

ANALIZA SPREMEMB GEOMORFOLOŠKIH OBLIK NA REKI MURI OD 1824 DO 2006

AN ANALYSIS OF THE CHANGES IN GEOMORPHOLOGICAL FORMS ON THE MURA RIVER FROM 1824 TO 2006

Andraž HRIBAR

Strokovni članek

Prejeto/Received: 24.1.2011

Sprejeto/Accepted: 14.6.2011

Ključne besede: reka Mura, degradacija geomorfoloških oblik, vodarski ukrepi

Key words: Mura River, degradation of geomorphological forms, water management measures

IZVLEČEK

V prispevku analiziramo kvantitativno in kvalitativno spreminjanje geomorfoloških oblik na dveh odsekih reke Mure med letoma 1824 in 2006. Spremembe so posledica človeške aktivnosti v rečnem prostoru. Ugotavljamo, da vrednih geomorfoloških oblik skorajda ni več in da se proces izginjanja po naravni poti ne bo ustavil.

ABSTRACT

The paper analyses the quantitative and qualitative changing of geomorphological forms at two sections of the Mura River from 1824 to 2006. The changes are ascribed to the human activities taking place in and along the river. It has been ascertained that virtually no valuable geomorphological forms still exist there and that the process of their disappearance will certainly not stop in a natural way.

1. UVOD

Ljudje se vse bolj zavedamo, da siromašimo svoj življenjski prostor; večino razlogov za to početje bi lahko združili z opisom, da želimo okolico narediti predvidljivo. Zaradi tega je bila postavljena teza (Gray 2004), da je vrednote treba ohranjati, iz teze pa izpeljana ideja, ki v antropocentričnem besednjaku zveni kot »nov princip upravljanja z okoljem«. Ker to vključuje tudi določitev tistega, kar je »vredno«, in tistega, kar je »ogroženo«, bi morda lahko idejo poimenovali *ohranitveno upravljanje*. Če želimo to idejo realizirati, moramo »vredno« in »ogroženo« opredeliti. S tem bomo dobili vrsto oblik in sistemov, za katere moramo spoznati, kako se spreminjajo in kaj vse vpliva nanje. In na podlagi tega bomo znali oceniti *degradacijo* (slabšanje kvantitete ali kvalitete) in vse vrednote tudi ohranjati.

Degradacija rečnih sistemov po celotnem planetu je osupljiva. Po ocenah ima 98 odstotkov vodotokov na Danskem in 96 odstotkov v nižinski Angliji spremenjen režim ali tok (Ogrin 1996). Te umetne spremembe imenujemo regulacije oziroma vodnogospodarski ukrepi. So

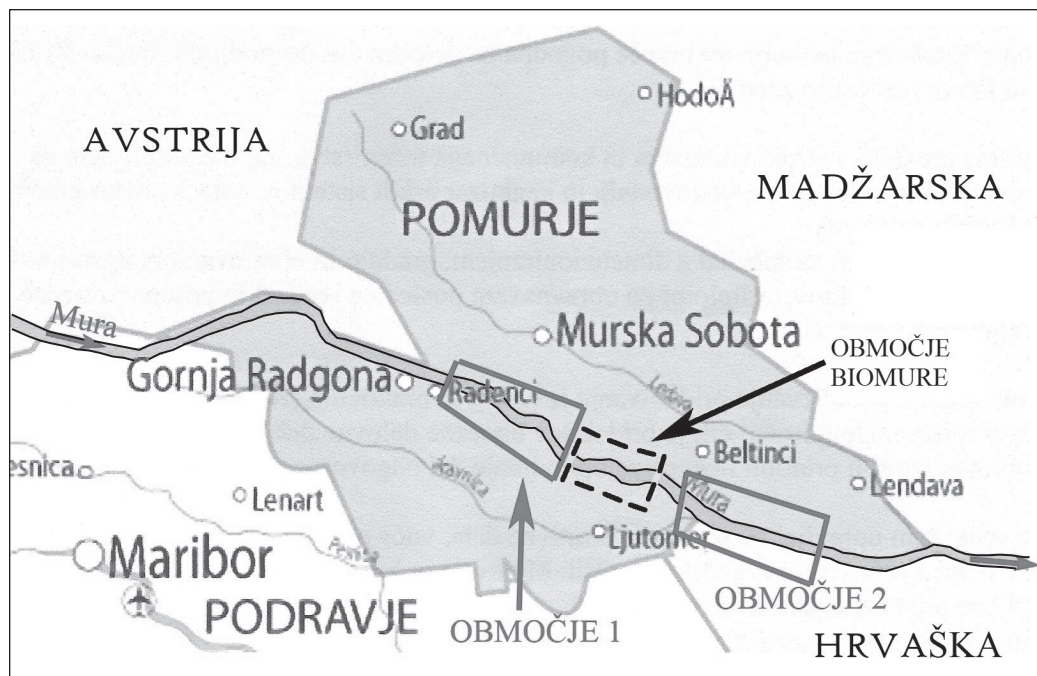
tehnične narave in imajo ozko opredeljene cilje (zaščita, odvoz surovin, izkoriščanje vodne moči...), zaradi česar navadno prekinejo naravne procese, saj izključujejo celostno urejanje voda, za katero moramo »upoštevati zakonitosti časovnega razvoja, količinske in kvantitativne elemente vodnega režima ter njihovo povezanost v prostoru« (Mikoš 2000). Posledica so kratkoročne rešitve, ki problem (le) prestavijo drugam, v končni fazi pa tudi novi videz reke ljudem navadno ni všeč.

V članku analiziramo ohranjenost geomorfoloških oblik reke Mure skozi čas. Najbolj direkten in največji vpliv na spremembe reke so imeli vodarski posegi, zato smo se osredotočili na graditev vodarskih objektov in posledične spremembe na reki. Iz pregleda sprememb geomorfoloških oblik smo zaključili, kakšni ukrepi so potrebni, če želimo Muro ohraniti kot prepleteno meandrirajočo reko.

Mura v Sloveniji sodi v tip meandrirajoče pramenaste reke (tipologija loči še razvejeno in ravno strugo). Za takšen tip reke je značilno, da ima znotraj struge (celoten pas ozemlja, na katerega ima reka vpliv) več korit. Glavnina toka teče po glavnem koritu, s preusmerjanjem toka in z ustvarjanjem novih glavnih korit pa stara korita postajajo stranska, ki jih imenujemo tudi rokavi. Do preusmeritev prihaja zaradi procesov erozije, ki je najbolj izrazita pri ekstremnih pretokih (95 odstotkov energije se porabi za premagovanje odpora proti toku, preostanek pa je na voljo preoblikovalnim procesom, ki se zato pogosto izrazijo šele med poplavami). Tok v ravni črti ni stabilen, zaradi česar je za vse vodotoke značilno, da z erozijo brežin ustvarjajo zavoje. Erozija je dosti bolj izražena na podlagi aluvialnih naplavin (kakršno ima Mura) kot na skalni podlagi. Značilni zavoji, ki jih ustvarjajo reke takšnega tipa, kot je Mura, imenujemo meandri. Za te je značilno, da se njihov t.i. vrat oži, dokler ga reka ne prekine s prebojem. S tem tudi meander postane rokav. S procesi odlaganja se rokavi zapolnjujejo; navadno najprej na vtoku, nato pa še na iztoku, s prekinitvijo površinskega stika vode pa rokav postane mrtvica. Slednja se nato »stara«, kar pomeni, da se zapolnjuje in postopoma izgineva, dokler od nje ne ostane le še zapis na poplavni ravnici. Vse to so v morfološkem smislu oblike, ki prehajajo druga v drugo, in prav to prehajanje in »staranje« je izjemno pomembno, saj spreminjanje zagotavlja raznolikost oblik, kar je osnova za raznolikost habitatov in veliko biotsko pestrost, zagotavlja pa tudi stabilnost struge.

