



**UNIVERZITET U NOVOM SADU  
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
DEPARTMAN ZA GEOGRAFIJU, TURIZAM I  
HOTELIJERSTVO**



**Mr Dragoslav Pavić**

**POTAMOLOŠKE KARAKTERISTIKE TISE U SRBIJI  
I PREDISPOZICIJE ZA RAZVOJ  
NAUTIČKOG TURIZMA**

**-doktorska disertacija-**

**Novi Sad, 2006.**

# SADRŽAJ

<b>PREDGOVOR</b> .....	1
<b>UVOD</b> .....	2
<b>PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA</b> .....	4
<b>MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA</b> .....	7
<b>POLOŽAJ, GRANICE I VELIČINA ISTRAŽIVANOG PODRUČJA</b> .....	9
<b>GEOGRAFSKE KOORDINATE</b> .....	12
<b>GEOGRAFSKI POLOŽAJ</b> .....	12
<b>RAZVOĐE SLIVA TISE U SRBIJI I NJEGOVE ODLIKE</b> .....	13
Desno razvođe Tise u Srbiji .....	14
Levo razvođe Tise u Srbiji .....	16
<b>UKUPNA DUŽINA VODODELNICE</b> .....	17
<b>POVRŠINA SLIVA TISE U SRBIJI</b> .....	17
<b>PROSEČNA ŠIRINA SLIVA TISE U SRBIJI</b> .....	18
<b>FIZIČKOGEOGRAFSKE KARAKTERISTIKE ISTRAŽIVANOG PODRUČJA</b> .....	19
<b>GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE</b> .....	19
<b>GEOLOŠKA PROŠLOST</b> .....	19
<b>GEOLOŠKA GRAĐA</b> .....	20
<b>UTICAJ GEOLOŠKIH KARAKTERISTIKA NA FORMIRANJE HIDROLOŠKIH PRILIKA ISTRAŽIVANOG PODRUČJA</b> .....	23
<b>GEOMORFOLOŠKE KARAKTERISTIKE</b> .....	25
<b>POSTANAK DOLINE TISE</b> .....	25
<b>RELJEF</b> .....	27
Subotička peščara .....	29
Srednja bačka lesna zaravan .....	31
Titelski breg .....	34
Tamiška lesna zaravan .....	38
Lesna terasa .....	39
Istočna banatska depresija .....	46
Aluvijalna ravan .....	46
<i>Erozivni fluvijalni oblici</i> .....	49
<i>Akumulativni fluvijalni oblici</i> .....	53
<b>KLIMATSKE KARAKTERISTIKE</b> .....	58
<b>TEMPERATURA VAZDUHA</b> .....	60
<b>ATMOSFERSKE PADAVINE</b> .....	62
<b>VETAR</b> .....	64
<b>INSOLACIJA</b> .....	67
<b>PEDOLOŠKE KARAKTERISTIKE</b> .....	69
<b>PROSTORNA STRUKTURA PEDOLOŠKOG POKRIVAČA</b> .....	69
<b>UTICAJ ZEMLJIŠTA NA FORMIRANJE HIDROLOŠKIH PRILIKA</b> .....	75
<b>BILJNI POKRIVAČ</b> .....	78

GLAVNE KARAKTERISTIKE I RASPROSTRANJENJE.....	78
UTICAJ BILJNOG POKRIVAČA NA FORMIRANJE HIDROLOŠKIH PRILIKA.....	81
<b>REGULACIJA TISE I UREĐENJE VODA U SLIVU.....</b>	<b>83</b>
<b>ISTORIJAT REGULACIONIH RADOVA NA CELOKUPNOM TOKU TISE.....</b>	<b>83</b>
<b>OBIM I EFEKTI REGULACIONIH RADOVA NA TISI NA SRPSKOM SEKTORU TOKA.....</b>	<b>89</b>
PROSECI NA TISI NA SRPSKOM SEKTORU TOKA.....	89
REGULACIONE VODOGRAĐEVINE U OSNOVNOM KORITU .....	101
NASIPI KAO REGULACIONE VODOGRAĐEVINE VAN OSNOVNOG KORITA .....	105
BRANA KOD NOVOG BEČEJA.....	114
<b>UREĐENJE VODA U BAČKOJ I BANATU.....</b>	<b>118</b>
<b>HIDROSISTEM DUNAV-TISA-DUNAV.....</b>	<b>119</b>
Tehnički opis i princip rada .....	120
Zadaci i namena .....	125
PROBLEM RAZGRANIČENJA SLIVOVA U BAČKOJ I BANATU NAKON IZGRADNJE HS DTD .....	128
<b>OPŠTE HIDROLOŠKE KARAKTERISTIKE SLIVA TISE U SRBIJI.....</b>	<b>130</b>
<b>PODZEMNE VODE .....</b>	<b>130</b>
FREATSKA IZDAN .....	130
Rasprostranjenje i dubina .....	130
Režim i pravci oticanja .....	133
TERMOMINERALNE VODE .....	135
Termomineralne vode Bečeja.....	136
Termomineralne vode Kanjiže.....	137
<b>POVRŠINSKE VODE .....</b>	<b>139</b>
<b>GLAVNE KARAKTERISTIKE MANJIH VODOTOKA .....</b>	<b>140</b>
<b>JEZERA I BARE .....</b>	<b>151</b>
Fluvijalna jezera i bare .....	151
Eolska jezera i bare .....	166
Veštačka jezera i bare .....	172
<b>REKA TISA .....</b>	<b>174</b>
Opis toka .....	174
Uzdužni profil Tise .....	187
Širina i dubina Tise .....	189
<b>REŽIM REKE TISE U SRBIJI .....</b>	<b>219</b>
<b>FAKTORI REČNOG REŽIMA .....</b>	<b>220</b>
<b>REŽIM VODOSTAJA .....</b>	<b>225</b>
<b>REŽIM PROTICAJA .....</b>	<b>237</b>
<b>TERMIČKI REŽIM .....</b>	<b>243</b>
<b>REŽIM LEDA .....</b>	<b>246</b>
<b>IZVORI ZAGAĐENJA I KVALITET VODE REKE TISE .....</b>	<b>249</b>
<b>IZVORI ZAGAĐENJA .....</b>	<b>249</b>
<b>KVALITET VODE .....</b>	<b>252</b>

