévíz előtt, C) A Maroshévíz–Déda szorosban D) Déda alatt Magyarónál, E) Marosvásárhelynél, F) Nagyenyed alatt, G) Dévánál, illetve H) A zámi szorosból kilépve (forrás: www.panoramio.com).

► **Fig. 3:** Drumul Mureșului din Depresiunea Giurgeului până la vărsare: A) intrarea în Depresiunea Giurgeu, B) amonte de Toplița, C) în defileul Toplița–Deda, D) în aval de Deda la Aluniș, E) la Targu Mureș, F) în aval de Aiud, G) la Deva, H) la ieșirea din defileul de la Zam (sursa: www.panoramio.com).

► **Fig. 3:** The course of Maros/Mureș from Giurgeu to the lowland section: A) entering the Giurgeu Basin, B) upstream of Toplița, C) in the Toplița–Deda gorge, D) downstream of Deda at Aluniș, E) at Targu Mureș, F) downstream of Aiud, G) at Deva, H) leaving the Zam gorge (source: www.panoramio.com).

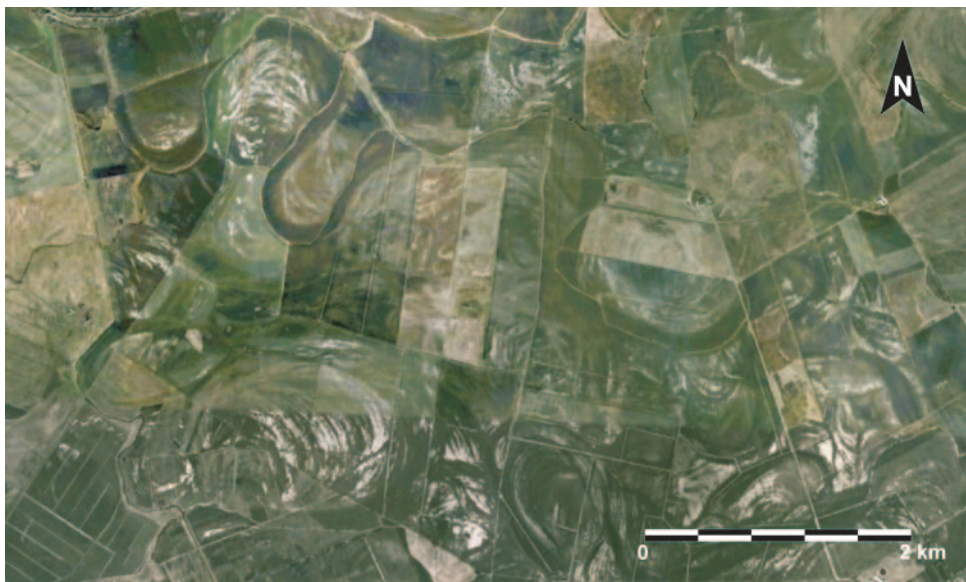


Gyulafehérvár és Lippa között, az Erdélyi-szigethegység és a Déli-Kárpátok között található tektonikai vonal mentén, mintegy 225 km hosszan húzódik az ún. Alsó-Maros (3/G és 3/H ábra). Esése itt 30 cm/km-re csökken. Végül következik a folyó 175 km-es síksági szakasza, mely Lippától a torkolatig terjed, ahol esése 20 cm/km körül ingadozik.

A mélyfúrások tanúbizonysága szerint a síksági szakasz által bejárt hatalmas hordalékkúp a pliocén közepétől, hozzávetőleg 3–3,5 millió éve épül (Borsy 1989). A negyedidőszak során az Ős-Maros gyakran változtatta futásirányát alsó szakaszán és esetenként több száz méter vastag üledéket halmozott fel az egyenetlenül süllyedő Dél-Alföldön. Az eljegesedési és felmelegedési periódusok alapvetően befolyásolták a vízhozamot, valamint a hordalék mennyiségét és minőségét. A száraz, hideg glaciálisok során a kevesebb csapadék és a felerősödő kőzetaprózódás miatt alacsonyabb közepes vízhozam és durva hordalék jellemezte a folyót. Ezzel szemben a melegebb, nedvesebb interglaciálisok alatt a mállás lépett előtérbe és nagyobb vízhozamok mellett finomabb üledéket szállított a Maros (Andó 2002). A folyó nemcsak a pleisztocénben de az utóbbi 10000 évben a holocén során is dinamikusan fejlődött és váltogatta medrét. Mindennek emlékét a hordalékkúpon található elhagyott medrek sokasága őrzi (4. ábra).

Sectorul de 225 km dintre Alba Iulia și Lipova, în lungul unei falii care separă Munții Apuseni de Carpații Meridionali, reprezintă sectorul inferior al Mureșului (Fig 3/G și 3/H). Panta scade la 30 cm/km în acest sector. Mureșul din zona de câmpie se desfășoară între Lipova și vărsare și are o pantă de 20 cm/km.

Pe baza analizei sedimentelor Mureșul a început să-și construiască conul aluvionar în urmă cu 3–3.5 milioane de ani în urmă (Borsy 1989). Pe durata Cuaternarului așa-numitul Mureș Vechi și-a schimbat direcția frecvent și a depozitat câteva sute de metri de sedimente în spațiul neuniform scufundat din sudul Marii Câmpii Panonice. Alternarea fazelor glaciare cu cele interglaciare a determinat o scurgere diferențiată și o cantitate respectiv o tipologie variabilă de sedimente transportate de către râu. Pe durata perioadelor reci și uscate din timpul fazelor glaciare scurgerea lichidă era redusă, iar sedimentele transportate grosiere datorită cantităților reduse de precipitații și a alterării fizice intense. În perioadele calde și umede, în schimb, în care alterarea chimică a fost favorizată, mari cantități de sedimente au fost transportate de către un Mureș, având debite foarte mari (Andó 2002). Râul a avut o dinamică însemnată în Pleistocen, dar în special în ultimii 10000 de ani, schimbările intense suferite fiind reflectate de numărul mare de paleoalbie abandonate (Fig. 4).