1.2 REKA MURA

Mura izvira v Avstriji na nadmorski višini 1898 metrov in se izliva v Dravo na 130 m.n.v. Njen tok je dolg 445 km, velikost njenega porečja je 14.304 km², kar pomeni 1,8 odstotka povodja Donave. 70 odstotkov površin porečja leži v Avstriji, slovenski del pa je velik 1393 km² (13 %). Povprečni padec reke je 0,21 %, na odseku v Sloveniji 0,1 %. Slovenski del Mure je dolg 96 km (22 % celotne dolžine), kota dna se giblje med 235 in 150 m.n.v., porečje Mure v Sloveniji pa sestavlja 6,9 % površine republike (Globevnik 2009). Po zadnji raziskavi, ki jo je izdelal Mauro Hrvatin leta 1998, sodi Mura v skupino rek z alpskim snežnim režimom.



Slika 1: Reka Mura v Sloveniji

Fig. 1: The Mura River in Slovenia

Mura priteče v Slovenijo pri Šentilju, severno od Maribora, ter teče ob slovensko-avstrijski meji do Radencev po strugi, ki so jo za omejitev poplav in omogočanje plovbe regulirali že med leti 1875 in 1894, zaradi ponovnih poplav pa so se dela nadaljevala po letu 1925. Danes je dno z brežinami reke na tem odseku popolnoma regulirano in široko 60 do 80 m. Zgrajeni so protipoplavni nasipi z dolžino 48,2 km ter dva jezova za delno preusmeritev vode. Med letoma 1938 in 1965 se je dno reke domnevno poglobilo za povprečno 0,33 m, ponekod pa tudi za 1,5 metra (Ogrin 1996).

Odsek od Radencev naprej vse do hrvaške meje je dolg 27 kilometrov in je poimenovan *Notranja Mura*. To je geo-hidro-morfološko previsni odsek Mure, saj oblikuje prehod med morfološko in hidrološko degradiranim gorvodnim odsekom in dinamično ravnovesnim in razgibanim dolvodnim odsekom (Globevnik 2009). Na tem delu so bili zgrajeni različni vzdolžni in prečni objekti za protipoplavno varnost, med drugim tudi nasipi, ki so bili zgrajeni ob poplavni ravnici v obdobju 1972 – 1990. Ključna posledica je v povprečju za 0,22 m poglobljeno dno, zaradi česar se je zmanjšal vtok vode v številna stranska korita in meanderska jezera.

Danes bi Notranjo Muro najbolje opisali z izrazom »uniformirana«, čeprav ostaja poplavna ravnica med visokovodnimi nasipi široka tudi do 1 kilometer. Uniformiranost se z oddaljevanjem

od avstrijske meje manjša, saj se na strugi dolvodno od Bakovcev vse pogostejše pojavljajo erozije brežin, premeščanje je večje, število rečnih rokavov in mrtvic pa narašča.

Pri vasi Razkrižje Mura znova postane mejna reka, tokrat med Hrvaško in Slovenijo. Na tem odseku so meandre odrezali od glavnega korita s prečnimi vodarskimi objekti, zgrajenih pa je bilo tudi nekaj vzdolžnih, brežinskih objektov. Kljub temu se na tem 10 km dolgem odseku korito reke ne pogloblja, saj so procesi odlaganja v ravnovesju z erozijo. Čeprav reguliran, odsek ostaja razgiban. Rečni rokavi so še v naravnem stanju, pojavljajo se tudi prodišča, ki kažejo na stabilnost dna korita, poleg njih pa tudi druge oblike v strugi in na poplavni ravnici. Dokaz, da se je rečni prostor do danes spreminjal, je meja med državama, ki sledi nekdanji trasi glavnega korita.

Mura kot celota je bila najbolj urejana v obdobju 1875-1891, ko sta industrializacija in kmetijstvo »videla« v Muri hiter in močan odvodnik. Z izravnnavanjem okljukov, poglobitvijo ter ravnanjem dna in utrjevanjem struge v trapezni profil so reki povečali strmec in zmanjšali širino struge na uniformiranih 80 m. S tem se je tudi znižal obseg prodne dinamike, tako da so po regulaciji otoki in prodišča skoraj izginili. Primanjkljaj proda v strugi povečuje tudi omejevanje naravnega pretoka proda z jezovi verige 28 hidroelektrarn, ki so zgrajene v zgornjem toku Mure, v Avstriji. Z zaščitnimi ukrepi so se poplave omejile na območje med nasipi, še vedno pa obstaja nevarnost preboja nasipov oziroma prelivanja čeznje. Ocenjeno je bilo, da bi 100-letne vode preplavile visokovodne nasipe na Notranji Muri v dolžini približno 30 km od 75 km, kolikor so nasipi skupaj dolgi. Čeprav so bili nasipi zgrajeni s 100-letno povratno dobo ($Q_{100} = 1747 \text{ m}^3/\text{s}$), bi jih na nekaterih mestih preplavil že pretok $1300 \text{ m}^3/\text{s}$, kakor se je skorajda zgodilo med poplavami leta 1993. Ocenjeno je bilo, da bi bilo poplavljeno 20.000 ha veliko območje, če bi nasipi odpovedali.

2. METODE DE LA

Ugotavljali smo razliko med sedanjim in naravnim stanjem geomorfoloških oblik, kar lahko zajamemo z izrazom *stopnja degradacije* geomorfoloških oblik. V analizo smo vključili naslednje geomorfološke oblike: glavno korito, rokavi, mrtvice in prodišča. Merili smo: število oblik, velikosti oblik, stopnjo meandriranja in povezanost rokavov z glavnim koritom.