<b>PREDISPOZICIJE ZA RAZVOJ NAUTIČKOG TURIZMA NA TISI .....</b>	<b>259</b>
<b>REKE KAO TURISTIČKE VREDNOSTI.....</b>	<b>259</b>
<b>GLAVNE TEORIJSKE POSTAVKE O NAUTIČKOM TURIZMU....</b>	<b>261</b>
<b>PRIRODNE I ANTROPOGENE VREDNOSTI ZNAČAJNE ZA RAZVOJ NAUTIČKOG TURIZMA NA TISI.....</b>	<b>264</b>
<b>PRIRODNE VREDNOSTI ZNAČAJNE ZA RAZVOJ NAUTIČKOG TURIZMA NA TISI .....</b>	<b>265</b>
Opšte prirodne vrednosti .....	265
Plovni putevi i uslovi plovidbe.....	267
Zaštićena prirodna dobra Potisja u funkciji razvoja nautičkog turizma .....	276
<i>Specijalni rezervat prirode “Stari Begej - Carska bara” .....</i>	<i>279</i>
<i>Park prirode “Jegrička” .....</i>	<i>285</i>
<i>Specijalni rezervat prirode “Slano kopovo” .....</i>	<i>287</i>
<b>ANTROPOGENE VREDNOSTI ZNAČAJNE ZA RAZVOJ NAUTIČKOG TURIZMA NA TISI .....</b>	<b>291</b>
Kulturno-istorijske vrednosti Potisja .....	291
Manifestacije u Potisju kao deo turističke ponude .....	300
<b>MATERIJALNA BAZA RAZVOJA NAUTIČKOG TURIZMA .....</b>	<b>302</b>
<b>ZAKLJUČAK .....</b>	<b>306</b>
<b>LITERATURA I IZVORI PODATAKA .....</b>	<b>307</b>



## PREDGOVOR

Još u toku nautičko-ekološke ekspedicije realizovane na Tisi leta 2002. godine, počeli su se rađati obrisi jednog izuzetno ozbiljnog poduhvata kakav je izrada doktorske disertacije. Tih pet dana plovidbe vojvođanskim delom toka probudili su u meni neke nove emocije i želje. Imao sam potrebu da se na neki način odužim Tisi, koja zaista predstavlja pravo bogatstvo kojeg većina nije svesna. Samo ribari i Tisini mornari znaju koliko ta reka može da pruži. Ona je predmet interesovanja naučnika, inženjera, nautičara, turista... Upravo ono što sam potajno želeo krajem 2002. podržali su profesori dr Pavle Tomić i dr Živan Bogdanović koji su mi predložili da za temu doktorske disertacije obradim tok Tise u našoj zemlji sa potamološkog, ali i sa aspekta njenog značaja i uloge u razvoju nautičkog turizma.

Dve godine kasnije, u leto 2004, usledila je nova, daleko duža plovidba koja mi je pružila mogućnost nadogradnje onoga što je već urađeno. Petnaestodnevna plovidba od ušća pa sve do grada Tokaja u Mađarskoj, koji se nalazi na km 543, predstavlja iskustvo od neprocenjive vrednosti. Osim plovidbe koja je sama po sebi veliki doživljaj, tokom ekspedicije mogao sam se još jednom uveriti u sve lepote i čudi Tise, videti većinu onih vekovima izvođenih ljudskih zahvata na reci, ali i porediti kakav je naš, a kakav odnos severnih suseda prema Tisi kao velikom prirodnom i turističkom resursu.

Ovom prilikom želim se zahvaliti svima koji su imali razumevanja za ono što sam želeo postići i dostići. Na samom početku, zahvaljujem se inž. Milanu Kneževu, Predsedniku *Međuopštinske komisije za praćenje stanja reke Tise*, na neizmornoj pomoći pruženoj tokom terenskih istraživanja. Takođe, veliku zahvalnost dugujem i dipl. ing. Ratku Bajčetiću iz JVP *Vode Vojvodine*, kao i kolegi dr Vladimiru Stojanoviću na pruženoj stručnoj pomoći tokom izrade disertacije. Zahvaljujem se i članovima komisije za ocenu podobnosti teme, dr Ljiljani Gavrilović, dr Pavlu Tomiću, dr Jovanu Romeliću i dr Živanu Bogdanoviću, koji su mi ukazali poverenje i na taj način omogućili da nastavim tamo gde su stali veliki geografi dr Pavle Vujević i dr Branislav Bukurov. Veliku zahvalnost dugujem i svojoj porodici koja je sve vreme stajala uz mene i koja je imala razumevanja za moja duga odsustva. Na kraju, još jednom želim izraziti zahvalnost svom mentoru, dr Živanu Bogdanoviću, koji mi je iznedrio ljubav prema hidrologiji, ljubav prema reci, ljubav i naklonost prema Tisi! Da, i tebi se od srca zahvaljujem moj dobri prijatelju Miko što si mi do poslednjeg trenutka izrade disertacije bio velika podrška, tebi koji unatoč dobroj nameri verovatno nikada nećeš shvatiti koliko sam srećan što imam tu čast družiti se i sarađivati sa tobom!

## UVOD

Reka Tisa definitivno predstavlja jedan od onih vodotoka koji svojom dužinom, specifičnim načinom oticanja, zatim promenama koje je pretrpeo tokom prošlosti usled često vrlo agresivnog delovanja čoveka i svakako svojim neprocenjivim vodoprivrednim značajem, pobuđuje veliku pažnju istraživača različitih profila. Prostrano slivno područje ove reke koje zalazi na teritorije pet zemalja i razgranati hidrografski sistem razvijen u granicama sliva, Tisu svrstava u red najznačajnijih evropskim vodotoka. Ovaj značaj je u toliko veći što reka Tisa sa svojim hidrografskim sistemom, u odnosu na ostale pritoke, odvodnjava najveći deo prostranog Dunavskog basena. Uzimajući u obzir predhodno rečeno, kao i činjenicu da svojim donjim i ujedno najvodnijim delom toka protiče kroz našu zemlju, gde joj se konačno nalazi i ušće u Dunav, hidrološki i vodoprivredni značaj Tise, konkretno za Srbiju je izuzetno veliki. U skladu sa savremenim političkim i ekonomskim trendovima značaj Tise još više narasta od kada je ovaj vodotok dobio epitet “reka saradnje”.

U ovom radu **predmet** istraživanja predstavlja reka Tisa na sektoru toka kroz Srbiju sa pripadajućim slivnim područjem. Sam naziv rada ukazuje na njegov dvojak karakter. Naime, prvi i najveći deo može se okarakterisati kao potamološka studija reke Tise, dok se u drugom delu rada razmatra vodoprivredni značaj ove reke i priobalja kroz prizmu sagledavanja uslova za razvoj nautičkog turizma.