4. ábra: Elhagyott Maros medrek sokasága Nagyszentmiklós környékén.

Fig. 4: Canale abandonate de către Mureș în apropiere de Sannicolau Mare.

Fig. 4: Abandoned Maros/Mureș channels near Sannicolau Mare.

A folyó hidrológiai sajátosságai

A Maros és mellékfolyói szinte kizárólag a csapadék felszíni lefolyásából táplálóznak (Ujvári 1972). A vízgyűjtő földtani sajátosságaiból adódóan (vulkáni és kristályos kőzetek) és a meredek lejtésű területek nagy aránya miatt az árhullámok kialakulása viszonylag gyors. Bár a folyó hevesége a síksági szakaszon mérséklődik, 500 kisebb-nagyobb árhullám adatai alapján Makónál így is átlagosan mindössze 10 nap telik el az áradás kezdete és a csúcs vízhozam megérkezése között, és a víz levonulása is hasonlóan gyors. Hosszabb ideig tartó elöntések elsősorban Makó alatt, a Tisza visszaduzzasztó hatása miatt jelentkezhetnek.

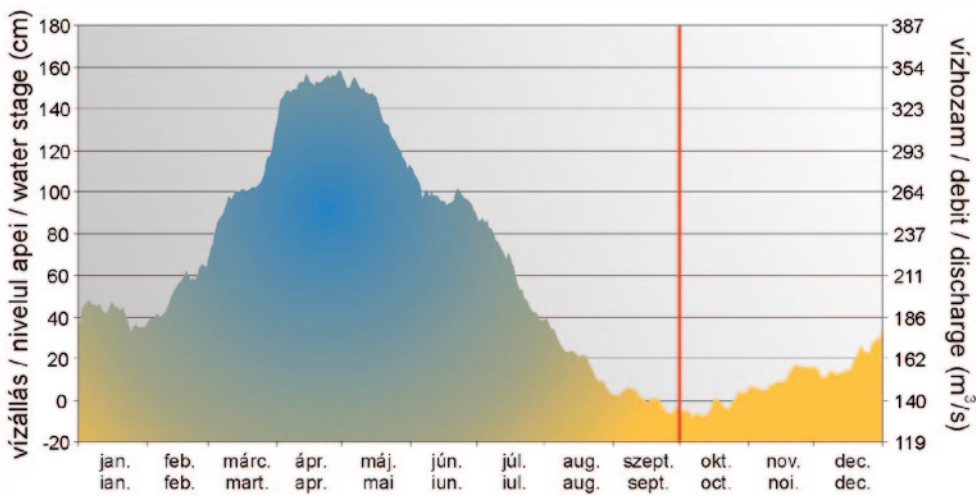
Caracteristicile hidrologice ale râului

Mureșul și afluenții săi sunt alimentați în principal din precipitații și scurgerea de suprafață (Ujvári 1972). Datorită geologiei bazinului (o mare frecvență a rocilor vulcanice și cristaline) și a proporției ridicate a suprafețelor cu înclinare ridicată, inundațiile se propagă cu repeziciune și au o durată redusă. Pe baza analizei a circa 500 de valori extreme de scurgere au fost înregistrate în numai 10 zile la Makó, trecerea valului de viitură fiind foarte rapidă. Inundațiile îndelungate pot fi observate în aval de Makó datorită efectului de remuu al Tisei.

Începând cu jumătatea a doua a secolului XIX măsurătorile hidrologice s-au

A 19. század második felétől kezdve a hidrológiai célzatú mérések rendszernek tekinthetők a Maros esetében. A napi vízállás rögzítésére szolgáló makói és aradi vízmércéket például az 1870-es években telepítették (5. ábra). A vízállást a mérce „0” pontjától mérik. Ezt a pontot az akkoriban tapasztalt legalacsonyabb vízálláshoz igazították. Később a folyó bevágódása miatt a kisvizek szintje jelentősen csökkenni kezdett, így negatív értékek is megjelentek az adatsorokban.

efectuat neîntrerupt în cazul Mureșului. Spre exemplu măsurători zilnice la stațiile Arad și Makó se efectuează din 1870 (Fig. 5). Măsurătorile de nivel sunt efectuate luând ca reper poziția 0 de pe rigla hidrologică. Acest nivel a fost ales ca fiind cel mai scăzut din timpul observațiilor dinaintea începerii monitorizării. Mai târziu datorită retragerii apelor, în urma inciziei râului au apărut, de asemenea, în înregistrări, valori negative.



5. ábra: A Makói vízmérce, illetve egy átlagos hidrológiai év az egyes napokra vonatkozó 50 éves átlag vízállásokkal, valamint számított vízhozam értékekkel.

Fig. 5: Rigla hidrologică de la Makó și nivelul mediu al apelor, respectiv debitele medii reprezentate pentru un an hidrologică pe baza a 50 ani de măsurători zilnice.

Fig. 5: The Makó fluvio-meter, and an average hydrological year based on 50 year water stage averages for each day and calculated discharge values.

Évente két jelentősebb árhullám alakulhat ki a folyón. Az első a tavaszi hóolvadáshoz, a második a kora nyári csapadékosabb időjáráshoz köthető. Boga és Nováky (1986) számításai alapján a maximális vízszállítás Áprilisban jellemző (az éves vízmennyiség 15%-a). A mérések kezdete óta az eddig tapasztalt legnagyobb árhullám 1970-ben volt. Az árvíz csúcsán Aradnál 2210 m³, Makónál 2420 m³ vizet szállított a folyó másodpercenként. Az árvíz komoly problémákat okozott az egész folyó mentén. Kialakulásához a hegyvidéki vízgyűjtőn jelentkező intenzív tavaszi esőzés vezetett, mely a viszonylag jelentős hőkészlet olvadásával egyidejűleg hatalmas árhullámokat indított el (Lucaci 2006). 1970 után az alábbi években voltak még jelentősebb árvizek: 1974, 1975, 1981, 1998, 2000, 2006. Így az árvízi események visszatérési ideje 5–15 év volt az utóbbi 40 éves időszakban.