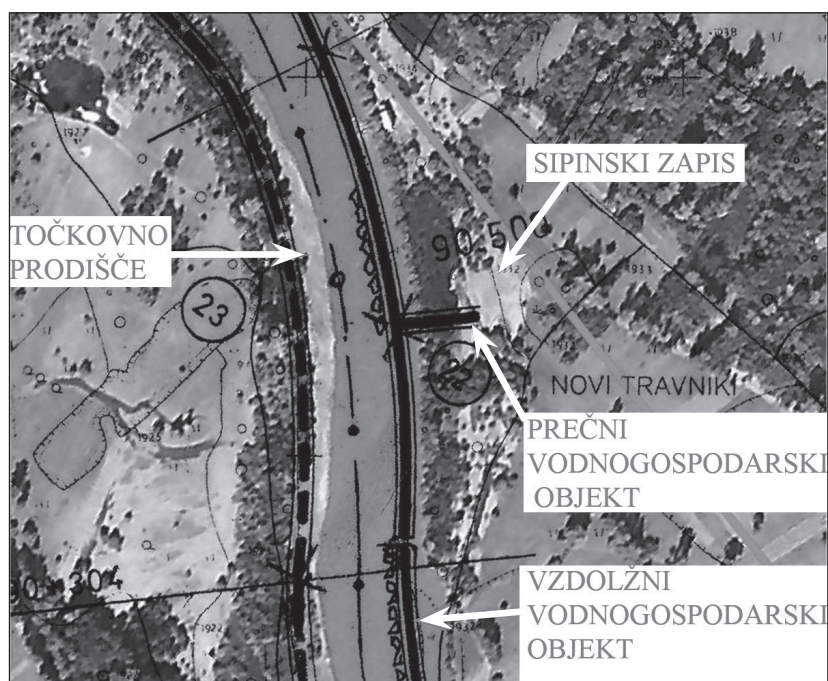
Mura je bila vzdolž toka različno regulirana, tako da se tudi stopnja degradacije spreminja. Da smo zajeli dele reke z različnimi karakteristikami, smo analizo opravili na dveh odsekih, ki sta prikazana na sliki 1. 15 kvadratnih kilometrov veliko *območje 1* leži na Notranji Muri med Radenci in Vučjo vasjo. *Območje 2* je veliko 30 kvadratnih kilometrov in leži med Srednjo Bistrico in Gaberjem.

Pri analizi smo uporabili naslednji kartografski material: temeljni topografski načrt TTN5 iz leta 1970 (GURS), topografske karte DTK25 iz leta 1990 (GURS), Franciscejski kataster iz

leta 1860 v merilu 1:2880 oziroma iz leta 1824 v merilu 1:5760 (Arhiv RS) in ortofoto iz leta 1954 v obliki fotografij oziroma iz leta 2006 v digitalni obliki (GURS). Franciscejski kataster je pomanjkljiv, saj se nekaj zemljevidov ni ohranilo, del območja 2 leži na teritorialnem ozemlju Republike Hrvaške, materiala iz tamkajšnjih arhivov pa v tej fazi raziskave nismo pridobivali. Na zgornjih delih slik 3 in 4 so posamezni katastri takratnih upravnih enot sestavljeni, tako da je možna primerjava z leti 1954 in 2006.

Ker smo analizirali vodarske posege, smo upoštevali tudi kataster vodnogospodarskih objektov (Vodnogospodarski biro Maribor 1992), ki je evidenca vseh objektov, zgrajenih na Muri za regulacijo reke do leta 1992. Uporabili smo kataster za odsek Mure od stacionaže 87+500 do 95+000 za območje 1 in od 70+500 do 72+500 za območje 2. Tako smo dobili podatke o številu, velikostih, lokacijah in tipih objektov ter času graditve.

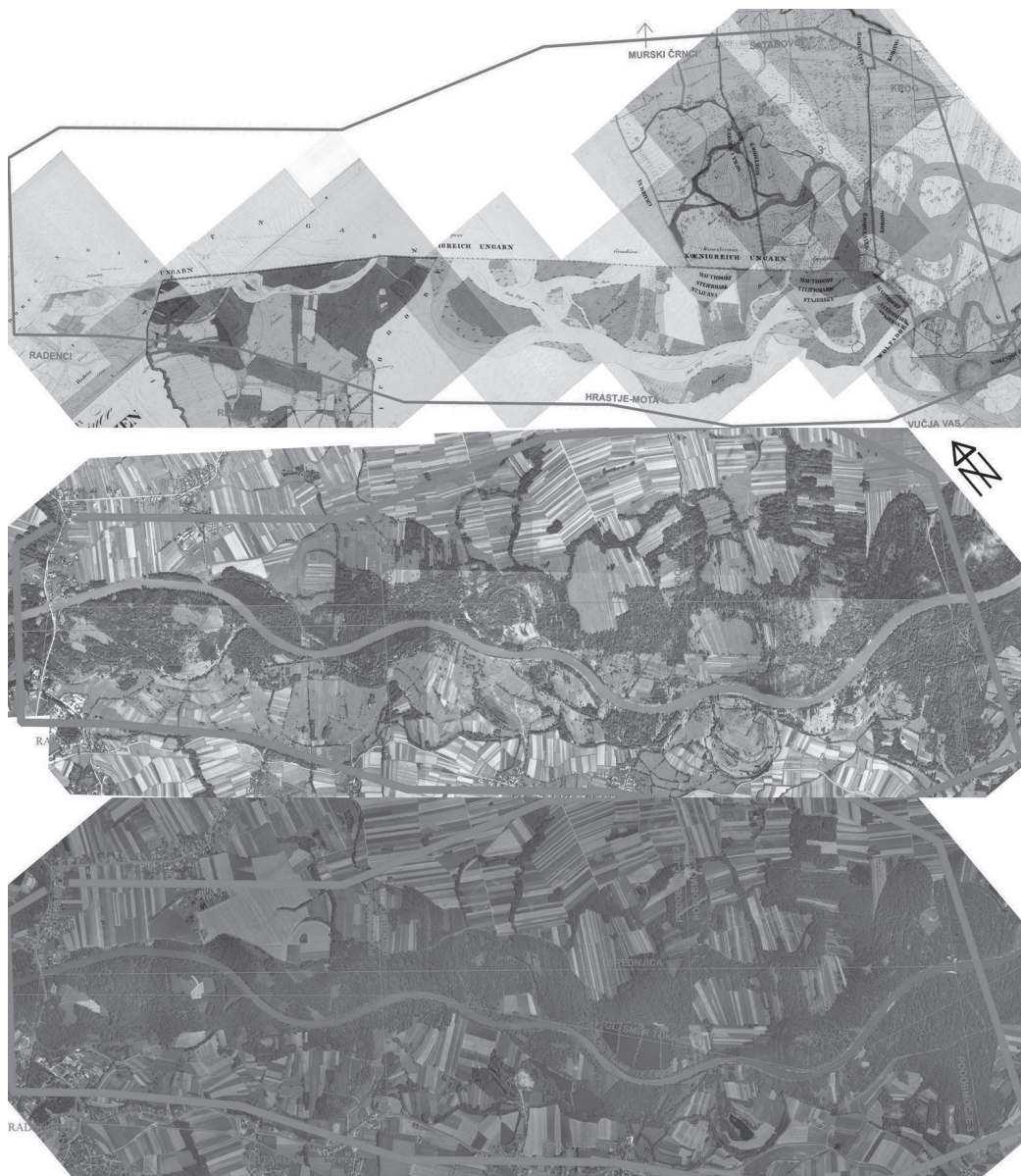
Z vodarskimi objekti so mišljene konstrukcije, zgrajene za reguliranje reke. V osnovi ločimo dva tipa. Vzdolžne objekte v glavnem predstavljajo utrditve brežin in nasipi. Gradijo se vzdolž smeri toka in so namenjeni zaščiti pred erozijo ter zaustavljanju visokih voda. Prečni objekti so postavljeni prečno glede na smer toka in so namenjeni zaustavljanju vodnih tokov (tudi podzemnih); to so lahko objekti, namenjeni vplivanju na naraven proces zasipavanja, lahko pa so tudi nasipi, s katerimi je bil rokav odrezan od glavnega korita. V primeru Mure so vzdolžni in prečni objekti zgrajeni iz kamnometa, zasipa in pilotov in so utrjeni s fašinskimi tonjačami.