U skladu sa dvojakim karakterom studije i postavljeni **zadaci** mogu se podeliti u dve grupe. Naime, glavni zadaci u prvom delu rada su:

- utvrditi veličinu uticaja fizičkogeografskih (geološke, geomorfološke, klimatske, pedološke i fitogeografske karakteristike sliva Tise u Srbiji) i antropogenih (hidrotehnički zahvati, kako u slivu, tako i na samom vodotoku) činioaca na formiranje savremenih hidroloških prilika u slivu i naročito izmenu režima reke Tise u Srbiji;
- ukazati na glavne osobine režima Tise i kvalitet njene vode na sektoru toka u našoj zemlji;
- stvoriti čvrstu osnovu za buduća potamološka istraživanja Tise.

Drugi deo rada čini svojevrsnu nadgradnju prvom, a odnosi se na ocenu, prvenstveno hidroloških, tačnije plovidbenih, kao i drugih prirodnih, ali i antropogenih predispozicija za razvoj nautičkog turizma u srpskom Potisju. Sigurna rečna plovidba podrazumeva dobro poznavanje režima vodotoka, vladajućih klimatskih uslova u slivnom području, zatim uređenost obala, stanje i kapacitet postojećih prihvatnih objekata, kao i poznavanje realizovanih hidrotehničkih zahvata na reci. Osim sigurne plovidbe za razvoj nautičkog turizma neophodno je postojanje i različitih kulturnih i drugih antropogenih sadržaja u

priobalju reke kojima je takođe posvećena značajna pažnja. Dakle, u drugom delu rada glavni zadaci su:

- sagledati postojeće stanje nautičkog turizma na Tisi na delu toka kroz Srbiju;
- utvrditi glavne prirodne i antropogene predispozicije za razvoj nautičkog turizma na ovoj reci u našoj zemlji.

**Cilj** istraživanja je utvrđivanje savremenih hidroloških prilika u granicama istraživanog područja sa posebnim akcentom na sagledavanje osobina režima reke Tise. Takođe, važan cilj je i ukazivanje na prirodne i antropogene predispozicije za razvoj nautičkog turizma u srpskom Potisju.

## PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

Reka Tisa i njen sliv su do sada bili predmet obimnih istraživanja hidrologa, ali i drugih naučnika (geografa, biologa, hemičara, ekonomista, agronoma) svih potiskih zemalja, a naročito Mađarske i Srbije. Prva ozbiljna naučna ispitivanja Tise i njenih pritoka otpočinju tridesetih godina 19. veka, tačnije nakon katastrofalne poplave 1830. kada je na inicijativu krupnih feudalaca ponovo došlo na red pitanje regulacije reke<sup>1</sup> koja im je čestim izlivanjem nanosila velike štete. U veoma kratkom periodu, pre otpočinjanja regulacionih radova realizovanih tokom druge polovine 19. veka, izvršeno je snimanje korita Tise i njenih pritoka. Takođe, sve je više pažnje ondašnjih hidrologa zaokupljala i problematika vezana za vodni režim u prostranom Tisinom slivu. Od imena koja se vežu za tadašnje proučavanje Tise, u prvom redu za njenu regulaciju, prvenstveno treba pomenuti ugarskog inženjera Pala Vašarheljija, zatim italijanskog inženjera Pietra Paleokapu, direktora *Direkcije voda za Lombardiju i Veneciju*, kao i bečkog hidroiženjera Florijana Pašetija. Među brojnim austro-ugarskim teoretičarima 19. veka koji su se bavili proučavanjem reke Tise, značajnu pažnju izaziva i penzionisani generalštabni austrijski oficir Jovan Stefanović Vilovski, koji uz Antu Aleksića predstavlja jednog od pionira naše nauke o vodama. Mada je bio samouki hidrolog, objavio je više od sto radova i članaka iz ove naučne oblasti (najveći broj publikovan u bečkom *Danubius*-u, jedinom ondašnjem specijalizovanom austrijskom časopisu za rečni saobraćaj, regulisanje reka, izgradnju kanala i hidrologiju, pokrenutom 1886). Kada je u pitanju reka Tisa, Jovan S. Vilovski se prvenstveno bavio problematikom njenih velikih voda i posebno regulacijom predlažući rešenja, često sasvim oprečna oficijalnim po kojima su izvođeni radovi.

Sistematska istraživanja reke Tise i njenih pritoka nastavljaju se u 20. veku i to naročito tokom druge polovine, čemu su sigurno najveći doprinos dali instituti *Vituki* u Mađarskoj i *Jaroslav Černi* u Srbiji, kao i vodoprivredna preduzeća i univerziteti u pomenutim zemljama. Na početku pregleda najznačajnijih radova posvećenih reci Tisi, objavljenih tokom 20. veka od strane srpskih naučnika, svakako je važno pomenuti doktorsku disertaciju profesora Pavla Vujevića pod nazivom *Die Theiss, eine potamologische Studie* koja je objavljena davne 1906. godine u Lajpcigu. Budući da se radi o prvoj potamološkoj studiji kod nas, Pavle Vujević se smatra osnivačem naše potamologije. Problematikom vezanom za Tisu bavio se i veliki srpski i ujedno najveći vojvođanski geograf akademik Branislav Bukurov. Godine 1939. objavio je knjigu *Privreda i saobraćaj u našem Potisju*, a 1948. i svoju doktorsku disertaciju pod nazivom *Dolina Tise u Jugoslaviji*. Zatim sledi čitav niz radova urađenih od strane hidroiženjera sa

---

<sup>1</sup> U prvoj polovini 18. veka donet je nalog za izradu projekta regulacije Tise, ali se ništa konkretno po ovom pitanju nije uradilo sve do naredne inicijative pokrenute nakon više od sto godina.

Instituta za vodoprivredu Jaroslav Černi i Instituta za uređenje voda na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu, kao i radova geografa sa Prirodnog matematičkog fakulteta u Novom Sadu i Geografskog fakulteta u Beogradu. Ovom prilikom će biti pomenuti samo najvažniji. Godine 1974. objavljena su dva rada vezana za regulaciju i režim Tise, rad M. Drndarskog pod nazivom *Regulacioni radovi na reci Tisi* i rad M. Miloradova i V. Miloradov *Režim i uređenje reke Tise u Jugoslaviji*. Godinu dana kasnije K. Čahun objavljuje rad pod nazivom *Vodeni resursi i vodoprivredni planovi u slivu Tise*. Gordana Vujić-Stojanović se 1983. godine bavi problematikom uređenja korita Tise u radu *Dopunske hidrauličke analize uređenja korita Tise*. Svi pomenuti radovi objavljeni su u godišnjaku Pokrajinskog fonda voda pod nazivom *Vode Vojvodine*. Izuzetan značaj za upoznavanja karakteristika režima Tise nakon formiranja vodnih stepenica ima studija S. Varge i saradnika urađena 1990. godine pod nazivom *Studija uticaja brana Kiškere i Novi Bečej na vodni režim Tise na sektoru od Novog Bečaja do Čongrada*.