Az április és június között jelentkező áradásokat követően az év további részét alacsony vízállások jellemzik (6. ábra). Az ún. kisvízes időszakok általában 10 hónapig tartanak, a legkisebb vízszállítás októberben jelentkezik (Boga és Nováky 1986). Az eddig mért legalacsonyabb vízállások a folyón 2012 szeptemberében jelentkeztek: Makónál -109 cm ami hozzávetőleg 30 m³/s vízhozamnak felel meg. Az utóbbi 20 évben megfigyelhető extrém kisvizek részben klimatikus okokra, részben a részvízgyűjtőkön megnövekvő víztározó kapacitásokra vezethető vissza (Konecsny és Bálint 2009). Újabbban a bevágódásnak szintén lehet hatása a vízállások csökkenésére, igaz, több mint 100 kisvízes keresztmetszvény adatai alapján az 1987–2004 időszakban a folyamat nem volt egyértelműen kimutatható (Sipos 2006).

Annual au loc două perioade cu ape mari. Prima este în urma topirilor zăpezii și are loc la începutul primăverii, iar a doua se instalează de obicei în iunie și este datorată ploilor bogate. Boga și Nováky (1986) au stabilit că cea mai mare cantitate de apă scursă este în aprilie (15% din cantitatea totală de apă). Cea mai mare inundație înregistrată s-a produs în 1970 având un debit maxim de 2210 și 2420 m³/s la Arad respectiv Makó. Inundația a cauzat probleme severe pe lungimea întregului râu. Dezvoltarea acestuia a fost datorată ploilor torențiale de primăvară din bazinele hidrografice montane, care au condus la topirea simultană a zăpezii și la sporirea debitelor afluenților Mureșului (Lucaci 2006). Inundații importante au avut loc în 1970, 1974, 1975, 1981, 1998, 2000 și 2006, astfel că ocurența evenimentelor majore este de 5–15 ani.

În afara intervalului aprilie-iunie, restul anului este caracterizat de nivele scăzute (Fig. 6). Așa-numita perioadă cu ape mici durează aproximativ 10 luni, începând în iunie și terminându-se în martie, cu un minim absolut în octombrie (Boga și Nováky 1986). Cel mai redus nivel înregistrat a fost observat în septembrie 2012, și anume 109 cm la Makó, în condițiile unui debit de 30 m³/s. Tendința de scădere a valorilor în ultimii 20 de ani se datorează schimbărilor climatice și a capacității ridicate de colectare a lacurilor de retenție de pe afluenții din zona montană (Konecsny și Bálint 2009). Incizia poate avea efect și asupra scăderii nivelelor, deși pe durata a 100 de profile batimetrice transversale realizate la Makó între 1987 și 2004 nu au fost sesizate schimbări majore la nivelul patului albiei (Sipos 2006).



6. ábra: A Maros apátfalvi szakasza áradás és kisvíz idején.

Fig. 6: Secțiunea Mureșului la Apátfalva în timpul perioadei cu viiturii și la ape mici.

Fig.6: The Apátfalva section of the Maros/ Mureș during flood and at low water.



Más vízfolyásokkal összehasonlítva a Maros igen nagy mennyiségű hordalékot szállít. A lebegtetett hordalék átlagos hozama Deszknél 263 kg/s, azaz mintegy 8.300.000 t/év. Eközben a görgetett hordalék mennyisége ugyanitt 0,9 kg/s ami 28.000 t éves hozamnak felel meg

În comparație cu alte râuri din regiune, Mureșul transportă o cantitate uriașă de sedimente. Debitul solid mediu în suspensie este de 263 kg/s (8.300.000 t/an). În același timp volumul materialelor transportate la nivelul patului albiei este de 0,9 kg/s (28.000 t/an) (Bogárdi 1974).



7. ábra: A folyó görgetett hordaléka Ópálosnál. A nagy mennyiségű hordalék dűnék, zátonyok formájában szállítódik (Magyarcsanád).

Fig. 7: Sedimente transportate de Mureș la Păuliș. Dinamica acestora în cadrul canalului se realizează prin intermediul dunelor și a barelor (Cenadul Unguresc).

Fig. 7: The bedload of the river at Pauliș. Sediment is moving in the channel in the form of dunes and bars (Magyarcsanád).

(Bogárdi 1974). Ez azt jelenti, hogy a folyó lebegtetett hordalékhozama vetekszik a Tisza Maros-torkolat feletti értékeivel, míg a görgetett hordalékszállítás a Duna nagymarosi adataival (7. ábra).

Cantitatea anuală de sedimente transportate în suspensie este aproape egală cu cea a Tisei, în amonte de confluența cu Mureșul, în timp ce cantitatea transportată la nivelul patului albiei este comparabilă cu a Dunării la Nagymaros (Fig. 7).

Emberi beavatkozások

A Maroson síksági szakaszán történt emberi beavatkozások közül kétségtelenül a 19. századi szabályozások voltak a legjelentősebbek. A Maros mindig is az egyik legfontosabb kereskedelmi és kulturális kapocs volt Erdély és az Alföld között. Mindamellettt hirtelen kialakuló és romboló áradásai, valamint intenzív kanyarulatfejlődése miatt a települések és a termőföld védelme érdekében idővel szükségessé vált átfogó szabályozása. A munkálatokat a 19. század közepétől fokozatosan, a kor legkorszerűbb szabályozási alapelveinek megfelelően kezdték el, s csak a történelem viharai miatt nem fejezték be.