Slika 2: Izsek območja 1; DOF iz leta 1954 in vodnogospodarski kataster

Fig. 2: Section of Area 1; DOF from 1954 and water management cadastre

Glavno in stranska korita smo analizirali na dveh območjih za tri obdobja (1824/1860, 1954 in 2006). Rokave in mrtvice smo razbirali ročno iz ortofoto posnetkov glede na vidno vodno površino in jasno določljive meje vegetacije. Vsa korita, ki so imela vsaj na eni strani površinski dotok vode, so se štela kot rokavi. Dolžine korit smo zaradi različnih velikost



Slika 3: Območje 1 v treh časovnih prerezi: Franciscejski kataster iz leta 1824 oz. 1860 (zgoraj), ortofoto posnetek iz leta 1954 (na sredini) in DOF iz leta 2006 (spodaj)

Fig. 3: Area 1 in three temporal profiles: Franciscan cadastre from 1824 and 1860 (top), orthophoto from 1954 (middle), and DOF from 2006 (bottom)

območij analize primerjali prek deležev, ki smo jih izračunali z dolžino posameznega območja kot količnikom.

Za določanje stopnje meandriranja smo merili sinusoidnost, ki izraža razmerje med dolžino korita (merjeno vzdolž osi korita) in dolžino doline (merjeno vzdolž osi doline, kar v primeru Mure pomeni zračno razdaljo) med začetno in končno točko posamezne oblike. Sinusoidnost obsega vrednosti od 1 za popolnoma ravna korita do okrog 3 za zelo krivuljaste vodotoke. Meandrirajoče struge navadno označuje sinusoidnost zavojev, ki je večja od 1,5, kar pa je umetno postavljena točka (Charlton 2008).

Širine smo analizirali le na glavnem koritu, saj so stranska korita, se pravi rokavi in mrtvice, preveč prekriti s krošnjami, da bi bile meritve z ortofoto posnetkov mogoče. Širino smo merili na 500 m tekoče dolžine korita, dodatno pa smo izmerili še posamezne lokacije, ki so že na pogled bodle v oči s svojo majhno ali veliko širino. Korito smo merili med bregovi, s čimer smo v širino vključili tudi prodišča.

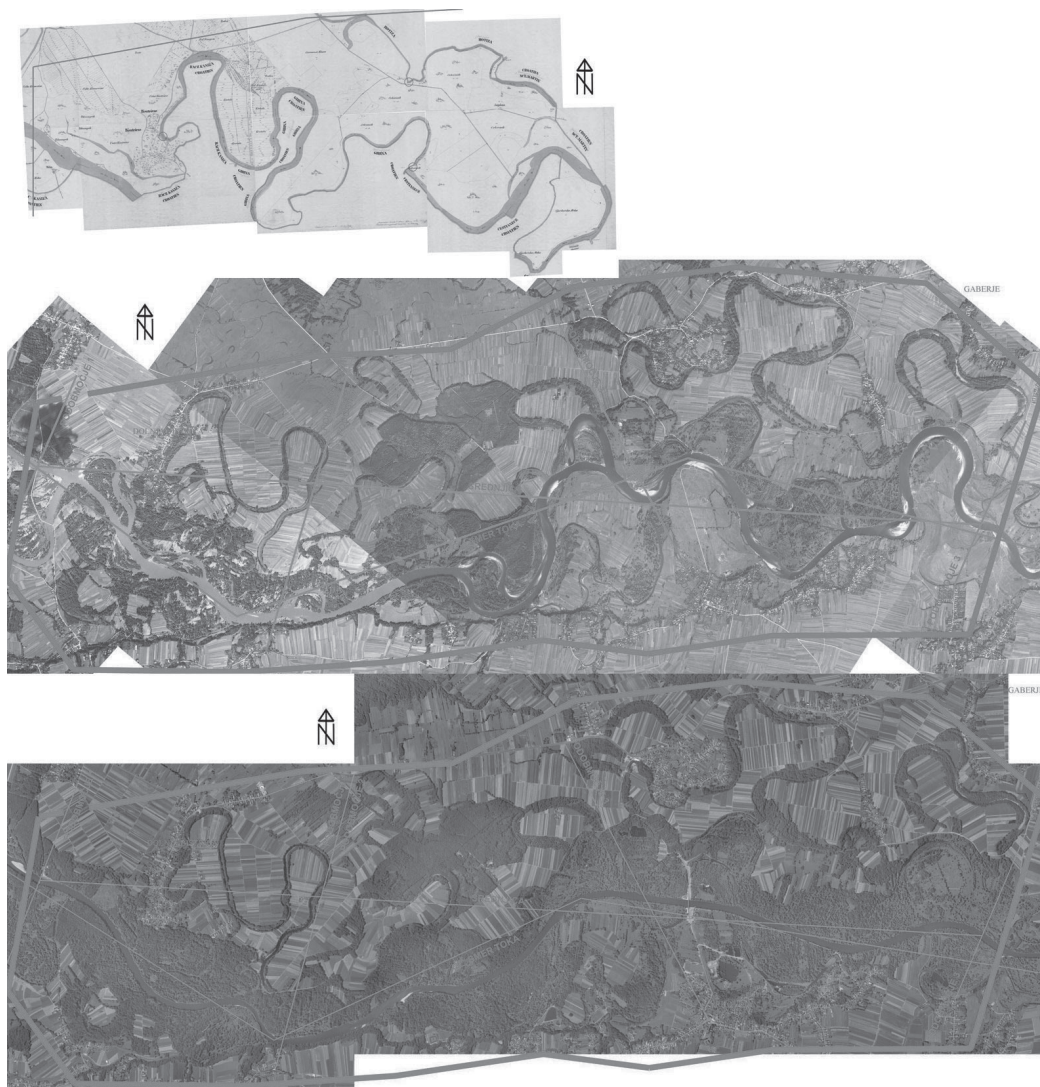
Analizo prodišč smo opravili le na glavnem koritu. Analizirali smo število in velikost prodišč.

3. REZULTATI IN DISKUSIJA

Na slikah 3 in 4 sta prikazani analizirani območji v različnih časovnih obdobjih. Na prvi pogled so razvidne v uvodu opisane razlike, podrobnejša primerjava pa razkrije, da je reka na območju 1 v 52 letih med letoma 1954 in 2006 ohranila enako dolžino (7,4 km) in potek struge (odmik od srednjice se ni spremenil). Primer tega je prikazan na sliki 5. Tudi meandri in rokavi so na videz ostali enaki, je pa ob reki v letu 2006 videti manj sipinskih zapisov, več gozda in več urbanega prostora. Nasprotno se je na območju 2 ohranila le generalna smer toka, v samem poteku glavnega korita pa je prišlo do večjih sprememb; ena izmed njih je prikazana na sliki 6. Jasno je videti, da je imela Mura leta 1954 bolj očiten značaj prepletene meandrirajoče reke, kot ga ima v letu 2006. Dolžina glavnega korita se je s 14,7 km skrajšala na 11,1 km (25-odstotno zmanjšanje), številni meandri na glavnem in stranskih koritih so izginili, prav tako rokavi in mrtvice.