U novijem periodu problematikom vezanom za Tisu u Srbiji, na Prirodno-matematičkom fakultetu - Departmanu za geografiju, turizam i hotelijerstvo u Novom Sadu, pre svih su se bavili J. Petrović, D. Bugarski, Ž. Bogdanović i Lj. Miljković, a na Geografskom fakultetu u Beogradu D. Dukić i Lj. Gavrilović. Godine 1990. J. Petrović i Lj. Miljković objavljuju rad pod nazivom *Recentne promene na vodotoku Tise*, a četiri godine kasnije D. Bugarski razrađuje problematiku vezanu za režim Tise u radu *Promene režima Tise na sektoru uzvodno od brane kod Novog Bečaja do jugoslovensko-mađarske granice*. Postoji više radova vezanih za prikaz odsečenih meandara Tise. Jedan od takvih je i rad Ž. Bogdanovića, *Mrtvač - odsečeni meandar Tise kod Taraša*, objavljen 2000. godine. Isti autor se bavi i prikazom jednog veoma zanimljivog turističkog punkta kakav je onaj kod Mošorina i to u radu *Dukatar - geografsko-turistički prikaz*. Svi pomenuti radovi su objavljeni u Zborniku radova Prirodno-matematičkog fakulteta - Departmana za geografiju, turizam i hotelijerstvo, ranije Instituta za geografiju. Problemom poplava na Tisi bavi se Lj. Gavrilović u publikaciji *Poplave u SR Srbiji u XX veku - uzroci i posledice* objavljenoj 1981. u posebnom izdanju Srpskog geografskog društva. Ovom prilikom je svakako bitno pomenuti i rad D. Dukića, Lj. Gavrilović i V. Jovanović pod nazivom *Tisza - water resources and their use*, prezentovanom na Trećoj konferenciji *Danube - the river of cooperation* održanoj 1994. godine u Beogradu.

Na kraju ovog pregleda je važno naglasiti da postoji i više objavljenih radova i publikacija sa tematikom koja se bavi problemom izvora zagađenja Tise i kvalitetom njene vode. U ovu grupu spada i *Katastar zagađivača na slivu Tise* autora Bože Dalmacije objavljen od strane *Zavoda za zaštitu prirode Srbije*. Poslednja kompleksna istraživanja Tise, prvenstveno u našoj zemlji, sa posebnim akcentom stavljenim upravo na utvrđivanje kvaliteta vode, obavljena su tokom 2002, 2004. i 2005. godine od strane *Međupštinske komisije za praćenje stanja reke Tise*. Nakon ekspedicije realizovane 2002. godine objavljena je studija M. Vojinović-Miloradov i saradnika pod nazivom *Nautičko ekološko istraživanje - Tisa 2002* u kojoj su publikovani rezultati dobijeni na temelju kompleksnih hemijskih, bioloških i geografskih istraživanja Tise. Kao dodatak, u publikaciji je priložena i nautička karta Tise koja pokriva deo toka od ušća do km 640. Rezultati kompleksnih

istraživanja dobijeni u okviru ekspedicija realizovanih 2004. i 2005. godine biće publikovani u narednom periodu.

## MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA

Tokom izrade doktorske disertacije korišćen je raznovrstan materijal i sredstva počevši od različitih publikacija do uređaja visoke tehnologije:

- publikacije i naučni radovi vezani za dosadašnja potamološka, nautička i uopšte turizmološka istraživanja Tise na čitavom njenom toku, a posebno u delu toka kroz Srbiju;
- projekti i elaborati rađeni u cilju sprovođenja hidrotehničkih zahvata prosecanja meandara, odnosno skraćivanja toka Tise, kao i izgradnje brane kod Novog Bečeja na km 63;
- sonar tipa *Garmin Fishfinder 80* - uređaj za merenje dubine vode korišćen tokom merenja poprečnih profila Tisinog rečnog korita;
- GPS tipa *Magelan MAP 330* - univerzalni instrument korišćen za merenje dužine i širine Tisinog rečnog korita, kao i za određivanje tačnih koordinata karakterističnih tačaka (geografska širina, geografska dužina i nadmorska visina);
- pokretna mini laboratorija *Sekomam UV pastel* i jonoselektivne elektrode *WTW GmbH Aktiv Kft* korišćene za određivanje vrednosti parametara kvaliteta vode reke Tise;
- meteorološki godišnjaci Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije;
- hidrološki godišnjaci Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije;
- topografske karte razmera: 1:25.000; 1:50.000; 1:75.000; 1:100.000; 1:200.000;
- ostali podaci dobijeni na samom terenu.

Širok spektar postavljenih zadataka, često veoma složenih, zahtevao je primenu različitih metodoloških postupaka kao što su:

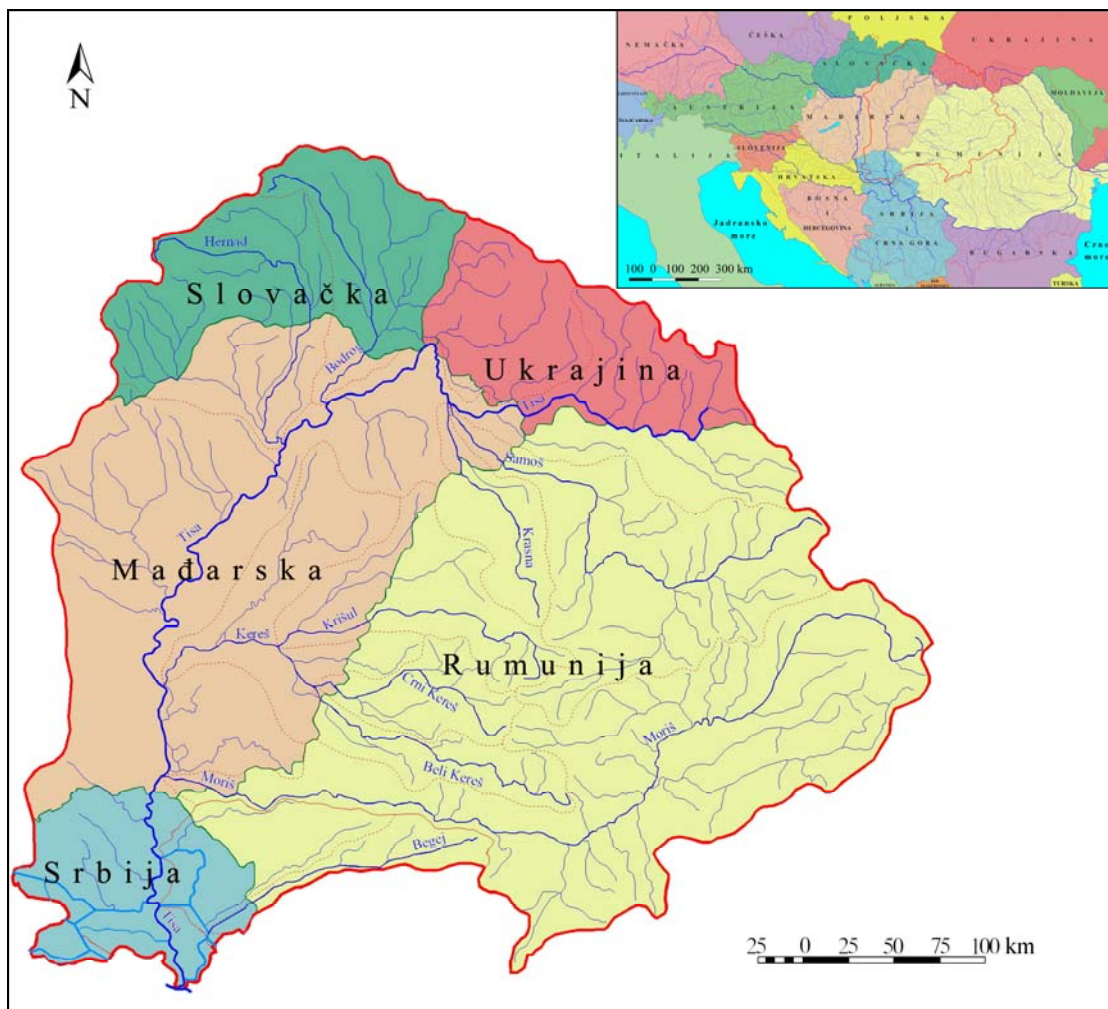
- morfometrijska merenja korita reke Tise, odnosno određivanje njegove širine i dubine (izrada većeg broja poprečnih profila osnovnog korita na karakterističnim mestima) pomoću sonara tipa *Garmin Fishfinder 80*, i GPS-a tipa *Magelan MAP 330*;
- statistička analiza različitih parametara kvaliteta vode reke Tise;
- standardna grafičko-statistička metoda za prikaz klimatskih prilika u slivu i karakteristika režima reke Tise u Srbiji;

- detaljno kartiranje istraživanog područja na osnovu terenskog rada i topografskih karata razmere 1:25.000;
- vrednovanje prirodnih i antropogenih resursa u srpskom Potisju za potrebe razvoja nautičkog turizma.



## POLOŽAJ, GRANICE I VELIČINA ISTRAŽIVANOG PODRUČJA

U uvodnom delu ovog poglavlja neophodno je reći nekoliko reči o *celokupnom slivu Tise*. Naime, slivno područje ove velike međunarodne reke Crnomorskog sliva zahvata delove centralne i istočne Evrope, tačnije nalazi se u granicama pet zemalja: Ukrajine, Rumunije, Slovačke, Mađarske i Srbije. Sa severa, severoistoka, istoka i jugoistoka sliv Tise je ograničen planinskim lukom Karpata, a sa zapadne strane niskim pobrđem koje predstavlja razvođe prema slivu Dunava. U opisanim granicama sliv ima izrazito lepezast oblik. Naime, prostrana površina ograničena rezvođem u svom najvećem delu ima veliku širinu koja se naglo smanjuje na krajnjem jugozapadu, oko donjeg toka Tise (*karta 1*).



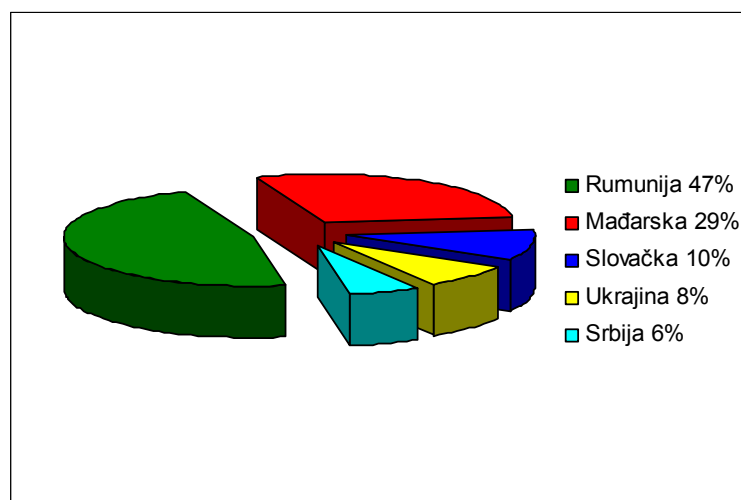
Karta 1. Sliv Tise (JVP Vode Vojvodine)

Bitna karakteristika sliva Tise je i njegova asimetričnost. Najmoćnije pritoke, poput Samoša, Kereša i Moriša, koje odvodnjavaju prostrana područja, Tisi pritiču sa leve strane, tako da upravo ova strana sliva čini oko 60% ukupne površine slivnog područja koja inače iznosi oko 157.220 km<sup>2</sup>. Da se radi o izrazito velikoj površini govori i podatak da je Tisa po veličini sliva najveća pritoka Dunava (oko 817.000 km<sup>2</sup>). Naime, na sliv Tise otpada 19,2% prostrane slivne površine glavne reke Crnomorskog sliva (*karta 2*).



Karta 2. Sliv Tise u okviru sliva Dunava

Gotovo 4/5 sliva Tise se nalazi na teritorijama Rumunije (47%) i Mađarske (29%), dok je u granicama Slovačke 10%, u Ukrajini 8%, a u Srbiji 6% ukupne slivne površine (*grafikon 1*).



Grafikon 1. Procentualni udeo površina sliva Tise po državama

Ceo sliv Tise može se podeliti na gornji, srednji i donji deo (Šimadi, Vagaš, 1979; Andó, 2002):