Természetes állapotában az Alföld többi folyójához hasonlóan a Maros is igen kiterjedt, folyóágak sokaságával átszótt láp és mocsárvilágot táplált, amelyet évről évre árvizeivel borított el (Tóth 1993, 2000, Somogyi 2000, Ihrig 1973). Az alföldi területek elvadultsága fokozódott a török hódoltság alatt, a korábban művelt földeket az emberek hátrahagyták és a települések nagy része is elpusztult (Tóth 1993, Somogyi 2000). Ilyen körülmények között a hajózás és a vizek gazdasági használata sem fejlődhetett (Lacza 1975).

A török kivonulása után a 18. század közepére indult meg újra az élet a folyó mentén (Tóth 1993, 2000, Andó 2002). A népesség ebben az időszakban elsősorban a mocsaras, vízjárta terület hasznosításából (állattartás, fakitermelés, halászat, pákászat) tartotta el magát. Emellett egyre jelentősebbé vált az Erdélyből történő só- és faanyagszállítás is. Idővel

Impactul uman

În urma intervențiilor umane în secțiunea joasă a Mureșului, în mod inevitabil lucrările de regularizare din secolul al XIX-lea au fost cele mai importante. Astfel, Mureșul a fost cea mai importantă legătură culturală și comercială dintre Transilvania și Marea Câmpie Ungară. Din pricina inundațiilor bruște și devastatoare și a dinamicii intense a albiei a apărut nevoia uniformizării cursului râului prin regularizări menite să protejeze așezările și suprafețele agricole. Aceste preocupări s-au accentuat începând cu a doua jumătate a secolului al XIX-lea, în acord cu principiile specifice acelor perioade, nereușindu-se finalizarea în totalitate.

În faza sa naturală, la fel ca și alte râuri din cadrul Marii Câmpii Maghiare, Mureșul a susținut dezvoltarea mlaștinilor în zonele inundate anual, intercalate de numeroase canale secundare (Tóth 1993, 2000, Somogyi 2000, Ihrig 1973). Sălbăticia zonei a crescut în timpul ocupației turcești, când terenurile cultivate anterior au fost abandonate, iar cel mai multe din localități devastate (Tóth 1993, Somogyi 2000). În aceste circumstanțe comerțul și exploatarea din perspectiva economică a râului nu au putut fi stimulate (Lacza 1975).

În urma retragerii turcilor, reinstaurarea așezărilor în lungul râului s-a produs de abia la jumătatea secolului al XVIII-lea (Tóth 1993, Andó 2002). În această perioadă populația utiliza resursele de apă, terenurile mlaștinoase pentru creșterea animalelor, lemnul speciilor riverane și peștii care asigurau hrana. Între timp exploatarea de sare și transportul lemnului din Transilvania s-au intensificat

elengedhetetlenné vált a mezőgazdasági művelés újrakezdése is, mely a növekvő vízi áruszállítással egyetemben maga után vonta a vízrendezési munkálatok elkezdését (8. ábra). Így volt ez más folyók esetében is. Az összehangolt munka végül 21 200 km² ármentesítését, illetve az Alföld visszafordíthatatlan átalakítását eredményezte (Dunka et al. 1996).

incontinuu. Odatá cu trecerea timpului agricultura a devenit principala ocupație a locuitorilor. Împreună cu comerțul, aceste preocupări au indus primele eforturi de realizare a unor măsuri de management al râului (Fig. 8). În final, eforturile extinse au dus la protejarea unei suprafețe de 21 200 km² în Marea Câmpie Ungară, dar și la transformarea ireversibilă a peisajului (Dunka et al. 1996).



8. ábra: A Maros Apátfalva és Makó között az I. katonai térképezés (1784) idején (Colonne: XX, Sectio: 30).

Fig. 8: Mureșul pe harta militară iozefină din 1784 (Colonne: XX, Sectio: 30).

Fig. 8: The Maros/Mureș on the map of the Josephinian Military Survey (1784) (Colonne: 20, Sectio: 30)

A folyó síksági szakaszának szabályozása töltésezéssel, illetve a kiágazó erek elgátolásával kezdődött, az árvizek szétterülésének megakadályozása céljából (Török 1977). A töltések futása máig tükrözi a Maroson végbement munkálatok jellegzetességét, miszerint az árvízi szabályozás általában megelőzte a kis- és középvízi

Regularizarea secțiunii inferioare a Mureșului a început odată cu construirea digurilor și blocarea albiilor secundare pentru prevenirea extinderii inundațiilor (Török 1977). Localizarea și desfășurarea digurilor reflectă o caracteristică importantă în activitatea de regularizare, și anume controlul inundațiilor prin tăierea și

beavatkozásokat. Ennek következménye, hogy a töltésezés igen sok esetben követi a hajdani, átvágások előtti meanderek futását (Ihrig 1973).

A meder rendezése is a 18. század közepén kezdődött, igaz ez esetben is főleg helyi jellegű beavatkozásokról, legtöbbször egy-egy kanyarulat átmetszéséről volt szó. A 19. század közepén már kiterjedtebb munkálatok kezdődtek (9. és 10. ábra), bár a vármegyék és birtokosok sorozatos érdekkellentétei miatt a munkálatok lassan haladtak (Tóth 1993). A Maros Lippa és torkolat közötti szakaszán végül mintegy 33 átmetszés készült el (11. ábra), ami a korábbi 260 km hosszú szakaszt 170 km-re rövidítette (Laczay 1975, Török 1977). Az átvágások hatása legtöbbször kedvező volt: az árvizek levonulása gyorsult a Maros menti városok, elsősorban Arad és Makó fellélegezhettek. Emellett helyenként megduplázódott és következtében a meder beágyazódott, és 1 m körüli vízszintsüllyedések következtek be (Laczay 1975). Ugyanakkor a megnövekedett energiájú folyó partjait tovább rombolta és szaggatta, a nagy mennyiségben szállított hordalék pedig továbbra is zátonyok, illetve szigetek kialakulásához vezetett. Mindez a hajózást, a szabályozások egyik mozgatórugóját, rövid időn belül szinte lehetetlenné tette (Gillyén 1912)

intretinerea canalelor. În consecință, în cele mai multe cazuri digurile urmăreau liniile malurilor originale dinaintea regularizării meandrelor (Ihrig 1973).