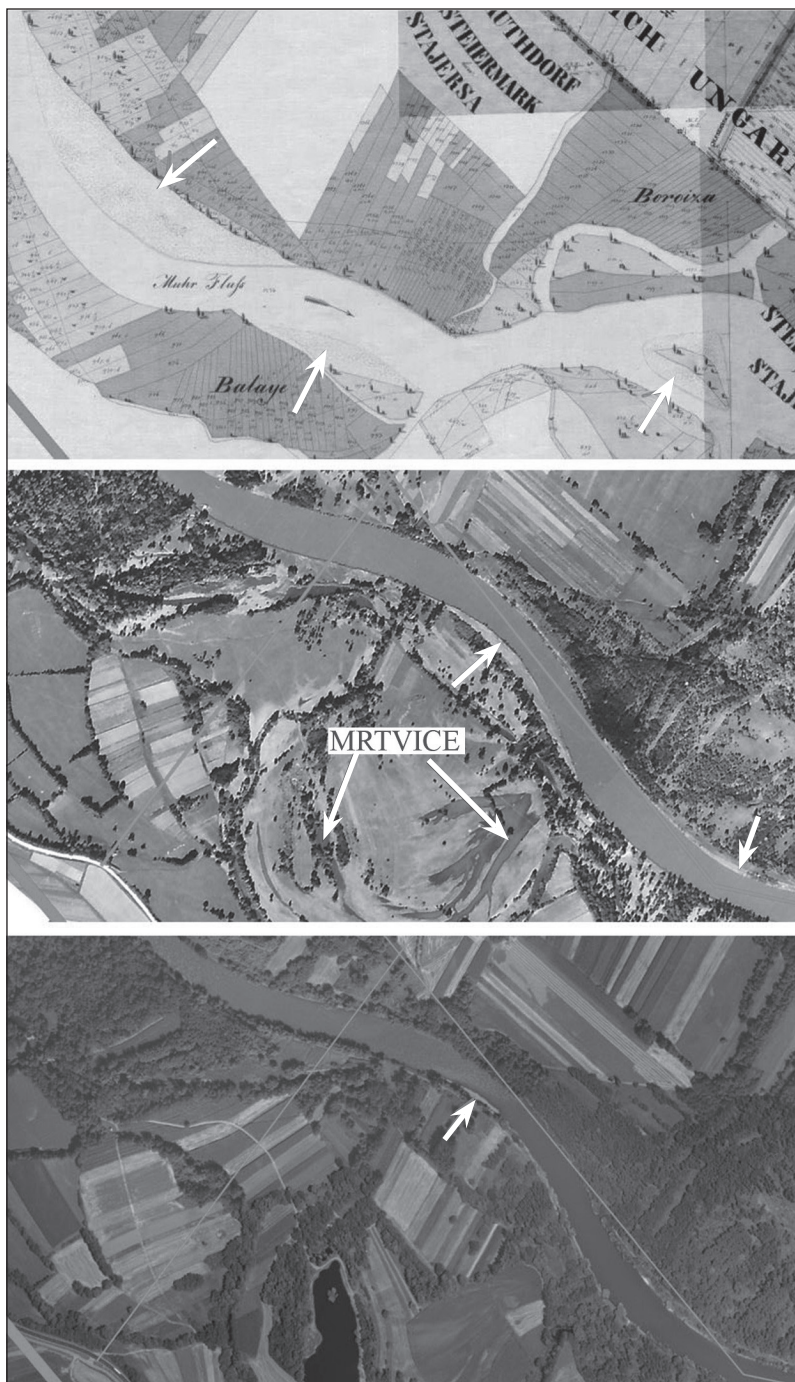
Iz slike 3, ki prikazuje območje 1, je na zgornjem delu razvidna razvejenost rečnega sistema. Korita se med sabo prepletajo, težko je določiti glavno korito, videti je številna prodišča, za katera se pogosto zastavlja vprašanje, ali jih lahko opredelimo kar kot otoke. Pomembno je tudi to, da se korita reke na robovih posameznih katastrofov ne ujemajo.

Na območju 2 (slika 4 zgoraj) je na katastru glavno korito reke videti le na levi, zahodni strani slike. Prodišč, širin korita in drugih parametrov tako ni moč izmeriti, lahko pa opazujemo nekatere mrtvice in rokave.



Slika 4: Območje 2 v treh časovnih prerezih: Franciscejski kataster iz leta 1824 oz. 1860 (zgoraj), ortofoto posnetek iz leta 1954 (na sred) in DOF iz leta 2006 (spodaj)

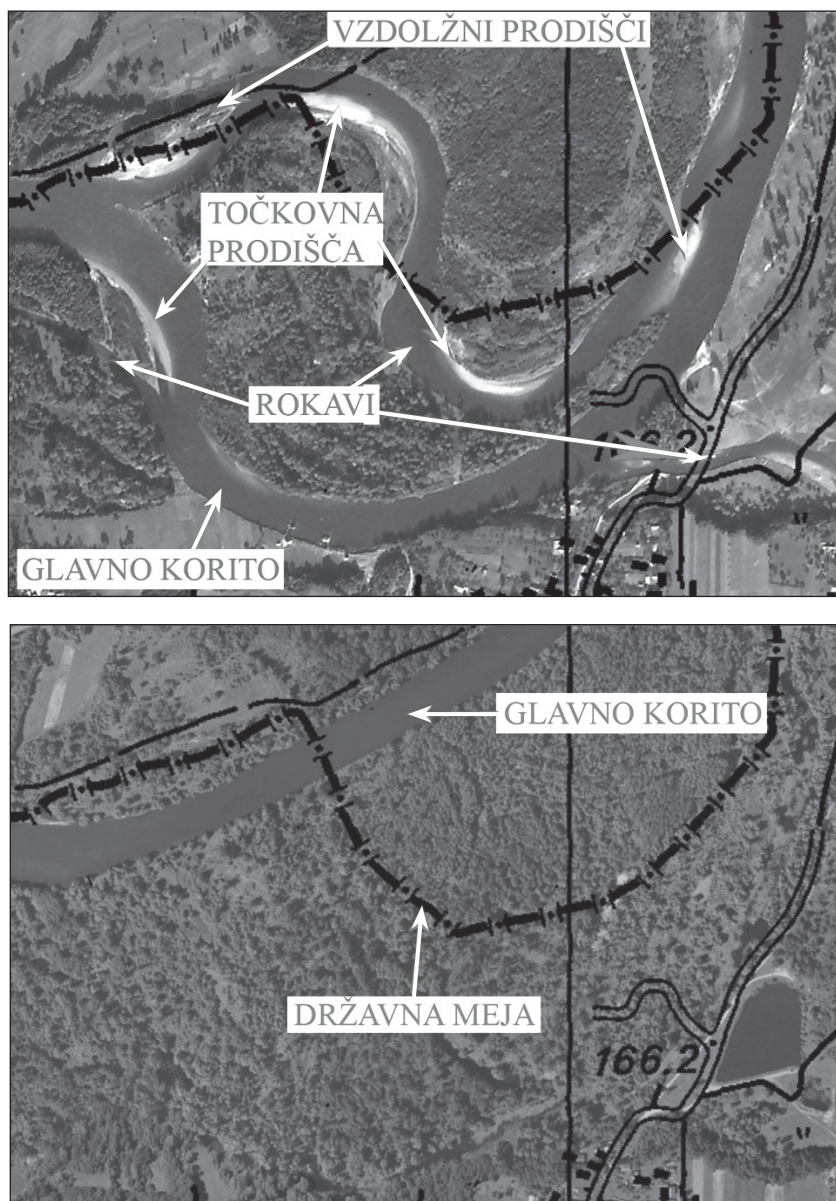
Fig. 4: Area 2 in three temporal profiles: Franciscan cadastre from 1824 and 1860 (top), orthophoto from 1954 (middle), and DOF from 2006 (bottom)