- *gornji deo sliva* zahvata izvorišnu čelenku i čitavu površinu oko gornjeg toka reke, koji se pruža od mesta spajanja Bele (489 km<sup>2</sup>) i Crne Tise (567 km<sup>2</sup>) kod naselja Rahov u Ukrajini pa do ušća Samoša u Mađarskoj. Glavne pritoke Tise na ovom sektoru su: Viso (1.606 km<sup>2</sup>), Isa (1.303 km<sup>2</sup>), Tur (1.262 km<sup>2</sup>), Tarac (1.224 km<sup>2</sup>), Talabor (766 km<sup>2</sup>), Nađag (1.240 km<sup>2</sup>) i Borža (1.418 km<sup>2</sup>);
- *srednji deo sliva* zahvata slivnu površinu oko srednjeg toka Tise, odnosno oko sektora koji počinje ušćem Samoša, a završava ušćem Moriša. U ovom delu sliva najznačajnije pritoke Tise su: Samoš (15.111 km<sup>2</sup>), Krasna (2.976 km<sup>2</sup>), Lonja (1.646 km<sup>2</sup>), Bodrog (13.188 km<sup>2</sup>), Šajo (12.058 km<sup>2</sup>), Zađva (5.737 km<sup>2</sup>) i Kereš (26.588 km<sup>2</sup>);
- *donji deo sliva* se prostire oko donjeg toka koji počinje ušćem Moriša (29.777 km<sup>2</sup>) u Tisu, a završava se ušćem Tise u Dunav. Osim Moriša, koji se uliva na teritoriji Mađarske, Tisa na ovom sektoru nema značajnijih pritoka. Ipak, važno je spomenuti da na području Srbije Tisa prima manje vodotoke poput: Kereša (970 km<sup>2</sup>), Čika (750 km<sup>2</sup>), Jegričke (1.440 km<sup>2</sup>), Zlatice (455 km<sup>2</sup>) i Begeja (6.565 km<sup>2</sup>) kao najmoćnije pritoke u našoj zemlji. Donji deo sliva Tise prostire se na teritorijama Rumunije, Mađarske i Srbije, a ovde će posebna pažnja biti posvećena upravo onom delu slivne teritorije koja se nalazi u našoj zemlji.

Pre detaljne analize istraživanog područja bitno je naglasiti da se ono odnosi na *prirodni sliv Tise u Srbiji* čije granice čini prirodno razvođe, odnosno prirodna vododelnica. Istina, i samo prirodno razvođe u izrazito ravničarskim predelima, kakvi su Bačka i Banat, morfološki nije jasno određeno, što je posebno slučaj na delovima diluvijalne terase, gde je zbog odsustva izrazitijeg nagiba terena površinsko oticanje vrlo malo ili ne postoji. No, na osnovu detaljne hipsometrijske analize terena vododelnica je najpribližnije povučena i na ovim potezima.

Takođe, važno je istaći i da je nakon preduzetih obimnih hidrotehničkih radova, naročito posle izgradnje *Hs Dunav-Tisa-Dunav*, u najvećem delu Bačke i Banata, u velikoj meri izmenjena hidrološka situacija. Mnogi prirodni vodotoci više ne postoje kao takvi nego predstavljaju pojedine trase pomenutog hidrosistema, a voda koja protiče njihovim koritima po volji čoveka u različitom obimu dospeva i u Dunav i u Tisu. To važi i za veliki broj novopropkopanih kanala, potpuno novih hidroloških objekata. Dakle, u najvećem delu Bačke i Banata danas je uspostavljen tzv. veštački hidrološki režim, zbog čega nije moguće povući jasnu granicu između slivova Dunava i Tise, prosto jer pojedini delovi pomenutih teritorija istovremeno pripadaju i jednom i drugom slivu. O ovoj problematici i mogućim novim rešenjima, kada je u pitanju određivanje glavnih slivova na prostoru Bačke i Banata, biće više reči u delu teksta koji se odnosi na uređenje voda, prvenstveno na izgradnju i funkcionisanje *Hs Dunav-Tisa-Dunav*.

U opisanim okolnostima, najadekvatnije rešenje bilo je povlačenje prirodne vododelnice i razmatranje prirodnog, odnosno "kišnog" sliva Tise u Srbiji koji orografski gledano i danas postoji bez obzira na sve preduzete hidrotehničke mere u Bačkoj i Banatu. Ujedno, na ovaj način na jednom mestu će biti predstavljene prvenstveno hidrološke, ali i

druge fizičkogeografske karakteristike područja koje je u prirodnim uslovima odvodnjavala Tisa, a zatim i promene, u prvom redu hidrološke, nastale nakon sprovedenog uređenja voda na prostoru Bačke i Banata, uključujući i prirodni sliv Tise.

## GEOGRAFSKE KOORDINATE

Prirodni sliv Tise u Srbiji leži između  $45^{\circ}08'12''$  i  $46^{\circ}11'29''$  severne geografske širine i  $19^{\circ}07'55''$  i  $20^{\circ}49'44''$  istočne geografske dužine (po Griniču). Položaj ekstremnih tačaka sliva u geografskom koordinatnom sistemu je sledeći:

-najjužnija tačka sliva se nalazi u banatskom priobalju Tise neposredno pored njenog ušća u Dunav. Nadmorska visina ove tačke je 74 m, a koordinate:  $N\varphi=45^{\circ}08'12''$  i  $E\lambda=20^{\circ}17'15''$ ;

-najsevernija tačka sliva, sa koordinatama  $N\varphi=46^{\circ}11'29''$  i  $E\lambda=19^{\circ}40'08''$  i apsolutnom visinom od 123 m, nalazi se na samoj graničnoj liniji prema susednoj Mađarskoj, odnosno u onom delu Subotičke peščare koji se naziva Krstačka šuma;

-najzapadniju tačku u slivu predstavlja kota od 90 m a.v. koja se nalazi u zapadnom delu Bačke lesne terase, oko 1,5 km južno od naselja Čičova. Njene koordinate su:  $N\varphi=45^{\circ}42'06''$  i  $E\lambda=19^{\circ}07'55''$ ;

-najistočnija tačka sliva Tise u Srbiji leži na graničnoj liniji prema susednoj Rumuniji na Novobečejsko-zrenjaninskoj lesnoj terasi, tačnije na potezu Stolinske njive. Apsolutna visina ove tačke je 82 m, a koordinate:  $N\varphi=45^{\circ}46'36''$  i  $E\lambda=20^{\circ}49'44''$

Na osnovu određenih koordinata moguće je utvrditi tačno rastojanje između najsevernije i najjužnije, odnosno između najistočnije i najzapadnije tačke sliva Tise u Srbiji. Naime, rastojanje između najsevernije i najjužnije tačke iznosi  $01^{\circ}03'17''$ , odnosno 126 km, a između najistočnije i najzapadnije  $01^{\circ}41'49''$  ili 131 km.

## GEOGRAFSKI POLOŽAJ

Analizirajući *geografski položaj* može se konstatovati da sliv Tise u Srbiji zahvata najveći deo Bačke, kao i delove Srednjeg i čitav Severni Banat. Dakle, u širem kontekstu istraživano područje zauzima gotovo čitavu severnu polovinu Vojvodine, odnosno krajnji severni deo Srbije. Sa zapadne, južne i jugoistočne strane granicu istraživanog područja čini prirodno razvođe prema slivu Dunava. Na severu prirodni sliv Tise u Srbiji je ograničen državnim granicom prema susednoj Mađarskoj, a na severoistoku državnim granicom prema Rumuniji (*karta 3*).