Nici cursul principal al râului nu a fost scăpat din vedere și începând cu jumătatea secolului al XVIII-lea intervențiile erau locale și se rezumau la tăierea câte unui singur meandru. De la jumătatea secolului al XIX-lea o muncă extensivă și uniformă a debutat (Fig. 9 și 10), fiind totuși întreruptă de conflictele izbucnite între autoritățile locale și latifundiari (Tóth 1993). Până la sfârșitul secolului al XIX-lea 33 de tăieri de meandre au fost realizate între Lipova și Szeged (Fig. 11), ceea ce a dus la scurțarea de la lungimea inițială de 260 km la 170 km (Laczay 1975, Török 1977). Efectul acestor tăieri a fost unul pozitiv în vederea prevenirii împotriva inundațiilor de vreme ce scurgerea apei a devenit mai rapidă. Orașele Arad și Makó au fost scutite de riscul inundațiilor. De asemenea, scăderea drastică a lungimii a dus la dublarea pantei râului (de la 14 cm/km la 28 cm/km), iar râul s-a adâncit în unele locuri cu aproape 1 m (Laczay 1975). Între timp energia râului a crescut în continuare, conducând la o sporire a eroziunii malurilor și la dezvoltarea unor plaje de nisip întinse. Aceste condiții au făcut ca navigația, care a reprezentat unul din motivele regularizării râului să fie aproape imposibilă (Gillyén 1912).

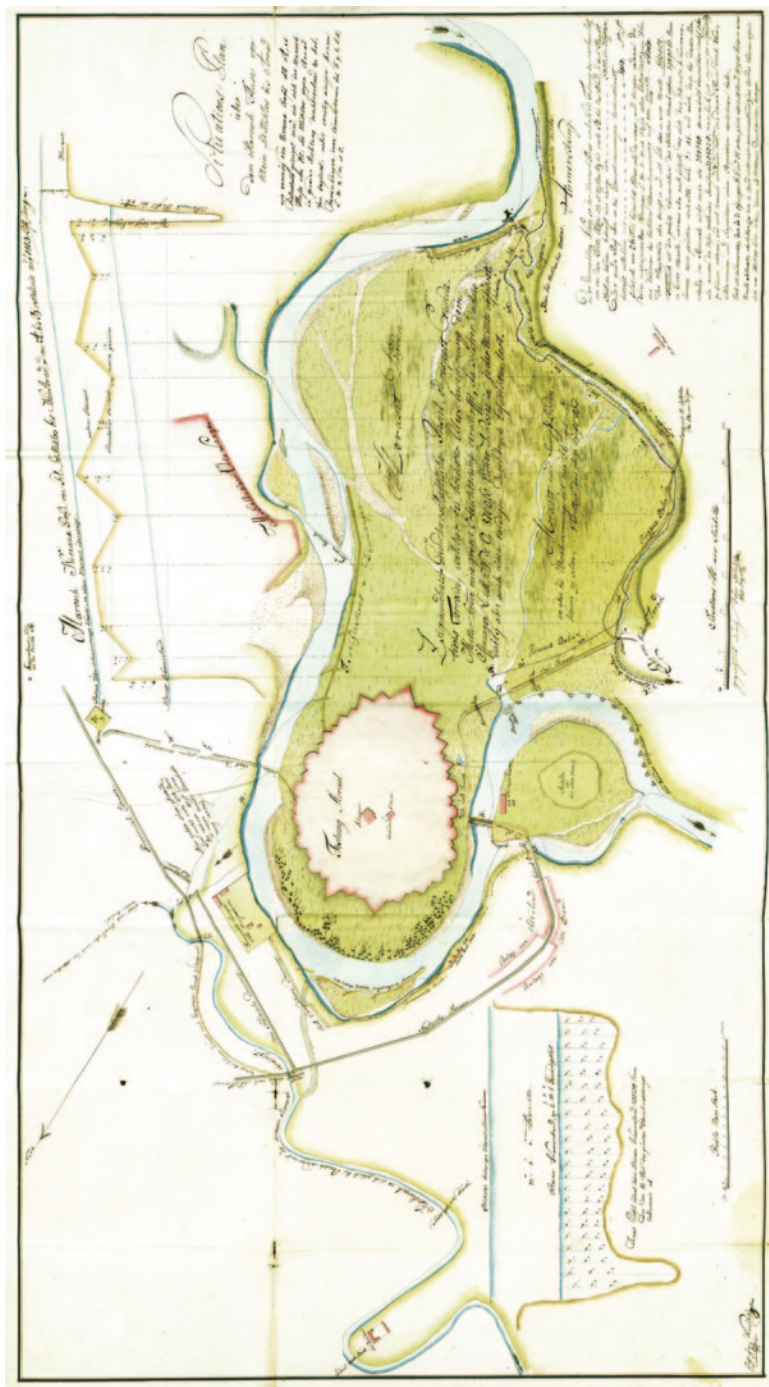


Fig. 9: A Maros aradi szakaszának szabályozási terve 1815-ből (Johann Mihálik). Megfigyelhető a Száraz-eret tápláló Holt-Maros kiágazása, valamint a folyóról készült hosszanti- és kereszt-szelvények (forrás: Magyar Országos Levéltár, S 12 DIV XIX No 110:1).