Slika 5: Prikaz dela območja 1 na Franciscejskem katastru (zgoraj), ortofoto posnetek iz leta 1954 (na sredini) in DOF iz leta 2006 (spodaj). S puščicami so označena prodišča.

Fig. 5: Presentation of a part of Area 1 on the Franciscan cadastre (top), orthophoto from 1954 (middle), and DOF from 2006 (bottom), with red arrows indicating the river's gravelbars

Analiza katastra vodnogospodarskih objektov je pokazala, da je bila na območju 1 večina objektov zgrajena med letoma 1907 in 1909 in da so bili le trije zgrajeni po letu 1954. Dejansko se je po letu 1929 graditev objektov močno upočasnila, od leta 1935 naprej pa so v veliko večji meri obnavljali stare objekte kot gradili nove, saj se je takrat rečni sistem omejil na človeku ustrezen nivo.



Slika 6: Ortofoto posnetek območja 2 iz leta 1954 (zgoraj) in DOF iz leta 2006 (spodaj)

Fig. 6: Orthophoto of Area 2 from 1954 (top) and DOF from 2006 (bottom)

Na območju 2 je bilo v obdobju, ki ga zajema kataster, opravljenih manj del, hkrati pa Mura na tem območju teče tudi po Hrvaškem ozemlju. Podatki iz razpoložljivih katastrov vodnogospodarskih objektov pričajo, da je bila reka manj regulirala in da so bili objekti zgrajeni kasneje kot na območju 1.

Tabela 1: Rezultati merjenja dolžin glavnega in stranskih korit ter rokavov in mrtvic

Table 1: Results of measuring the lengths of main and side river channels and oxbows

	Območje 1		Območje 2	
	1954	2006	1954	2006
Dolžina glavnega korita	7,4 km	7,4 km	14,7 km	11,1 km
Skupna dolžina rokavov	5,4 km	3,7 km	20,5 km	7,4 km
Delež rokavov	0,79	0,54	2,11	0,76
Skupna dolžina mrtvic	2,8 km	1,1 km	20,1 km	16,1 km
Delež mrtvic	0,41	0,16	2,07	1,66

V tabeli 1 je prikazan obseg sprememb dolžine glavnega korita, rokavov in mrtvic na obeh območjih. Poleg dolžin so izračunani tudi deleži posameznih tipov korit za opazovanje sprememb v razvejenosti struge. Franciscejski kataster žal ne pokriva dovolj ozemlja, da bi lahko napravili analizo za tisto obdobje, poleg tega so moteči tudi preskoki v poteku korit med posameznimi listi katastra. Zaradi zgornjih razlogov nismo izračunali stopenj meandriranja na območju 2 za 19. stoletje, katerega rezultati so prikazani v tabeli 3; na območju 1 je v letu 1954 izpolnjevalo pogoje za račun 5 rokavov in 3 mrtvice, leta 2006 pa le še 2 rokava in 1 mrtvica. Na območju 2 je bilo takšnih oblik več; 12 rokavov in prav toliko mrtvic v letu 1954, 52 let kasneje pa 10 oziroma 6.

Tabela 2: Povprečje rezultatov merjenja širin glavnega korita

Table 2: Average results of measuring the main channel widths

	Območje 1			Območje 2		
	19.st.	1954	2006	19.st.	1954	2006
Povprečna širina gl. korita	203 m	71,2 m	63,1 m	-	96 m	80,6 m
Standardni odklon širin gl. korita	53 m	5,0 m	4 m	-	20,9 m	11,7 m

Rezultati merjenja širine glavnega korita so prikazani v tabeli 2. Meritve širine glavnega korita na območju 1 iz Franciscejskega katastra se močno razlikujejo od meritev iz drugih obdobj. Samo povprečna širina gl. korita je trikrat večja, največja širina, ki znaša 311 metrov, pa je skoraj štirikrat večja od največje širine, ki znaša 81 metrov in jo je najti na posnetkih iz leta 1954. To priča o veliki pestrosti z vidika širine korita, kar potrjuje tudi standardni odklon. Pozornost zbujačo širino na ortofoto posnetkih je bilo moč najti le na eni lokaciji, to je na posnetkih iz leta 1954 območja 2, ko je glavno korito presegalo širino 190 m.

Na območju 2 so v letu 1954 še obstajale velike razlike med širinami glavnega korita, ki pa so do leta 2006 izginile. Povprečna izmerjena širina se je zmanjšala za 15,6 metra, kar pomeni 16 odstotkov. Na območju 1 se je povprečna širina zmanjšala za 11 odstotkov, kar potrjuje domnevo o povezanosti stopenj degradacije obeh območij. Enako je s standardnim odklonom, ki ponazarja raznolikost v širini struge; čeprav so na območju 1 prečni profili zelo uniformirani in je s tem pestrost majhna, se je standardni odklon še zmanjšal za 20 odstotkov, na območju 2 pa kar za 43 odstotkov. Največja izmerjena sprememba pa se je zgodila pred letom 1954, ko je na območju 1 prišlo do 65-odstotnega zmanjšanja v povprečni širini, standardni odklon pa se je zmanjšal za kar 91 odstotkov. Ob upoštevanju letnic vodnogospodarskih ukrepov sklepamo, da je bila prva posledica vodarskih posegov uniformiranje najširših in najožjih delov reke, oženje korit pa je potekalo počasneje. Upoštevajoč druge rezultate lahko to prenesemo na celotno reko in postavimo tezo, da so na reki najhitreje prizadete lokacije, ki se izrazito razlikujejo od povprečnih vrednosti glede na parametre. Najhitreje so prizadete izjemne oblike (glede na njihove lastne parametre: največja prodišča, meandri z največjo stopnjo meandriranja, najširši deli korit ipd.). Rezultati meritev kažejo v prid tej tezi, še posebno, če povežemo obe območji s predpostavko, da drugo območje sledi prvemu v procesu degradacije. Vendar bi za trden zaključek potrebovali več meritev iz različnih obdobjih.