Karta 3. Sliv Tise u Srbiji (JVP Vode Vojvodine)

### RAZVOĐE SLIVA TISE U SRBIJI I NJEGOVE ODLIKE

Glavne karakteristike razvođa Tise u Srbiji su određene na osnovu topografskih karata razmere 1:25.000 i 1:50.000, dok je konačno generalisanje izvršeno na osnovu karata razmere 1:100.000. Važno je još jednom naglasiti da je zbog izuzetno zaravnjenog terena, naročito na diluvijalnoj terasi, razvođe nedovoljno topografski određeno ili pak neodređeno. Ipak, uzimajući u obzir podatke i informacije koje pružaju detaljne topografske, kao i tematske hidrološke karte, a koji se odnose, između ostalog, i na karakteristike mikoreljefa, u ovom slučaju na postojanje i pravce pružanja prirodnih žljebova nastalih površinskim oticanjem, položaj i dužina vododelnice su određeni što je moguće egzaktnije. S obzirom da Tisa kroz Srbiju generalno teče pravcem sever - jug njeno desno razvođe se prostire zapadno od vodotoka, odnosno na prostoru Bačke, a levo razvođe istočno od reke, na teritoriji Banata. Odluke razvođa, kao i položaj i dužina vododelnice biće analizirani na osam topografskih sekcija razmere 1:100.000.

## Desno razvođe Tise u Srbiji

Desnim razvođem prirodni ili kišni sliv Tise na prostoru Bačke direktno je ili indirektno odvojen od neposrednog sliva Dunava. Naime, u zapadnom i jugozapadnom delu Bačke (sekcije: *Sombor*, *Vrbas*, *Bačka Palanka* i *Vukovar*) sliv Tise je zapravo topografskim razvođem odvojen od prirodnog sliva nekada živog toka Mostonge, desne pritoke Dunava. U južnoj Bačkoj (sekcije: *Bačka Palanka* i *Sremski Karlovci*) topografsko razvođe direktno razdvaja područje prirodnog sliva Tise od uske zone sliva Dunava.

Desno razvođe se pruža preko Srednje bačke lesne zaravni, zatim Bačke lesne terase, Titelskog brega i kraćim delom preko Titelske terase i aluvijalne ravni Dunava. Najveću dužinu desno razvođe Tise i naravno vododelnica imaju na lesnoj terasi. Ovom prilikom je važno naglasiti da čitav prostor zapadnog, jugozapadnog i južnog dela ove reljefne celine, koji pripada slivu Tise, zapravo predstavlja područje prirodnog sliva Jegričke, desne Tisine pritoke. Sliv Jegričke se uglavnom nalazi u najnižim delovima Bačke lesne terase ispunjenim brojnim depresijama. Prema tome, topografsko razvođe između nisko položenog sliva Jegričke, odnosno jugozapadnog i južnog dela sliva Tise na jednoj i prirodnih slivova Mostonge i Dunava, na drugoj strani, predstavljeno je nešto višim terenom koji se pojavljuje u vidu blagog morfološkog pregiba. U daljem tekstu detaljno je analiziran položaj desnog razvođa i naročito pružanje vododelnice na pomenutih pet sekcija topografskih karata razmere 1:100.000 (*karta 3*):

*-sekcija: Sombor:* na posmatranoj sekciji razvođe između Tise i Dunava pruža se preko dve geomorfološke jedinice, tačnije preko Srednje bačke lesne zaravni i zapadnog dela Bačke diluvijalne terase. Može se konstatovati da je onaj deo razvođa koji prelazi preko Srednje bačke lesne zaravni za vojvođanske uslove prilično jasno topografski određen. Ono je predstavljeno uskom zonom pravca sever-severoistok – jug-jugozapad duž koje se krajnji severozapadni deo zaravni lagano naginje prema zapadu i jugozapadu i na taj način odvodnjava ovaj prostor prema Dunavu. Od pomenute uske zone na istok i jugoistok znatno veći deo Srednje bačke lesne zaravni je nagnut prema Potisju. Drugi deo razvođa na posmatranoj sekciji prelazi preko zapadnog dela Bačke diluvijalne terase i ono ovde nije jasno topografski određeno.

Vododelnica na sekciji *Sombor* počinje oko 6 km severozapadno od naselja Aleksa Šantić, na samoj graničnoj liniji prema susednoj Mađarskoj. Zatim u pravcu jug-jugozapad, spajajući kotu od 119 m a.v, trigonometrijsku tačku od 116 m a.v. i kotu od 106 m a.v, prelazi preko Srednje bačke lesne zaravni. Tri kilometra južno od poslednje pomenute kote, odnosno oko 1 km severozapadno od Kljajićeva, vododelnica prelazeći na lesnu terasu skreće prema jugozapadu. Zatim, na oko 3 km jugoistočno od Sombora vododelnica naglo povija prema jugu. Severoistočno od Prigrevice prelazi preko kote od 90 m a.v. koja ujedno predstavlja i najzapadniju tačku prirodnog sliva Tise u Srbiji. Ovde se sliv Tise približava na svega oko 1 km od nekada prirodnog toka Mostonge. Vododelnica zatim lagano povija prema jugoistoku prelazeći preko kote od 92 m a.v. nakon koje naglo menja smer prema severoistoku koji zadržava do rubnih delova Stapara. Od ovog naselja pa sve do Bačkog



Brestovca vododelnica ide pravcem severozapad - jugoistok, odakle zauzima zapadni pravac. Dužina vododelnice na sekciji *Sombor* je 60 km, od čega je na Srednjoj bačkoj lesnoj zaravni 24 km, a na diluvilnoj terasi 36 km;

-sekcija: *Vrbas*: na sekciji *Vrbas* razvođe između slivova Tise i Dunava nalazi se u onom delu sekcije koji pokriva prelaznu zonu između zapadnog u južnog dela Bačke lesne terase. Ovde je topografska neodređenost razvođa naročito izražena istočno od Ruskog Krstura, odnosno jugozapadno od Kule.