Fig. 9: Planul de regularizare al Mureșului la Arad în 1815 (Johann Mihálik), evidențind Mureșul Mort și Pârâul Sarasz și profilul longitudinal și transversal al râului (Johann Mihálik) (sursa: Arhiva Națională a Maghiară, S 12 DIV XIX No 110:1).

Fig. 9: The regulation plan of the Maros/Mureș at Arad from 1815 (Johann Mihálik), showing also the outlet of the Dead-Maros, supplying the Száraz-ér/Er, and the longitudinal and cross-sections of the river (Johann Mihálik) (source: Hungarian National Archive, S 12 DIV XIX No 110:1).



10. ábra: A Sajótnál húzóóó egykori kanyarulat parhiztosításának terve 1817-ből (Johann Mihalik és Johann Kosztka). A falut veszélyeztető kanyarulatot végül átvágták (forrás: Magyar Országos Levéltár, S 12 DIV XIX No 110:3).

Fig. 10: Planul de stabilizare al meandrului Șeitinului în 1817 (Johann Mihalik și Johann Kosztka). Bucia care punea în pericol satul a fost tăiată ulterior (sursa: Arhiva Națională Maghiară, S 12 DIV XIX No 110:3).

Fig. 10: The bank stabilisation plan of the Sajó bend from 1817 (Johann Mihalik és Johann Kosztka). The bend, endangering the village, was later cut-off (source: Hungarian National Archive, S 12 DIV XIX No 110:3).

A meder, illetve a partok stabilizálását, valamint a folyó hajózhatóvá tételét a 19. század végén kezdték meg. Szegedre ez idő tájt kétszer annyi hajó érkezett a Maroson, mint a Tiszán, és a szállított áru mennyisége is kétszer akkora volt, minek köszönhetően még a gőzhajózást is tervbe vették (Tóth 2002). A munkálatokat 1865-ben először a Konop–Arad közötti szakaszon kezdték meg. A homorú oldalak stabilizálására konopi terméskövet használtak, a sarkantyúkat rőzsefonatokból készítették (12. ábra). A sikeres beavatkozásokon felbuzdulva és az alvizeken tapasztalható hajózási nehézségek miatt a Makó és a torkolat közötti szakaszokon is megkezdték a szabályozást. Ezen a szakaszon kőanyag hiányában leginkább rőzsét használtak (Bogdánfy 1906). Mindezek után még tervbe vették, hogy Arad alatt is folytatják a szabályozást (Gillyén 1912). A munkálatokat meg is kezdték 1912-ben (Török 1977), azonban a kivitelezésébe már közbeszólt az I. világháború.

Stabilizarea canalului și a malurilor a început la sfârșitul secolului XIX, scopul principal fiind facilitarea navigației. În această perioadă pe Mureș ajungeau la Szeged de două ori mai multe bărci decât pe Tisa, iar cantitatea mărfurilor transportate era de asemenea dublă. De aceea, inițierea transportului cu bărci cu aburi a reprezentat o prioritate (Tóth 2002). Lucrările au început în sectorul Conop–Arad în 1865. În malul concav au fost realizate pavaje cu piatră, iar în cel convex s-au instalat împletituri din nuiele (Fig. 12). Încurajați de reușita lucrărilor de la Conop–Arad și reglarea navigației în aval, lucrările au continuat în sectorul Makó–Szeged. Aici, în lipsa pavajului cu piatră au fost folosite împletiturile cu lemn de esență moale pentru stabilizarea malurilor (Bogdánfy 1906). Următorul plan a vizat extinderea stabilizării malurilor în secțiunea din aval de Arad (Gillyén 1912). Lucrările au început în 1912 (Török 1977), dar finalizarea lucrărilor nu s-a realizat din pricina Primului Război Mondial.

12. ábra: Egykori rőzse-sarkantyú maradványa a meder közepén Apátfalvánál.

Fig. 12: Resturi lemnoase în mijlocul albiei la Apátfalva.

Fig. 12.: Remnants of a brushwood structure in the middle of the channel at Apátfalva.





13. ábra: Kőszórás a lippai és a ferencszállási szakaszon.

Fig. 13: Mal pavat cu pietre la Lipova și Ferencszállás.

Fig. 13: Stone revetments on the Lipova and Ferencszállás section.



Manapság a felső szakaszokon létesített víztározók, valamint az alsóbb szakaszokon folytatott kavics- és homokkitermelés jelentik a legfontosabb emberi beavatkozást. A víztározók létesítése az 1980-as évek elején kezdődött. Jelenleg a teljes kapacitás 700 millió m³, melyből 300 millió m³-t lehet hosszabb távon visszatartani, illetve a lefolyás szabályozására használni (Konecsnyi és Bálint 2009). Mindez

Cel mai important impact antropoc s-a materializat prin amenajarea unor lacuri în partea superioară și prin exploatarea sedimentelor din albia minoră. Construirea lacurilor a început în anii 80 ai secolului trecut. În prezent capacitatea totală de stocare a apei este de 700 milioane m³ din care 300 milioane m³ pot fi folosiți pentru depozitare și regularizarea surgerii (Konecsnyi și Bálint 2009).

jelentős mennyiségnek számít, amennyiben figyelembe vesszük, hogy a Maros által szállított éves vízmennyiség Aradnál 5800 millió m³, azaz átlagos években a teljes vízhozam 5%-át, kisvízes években 10%-át lehet visszatartani (Konecsnyi és Bálint 2009). Összehasonlításként érdemes megemlíteni, hogy Magyarország és Románia éves teljes vízfelhasználása 5500, illetve 7300 millió m³ (OECD 2002). Habár a vízleeresztés szinte folyamatos, mivel a legnagyobb tározókat energiatermelésre használják, a víztározás szerepe nyilvánvaló a kisvízi hozamok csökkenésében az alsóbb szakaszokon. Emellett a csúcsra járatás időszakában kisebb árhullámok jelenhetnek meg a folyón, melyek befolyásolhatják kisvízi vízjárást. A legnagyobb tározók a Sztrigy és Sebes folyókon találhatóak (14. ábra), de kisebbek az Aranyoson és Küküllőkön is épültek. A Radnóton és Déván található hőerőműveknél is jelentős a vízkivétel, de itt a felhasználást követően a vizet visszaeresztik (Konecsnyi és Bálint 2009).