Tabela 3: Povprečje rezultatov merjenja stopenj meandriranja

Table 3: Average results of measuring meandering grades

	Območje 1		Območje 2	
	1954	2006	1954	2006
Stopnja meandriranja gl. korita	1,1	1,1	1,52	1,14
Stopnja meandriranja rokavov	1,12	1,19	1,52	1,24
Stopnja meandriranja mrtvic	1,53	1,2	2,18	1,73

Pri pregledu posameznih območij na slikah 3 in 4 v letu 2006 ni videti mrtvic, ki bi morale nastati iz rokavov, ki so vidni na ortofoto posnetkih iz leta 1954. To je še posebej očitno na območju 1. Upošteva se ostale rezultate in tudi podatke iz katastra vodnogospodarskih objektov smo zaključili, da rokavi niso več nastajali, ker je glavno korito stabilizirano in »fiksirano«, so pa še prehajali v mrtvice, tako da se števila in dolžine le-teh niso tako zmanjšale.

Zanimive so tudi oblike, vidne na sliki 4; v vseh treh časovnih prerezihih so na istih mestih vidni enaki rečni okljuki. Razlika je le v tem, da je v 19. stoletju šlo morda v vseh primerih za rokave, v letu 1954 so nekatere oblike rokavi, nekatere pa mrtvice, leta 2006 pa so vse oblike mrtvice. Predvidevamo, da so se oblike ohranile zaradi teritorialne meje, ki je že v 19. stoletju sledila trasam teh korit, vendar se zastavlja vprašanje, ali so se ohranile zaradi neposeganja vanje ali pa so bile morda načrtno ohranjene.

Zanimiva je opredelitev Mure na podlagi stopnje meandriranja: če predpostavimo, da je 1,5 meja, ki deli meandrirajoče reke od nemeandrirajočih (kot je bilo razloženo v *metodah dela*),

potem glede na rezultate v tabeli 3 Mura danes zaradi vodarskih ukrepov ni več meandrirajoča reka, temveč je njeno novo stanje treba opredeliti.

Tabela 4: Rezultati meritev in štetja prodišč

Table 4: Results of gravelbars measuring and numbering

	Območje 1			Območje 2		
	19.st.	1954	2006	19.st.	1954	2006
Št. točkovnih prodišč	6	5	5	-	11	4
Št. drugih prodišč	7	0	1	-	8	2
Največja velikost točkovnih prodišč	615 x 112 m	300 x 35m	150 x 10 m	-	400 x 90 m	130 x 12 m

Spremembe v številu in velikostih prodišč lahko vidimo v tabeli 4. Na območju 1 spremembe niso očitne. Število prodišč se je celo povečalo, vendar bi bilo sklepanje, da je to posledica ukrepov renaturalizacije, prenačljeno. Bolj smotrno je razlog iskati v spreminjajoči se višini vodne gladine in v kvaliteti ortofoto posnetkov, s katerih včasih ne moremo ločiti prodišč od brežin in prodnih nanosov ob reki. Omeniti moramo tudi, da se na Muri, ki je degradirana, točkovna prodišča pojavljajo le na notranji strani zavojev. Ker pa je na območju 2 prišlo do krajšanja dolžine glavnega korita, se je zmanjšalo tudi število zavojev in posledično število prodišč. Na območju 1 ni prišlo do sprememb v številu zavojev in tako tudi ni opaziti številčnih sprememb pri prodiščih. Da bi bili prepričani, da siromašenje resnično poteka, moramo upoštevati velikosti prodišč, kjer pa ni dvoma in se to tudi lepo vidi na sliki 5.

Videti je, da je na območju 2 manjšanje parametrov prodišč izrazitejše, kar priča o nivoju vpliva vodarskih ukrepov na reko. Spremembe na tem območju med letoma 1954 in 2006 so podobnega velikostnega razreda kot spremembe na območju 1, ki so se zgodile ob koncu 19. in v začetku 20. stoletja. Tudi spremembe parametrov v drugih tabelah kažejo enak trend, poleg tega pa je iz katastra vodnogospodarskih objektov razvidno, da se je območje 1 urejalo prej kot območje 2. Upoštevati moramo tudi vpliv hidroelektrarn v Avstriji, ki zaustavljajo donos proda v slovenski del Mure, zaradi česar reka, ki ji manjka plavin, pogloblja dno (erodiranje brežin je omejeno zaradi utrditev brežin). Ta problem se je najhitreje pokazal gorvodno, kjer je plavin najhitreje zmanjkalo. Zaključimo lahko, da se degradacija »premika« dolvodno, ali pa, povedano drugače, da na območju 1 vidimo stanje, v kakršnem bo sčasoma območje 2, vendar pod pogojem, da se bodo vodarski ukrepi nadaljevali v enakem obsegu in da gorvodno ne bo prišlo do večjih sprememb.

V letu 1954 in 2006 so vsa točkovna prodišča ležala na notranji strani zavojev in so bila tudi že precej zaraščena, kar pomeni, da se niso premikala, kar ni naravno. Na sliki 5 je tudi prikazano manjšanje prodišč; slednja so označena z belimi puščicami.

4. ZAKLJUČEK

Izbira časovnih obdobij za izdelavo analize je bila odvisna od kartografskega materiala; teren se snema in karte se izdelujejo takrat, ko je predhodni material zastarel. Na območju 2 smo z ortofoto posnetki ujeli ravno vmesno obdobje, saj je bila večina vodnogospodarskih posegov opravljena po letu 1954, na območju 1 pa smo že na ortofotu iz leta 1954 lahko v večji meri opazovali posledice, medtem ko smo se morali za opazovanje dogajanja opreti na Franciscejski kataster.

Vodarski ukrepi so Muro omejili do te mere, da se je število (oziroma kvaliteta geomorfoloških oblik) bistveno zmanjšalo. Na slovenskem delu reke Mure se degradacija dolvodno veča.

Proces izginjanja oblik se ne bo ustavil, hkrati pa ni mogoče nastajanje novih oblik. Objekti, s katerimi so omejili naravne procese preoblikovanja na reki, imajo življenjsko dobo 100 let. Čeprav jih je veliko že dotrajanih, bodo še dolgo omejevali potek naravnih procesov, tako da ni pričakovati nastajanja novih oblik.

Če želimo degradacijo ustaviti in obrniti, moramo omogočiti potekanje naravnih procesov, kar pa utegne biti težavno: procesi zahtevajo prostor, reka pa se je omejevala zaradi človekovih dejavnosti. Najti rešitve, ki bodo ustrezale obema platema, bo vsekakor izziv za prihodnje planiranje, pri čemer pa že imamo dobro izhodišče v projektu Biomura, ki je namenjen izboljšanju ekoloških razmer za pomembne rečne habitate in izbrane živalske vrste (Globevnik 2009).