Această cantitate este substanțială dacă considerăm că volumul actual de scurgere al Mureșului este de 5800 milioane m³ la Arad. Prin urmare în medie 5%, iar în cazul apelor mici 10% din debitul total poate fi reținut (Konecsnyi și Bálint 2009). Ca și o comparație consumul total anual de apă în Ungaria și România este de 5500 respectiv 7300 milioane m³ (OECD 2002). Deși scurgerea apei este continuă din aceste lacuri, cele mai importante fiind folosite și pentru hidroenergie, reținerea apei în spatele barajelor determină și scăderea debitelor Mureșului. De asemenea, în perioada în care se reține cea mai mare cantitate de apă în lacuri se produc și debitele cele mai mici, regimul hidrologic fiind afectat. Cele mai importante structuri hidro-energetice se găsesc în bazinele pe râurilor Strei și Sebeș (Fig. 14), dar câteva de dimensiuni mici sunt și pe Arieș și Târnavă. Termocentralele de la Iernut și Mintia-Deva utilizează o cantitate importantă de apă, care este dirijată ulterior înapoi în râu (Konecsnyi și Bálint 2009).



14. ábra: Víztározó a Sztrigy mentén.

Fig. 14: Lac de acumulare pe Strei.

Fig. 14: Reservoir on the Strei.

15. ábra:
Homokkiter-
melés Csicsér
mellett.

Fig. 15:
Extragerea
nisipului din
albie la Cicir.

Fig. 15: Sand
extraction near
Cicir.



A folyó által szállított kavicsot és homokot régóta bányásszák, azonban a kitermelt mennyiség jelentősen megnőtt az elmúlt évtizedben. Így például 2011-ben a romániai szakaszon hivatalosan 920 000 m³ homokot és kavicsot távolítottak el a mederből (SGA Arad 2012). A magyarországi szakaszon papíron további 100 000 m³-t emeltek ki (MBFH Szolnok 2012). A kitermelés az Ópálos-Mondorlak szakaszon a legintenzívebb, ahol a medret és a partokat mára már gyakorlatilag elbányászták (15. ábra). A beavatkozások lehetséges hatásait teljes körűen még nem ismerjük. Ezért is fontos a folyó emberi hatásokra adott válaszáinak vizsgálata. A kutatások során kidolgozhatók azok a hosszú távon folytatható monitoring tevékenységek, melyekkel megalapozható a fenntartható víz- és hordalék-gazdálkodás a Maros mentén.

Pietrișurile și nisipurile au fost extrase din albie o perioadă lungă de timp, dar în ultima decadă volumul materialului exploatat a crescut considerabil. Spre exemplu în 2011 în partea românească au fost extrași în mod oficial 920 000 m³ de nisip și pietriș (SGA Arad 2012). În secțiunea maghiară un surplus de 100 000 m³ este exploatat (MBFH Szolnok 2012). Cea mai intensă activitate se desfășoară în sectorul Pauliș-Mândruloc unde atât malurile cât și albia sunt supuse deopotrivă exploatării (Fig. 15). Posibilul rezultat al acestor intervenții nu sunt explorate întru totul. Este important să investigăm răspunsul râului la diferite tipuri de impact antropoc din trecut și prezent. Astfel se pot dezvolta bune practici de monitorizare pe termen lung a Mureșului în măsură să susțină un management sustenabil al râului.

Következtetések

Az összefoglaló kötet első tanulmányában a Marossal és vízgyűjtőjével kapcsolatban elérhető hidrogeográfiai és hidrológiai adatokat tekintettük át. Mindemellett a folyó fejlődését leginkább befolyásoló emberi beavatkozásokat is számba vettük. Ezek alapján az alábbi lényeges tényezőkkel kell számolni a további vizsgálatok során:

- A folyó esése még a síksági szakaszon is viszonylag nagy, ami jelentős energiát kölcsönöz a mederformáló folyamatoknak.
- A Maros-hordalékkúpon megfigyelhető formakincs a múltban is igen intenzív folyóvízi tevékenységre utal, amit az éghajlat és a tektonikus folyamatok befolyásoltak a leginkább. Mindemellett a terület fejlődés története és koránt sincs még teljesen feltárva.
- A folyó vízjárása nagyon ingadozó. A legnagyobb árhullámokat a téli hókészletek hirtelen olvadása okozza. A kisvizes időszakok hosszan elnyúlnak. Egyelőre nem tudni, hogy a klímaváltozás hatására miként változnak majd a folyó hidrológiai sajátosságai.
- A Maros igen sok, ipari és gazdasági szempontból is jelentős mennyiségű homokos-kavicsos hordalékot szállít. A folyó hordalékháztartást, illetve annak rövid távú változásait ugyanakkor alig ismerjük.
- A 19. századi szabályozások jelentősen megváltoztatták a folyó képét. A beavatkozások következtében a Maros bevágódott, helyenként pedig jelentősen kiszélesedett. A síksági szakasz hosszú távú rendszerválaszait azonban eddig még nem tanulmányozták.
- Napjaink emberi beavatkozásai jelentősen befolyásolhatják a folyó hidrológiai és morfológiai jellemzőit, ugyanakkor a változások felismerése és nyomon követése komplex megközelítést igényelne.