Ključna procesa, erozija in odlaganje, sta omejena, saj so brežine utrjene, kar skupaj s pregradami hidroelektrarn na Muri v Avstriji, ki zaustavljajo premeščanje plavin, vodi v primanjkljaj sedimentov v reki. Mura zaradi tega erodira rečno dno, saj se le tam lahko realizira presežna energija. Z erozijo se korito pogloblja in oži, vodna gladina pa niža, kar problem s področja bio in geodiverzitete razširi na nižanje nivoja podtalnice in s tem na širši prostor ob reki. Tudi izhodišče za reševanje tega problema že obstaja, in sicer v projektu širitve reke Mure v Gosdorfu v Avstriji, kjer so na novo skopali 1500 m dolg rokav in reki prepustili brežine, da jih erodira. Predvidevajo, da se bo v prihodnjih letih v Muro sprostilo do 36.000 m³ plavin letno.

Vodnogospodarski posegi so se na Muri opravljali v skladu s takratnimi cilji. Današnji principi urejanja obravnavajo okolje bolj celostno, kot so ga še včeraj. A tudi širši pogled ne rešuje težav tako, kot si želimo, saj sprememba zornega kota le prestavi urejanje iz ozkega poseganja v posamezen rečni zavoj na obravnavo daljšega rečnega koridorja, s čimer na višji nivo prestavi tudi težave. Reke so tako večkrat odnesle rečne ureditve, za katere so menili, da so sonaravna ali renaturalizacijska dela, saj danes ni več problem erozija na določenem rečnem okljuku, ampak poglobljanje rečnega dna na 30 km dolgem odseku. Sodobno urejanje pri poseganju v določeno obliko zajema tudi njeno umestitev v prostoru in medsebojne vplive. V teoriji in praksi, se pravi v zakonodaji in med urejevalci okolja, manjka zavedanja o dinamiki reke, ki ni zgolj združba oblik, temveč v prvi vrsti splet procesov. Zavedati se moramo, da je

izginevanje oblik naraven proces in da arhiviranje neke oblike ni mogoče; če želimo, da nastane meander, moramo reki dati možnost, da ga ustvari.

Geomorfološke oblike se še vedno najpogosteje varujejo kot habitat. V družbi še ni dovolj zavedanja, da procesi v prvi vrsti potrebujejo *prostor*. Oblike so nastale tako, da so se na širšem območju delovanja teh procesov sčasoma oblikovale ustrezne lokalne razmere za njihov nastanek. Prostor pa je nekaj, česar danes družba ni pripravljena deliti z naravo. Najti se mora nov pristop k inženirstvu, saj se vodarski ukrepi ne izvajajo več le zaradi ekonomičnosti posamezne dejavnosti, temveč zaradi celostnega reševanja težav in zaradi novega načina gledanja na okolje.

5. SUMMARY

One of the consequences of man's desire to make the environment »predictable« is the principle of managing the environment that changes through time. The acquaintance with the significance of changes taking place in nature is followed by the following conclusions: that artificial changes usually interrupt the natural processes, that solutions are generally short-term, and that even the new appearance is often not appreciated by people at all. The paper analyses the consequences of the water management's activities from the aspect of morphological forms in the Slovenian part of the Mura River and tries to ascertain what measures would be necessary to stop the ongoing degradation.

The Mura is a meandering river, the conservation status of which diminishes quickly upstream in the part where it flows through Slovenia. While its appearance on the border with Croatia is fairly natural, the river appears to be totally degraded no more than 50 km away. The paper evaluates this degradation on the basis of the changes in the diversity of the following geomorphological forms as far as their numbers and sizes are concerned: the main channel, branches, oxbows and gravelbars, where the numbers and sizes of forms, the grade of meandering and connectedness of the branches with the main channel were measured. For the analysis of changes taking place through time, two sections of the river were analysed for the following years: 1824 and 1860 on the basis of Franciscan cadastre, the year 1954 on the basis of analogous DOF, and the year 2006 on the basis of digital DOF. Section 1, which covers 15 km², is situated between Radenci and Vučja vas upstream from Area 2 and is more degraded than the latter. Section 2, which covers 30 km², is located between Srednja Bistrica and Gaberje. For conclusions on the impacts of the carried out water management activities, the time of changes was compared with the years when the water management activities were implemented. The latter data were obtained from the cadastre of water management facilities, in which all facilities built on the Mura till 1992 are listed.

The paper ascertains that the water management activities at Section 1 were implemented some 50 years before those at Section 2, that the degradation was taking place in line with

logarithm function since the water management facilities were built, that Section 1 is more degraded than Section 2, and that the course of degradation in Area 2 is equal to the course of degradation in Area 1. It is assessed that the process of degradation of geomorphological forms will not stop and that origin of new forms is thwarted.

It can be concluded that through water management activities the forms are becoming uniform, with the forms on the river that are particularly distinct as far as their size is concerned changing first. We may also conclude that in Slovenia the Mura is no longer a meandering river from the aspect of geomorphological parameters. To stop the degradation process, free natural processes should be enabled, a part of them also being the disappearance of forms. In a long run, the artificial preservation of forms does not yield desired results. If we wish to have a meander, we have to give the river a chance to create it.

6. VIRI

1. Biomura. Dostopno na: <http://www.biomura.si/slo/default.aspx> [24. 9. 2011]
2. Charlton, R. (2008): *Fundamentals of fluvial geomorphology*. Routledge. New York. 234 str.
3. Globevnik, L. (2009): Celosten pogled na vode porečja Mure in upravljanja z njimi. V: Kikec, T. (ur.): *Pomurje: Geografski pogledi na pokrajino ob Muri*. Zveza geografov Slovenije in Društvo geografov Pomurja. Murska Sobota. 263 str.
4. Gray, M. (2004): *Geodiversity: Valuing and conserving abiotic nature*. John Wiley & Sons. West Sussex, England. 434 str.
5. Mikoš, M. (2000): *Urejanje vodotokov – skripta – verzija 01.2000*. Dostopno na: ftp://ksh.fgg.uni-lj.si/students/urejanje_vodotokov/urejanje_vodotokov_skripta.pdf [29. 6. 2010]
6. Ogrin, D. (1996): Dileme v načrtovanju za varstvo narave: primer reke Mure. V: Ogrin, D. (ur.): *Varstvo narave zunaj zavarovanih območij: zbornik mednarodne konference*. Ministrstvo za okolje in prostor, Urad RS za prostorsko planiranje in Biotehniška fakulteta, Inštitut za krajinsko arhitekturo. Ljubljana. Str. 203 – 224
7. Palmer, M. (2008): River restoration as a collaboration with nature. V: *Precedings of International Conference on River Restoration: IVth ECRR International Conference on River Restoration*. Centro Italiano per la Riquilificazione Fluviale, Costabissara. Str. 27-35
8. Skoberne, P., S. Peterlin (1991): *Inventar najpomembnejše naravne dediščine Slovenije: del 1: vzhodna Slovenija*. Zavod Republike Slovenije za varstvo naravne in kulturne dediščine. Ljubljana. 606 str.
9. Vodnogospodarski biro Maribor (1992): *Kataster vodnogospodarskih objektov in naprav v splošni in posebni rabi – Notranja Mura I in II*. Vodnogospodarski biro Maribor. Maribor. 231 str.