Habár számos értékes tanulmány látott már napvilágot a Marosról, sok kérdés még máig tisztázatlan múltbeli, jelenlegi és jövőbeni fejlődésével kapcsolatban. Ezek vizsgálata csak a legújabb módszerek felhasználásával, és közvetlen mérések segítségével lehetséges. A soron következő tanulmányokban azt szeretnénk bemutatni, hogy miként próbáltuk a fent vázolt kérdéseket a kutatási projekt során megválaszolni.

Concluzii

În acest capitol au fost prezentate informațiile hidrogeografice disponibile și caracteristicile hidrologice ale Mureșului și ale bazinului său. De asemenea, au fost enunțate principalele intervenții umane care afectează morfologia râului. Din informațiile analizate au fost extrase următoarele concluzii:

- Râul are o declivitate mare chiar și în zona de câmpie, ceea ce-i conferă suficientă energie pentru desfășurarea proceselor fluviale.
- Conul aluvionar al Mureșului păstrează suficiente elemente care să ateste o dezvoltare fluvială intensă și în trecut, controlată în principal de fenomenele climatice și tectonice. Oricum cronologia și dinamica evoluției sale nu a fost rezolvată încă.
- Debitul râului este foarte variabil. Cele mai importante inundații sunt cauzate de topirea bruscă a zăpezii. Perioadele cu ape mici sunt mai îndelungate. Din păcate, nu se cunoaște modul în care hidrologia va fi afectată de schimbările climatice în viitor.
- Mureșul livrează o cantitate importantă de nisip și pietriș, care au o valoare economică ridicată, dar bugetul de sedimente și schimbările de scurtă durată ale acestuia nu au fost evaluate până în prezent.
- Regularizările Mureșului din secolul 19 au schimbat considerabil morfologia râului. Cele mai evidente consecințe ale intervenției umane sunt inciziile și lărgirea din anumite sectoare. Schimbările morfologice pe termen lung din zona de câmpie nu au fost studiate până în prezent.
- Impactul antropic actual poate avea un rol semnificativ în influențarea hidrologiei și morfologiei râului, dar detectarea și modelarea schimbărilor necesită o strategie complexă de monitorizare.

Chiar dacă există studii anterioare valoroase care abordează problema Mureșului, numeroase întrebări legate de trecutul, prezentul și viitorul acestuia sunt încă nerezolvate. Evaluarea acestora este posibilă numai cu ajutorul metodelor de ultimă generație. În următoarele capitole vom încerca să prezentăm maniera în care am abordat toate problemele enumerate anterior în cadrul proiectului nostru de cercetare științifică.

Irodalom / Bibliografie

- Andó M. 2002. A Tisza vízrendszer hidrogéográfia. SZTE Természeti Földrajzi Tanszék, Szeged.
- Boga L., Nováky B. (eds.) 1986. Magyarország vizeinek műszaki-hidrológiai jellemzése. A felszíni vízkészlet mutatói: Maros. Vízgazdálkodási Intézet, Budapest
- Bogárdi J. 1974. Sediment Transport in Alluvial Streams. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Bogdánfy Ö. 1906. A természetes vízfolyások hidraulikája. Franklin Társulat, Budapest.
- Borsy Z. 1989. Az Alföld hordalékkúpjainak negyedidőszaki fejlődéstörténete. *Földrajzi Értesítő* 38/3–4: 211-224.
- Dunka S., Fejér L., Vágás I. 1996. A veritékes honfoglalás. A Tisza szabályozás története. Budapest: Vízügyi Múzeum, Levéltár és Könyvgyűjtemény:215
- Gillyén J. 1912. A Maros hajózhatósága. *Vízügyi Közlemények* 1912/4: 70–72.
- Ihrig D. (eds.) 1973. A magyar vízszabályozás története. VÍZDOK, Budapest.
- Konecsny K., Bálint G. 2009. Low water related hydrological hazards along the lower Mureş/Maros river. Riscuri și catastrofe, 872022071584-5273
- Lacza I. 1975. A Maros vízgyűjtője és vízrendszere. In *Vízrajzi Atlasz Sorozat 19 Maros*. VITUKI, Budapest; 4–7.
- Lucaciu M. 2006. Territorial flood defense a Romanian perspective, In *Transboundary Floods: Reducing Risks Through Flood Management*, Marsalek J., Stancalie G., Balint G. (eds.), Nato Science Series: *IV Earth and Environmental Sciences*. 72,:315-333
- Sipos Gy. 2006. A meder dinamikájának vizsgálata a Maros magyarországi szakaszán. Doktori értekezés. SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Szeged.
- Somogyi S. (ed.) 2000. A XIX. századi folyószabályozások és ármentesítések földrajzi és ökológiai hatásai Magyarországon. MTA FKI, Budapest.
- Tóth F. 1993. Településtörténet–városkép. In *Makó Monográfiája 4. – Makó története a kezdetektől 1849-ig*, Blazovich L (eds.). Makó; 295–327.
- Tóth F. 2000. Apátfalva. In *Száz magyar falu könyvesháza*, Balázs P, Balsay I, Buza P, Kosáry D (eds.). Nemzeti Kulturális Örökség Minisztériuma, Budapest.
- Tóth F. 2002. A közlekedés. In *Makó Monográfiája 5. – Makó története 1849-től 1920-ig*, Szabó F (szerk). Makó; 197–219.
- Török I. (ed.) 1977. A Maros folyó 0–51,33 fkm közötti szakaszának szabályozási terve. Alsótiszavidéki Vízügyi Igazgatóság, Szeged.
- Ujvári I. 1972. Geografia apelor României, Edit. Științifică, București.