Na ovoj sekciji vododelnica zadržava pravac zapad - istok koji je poprimila na sekciji *Sombor*. Prolazeći severnim obodom naselja Kruščić ona lagano povija prema jugoistoku da bi na potezu Bela Pustara napravila čitav luk oko naselja Ruski Krstur povijajući prvo prema jugu, a zatim i prema jugozapadu. Praveći ovaj luk istočno od Ruskog Krstura vododelnica prelazi preko kota visine 84 m, 87 m i 88 m a.v. Dužina vododelnice na sekciji *Vrbas* iznosi 26 km;

-sekcija: *Bačka Palanka*: posmatrana sekcija pokriva jugozapadne delove Bačke lesne terase gde se nalazi morfološki slabo izraženo razvođe sliva Tise prema prirodnom slivu Mostonge. Vododelnica u dva maha preseca prostor koji pokriva ova sekcija. Prvi put veoma kratko u dužini od svega 13 km. Zadržavajući pravac severoistok - jugozapad vododelnica prolazi jugoistočnim delom naselja Ratkovo i prelazi na sekciju *Vukovar*;

-sekcija: *Vukovar*: krajnji severoistočni delovi sekcije *Vukovar* takođe pokrivaju jugozapadni deo Bačke diluvijalne terase na kojoj se nalazi morfološki slabo izraženo desno razvođe. Upravo na ovom malom prostoru desno razvođe sliva Tise prestaje biti granica prema prirodnom slivu Mostonge i počinje direktno deliti slivove Tise i Dunava. Vododelnica na ovoj sekciji iz jugozapadnog pravca najpre lagano povija prema jugu, a zatim ponovo prema jugozapadu obilazeći sa istočne strane naselje Selenču, a u oštroj luku sa zapadne strane Tovariševo nakon kojeg zauzima jugoistočni pravac prelazeći ponovo na područje koje pokriva sekcija *Bačka Palanka*. Dužina vododelnice na sekciji *Vukovar* je 14 km;

-sekcija: *Bačka Palanka*: pored jugozapadnih, na sekciji *Bačka Palanka*, predstavljeni su i južni delovi Bačke lesne terase sve do Novog Sada. Generalno, u najvećem delu ovde je razvođe sliva Tise paralelno sa tokom Dunava i na nekim mestima od njega udaljeno svega desetak kilometara, što najbolje oslikava položaj vododelnice. Naime, napuštajući hatar Tovariševa vododelnica poprima jugoistočni pravac koji zadržava do Obrovca obilazeći ovo naselje neposredno sa severne strane. Jugoistočno od Obrovca vododelnica prelazi preko trigonometrijske tačke od 96 m a.v. na Turskom Bregu nakon čega zauzima istočni pravac koji zadržava sve do Gložana. Obilazeći ovo naselje sa severne strane vododelnica nastavlja prema istoku i na potezu Dudašev salaš pravi blagi luk izvijajući se lagano prema severu nakon čega se vraća u istočni pravac i tako prolazi severnim delom naselja Rumenka. Odmah potom vododelnica naglo menja pravac prema severoistoku koji zadržava gotovo do Čeneja odakle ponovo skreće prema istoku. Dužina vododelnice na ovom delu sekcije *Bačka Palanka* je znatno duža i iznosi 45 km;

-sekcija: Sremski Karlovci: na sekciji *Sremski Karlovci* desno razvođe sliva Tise nalazi se najvećim delom na Bačkoj lesnoj terasi, zatim manjim delom na Titelskom bregu i samo fragmentarno na Titelskoj terasi i na aluvijalnoj ravni Dunava.

Zadržavajući istočni pravac vododelnica prolazi južnim delom Bačkog Jarka, nakon čega blago povija prema jugoistoku i u širokom luku obilazi Žabalj sa južne strane. Upravo, južno od ovog naselja vododelnica prelazi preko kote od 84 m a.v. nakon koje lagano skreće prema severoistoku. Ovaj pravac zadržava do poteza Livada, oko 10 km istočno od Žablja, nakon čega najpre skreće prema jugoistoku, a zatim prelazeći preko trigonometrijske tačke od 88 m naglo povija prema jugu. Ovaj smer zadržava do Mošorina, naselja u podnožju Titelskog brega. Prolazeći istočnim obodom naselja vododelnica se penje na Titelski breg na kotu visine 121 m a.v. odakle skreće prema jugoistoku i taj pravac zadržava do kote sa visinom od 128 m a.v. Od pomenute kote vododelnica povija prema jugu i u tom se smeru generalno pruža sve do samog ušća Tise u Dunav. Nakon Titelskog brega vododelnica se između Titela i Loka spušta najpre na tzv. Titelsku terasu, a potom u nisku aluvijalnu ravan Dunava. Dužina vododelnice na sekciji *Sremski Karlovci* iznosi 56 km.

### **Levo razvođe Tise u Srbiji**

Levim razvođem prirodni sliv Tise je na području srpskog dela Banata najvećim delom odvojen od sliva Tamiša, leve pritoke Dunava. Samo na kraćem potezu, u zoni istočno od ušća Tise razvođe deli sliv ove reke direktno od kišnog sliva Dunava. Krenuvši od severoistoka, odnosno od državne granice prema Rumuniji, levo razvođe (sekcije: *Kikinda*, *Zrenjanin* i *Sremski Karlovci*) se pruža najpre preko Istočne banatske ili Itebejska depresije, zatim najvećim delom preko Novobečejsko-zrenjaninske lesne terase i manjom dužinom preko severozapadnog oboda Tamiške lesne zaravni i aluvijalne ravni Dunava. I ovom prilikom je izvršena analiza položaja razvođa i vododelnice po topografskim sekcijama razmere 1:100.000 (karta 3):

-sekcija: Kikinda: na sekciji *Kikinda* razvođe između slivova Tise i Tamiša pruža se preko severnog dela prostrane Istočne banatske depresije. Vododelnica počinje na graničnoj liniji prema susednoj Rumuniji, 2 km južno od naselja Hetin. Od granice pa do istočnog oboda Srpskog Itebeja ona ima pravac sever-severoistok - jug-jugozapad. Potom lagano povija prema jugozapadu i u visini Begejaca prelazi na teritoriju predstavljenu na sekciji *Zrenjanin*. Dužina vododelnice na sekciji *Kikinda* je 18 km;

-sekcija: Zrenjanin: na sekciji *Zrenjanin* je predstavljen onaj deo razvođa između slivova Tise i Tamiša koji se pruža preko Novobečejsko-zrenjaninske lesne terase i najnižih, severozapadnih obodnih delova Tamiške lesne zaravni. Takođe, na sekciji je predstavljen i deo aluvijalne ravni Dunava gde se nalazi manji deo razvođa između sliva ove reke i sliva Tise.

Odmah po stupanju na područje koje pokriva sekcija *Zrenjanin* vododelnica iz jugozapadnog pravca povija prema jugoistoku i prolazi između Krajišnika i Banatskog Višnjićeva nakon čega zauzima južni pravac koji zadržava do poteza Urbarija, odnosno do



kote od 80 m a.v. koja se nalazi 1 km severno od naselja Sutjeska. Vododelnica potom skreće kratko prema jugozapadu, zatim prema zapadu, a oko 2 km istočno od Lazareva prema jugoistoku. Zatim prolazi severozapadnim obodom Lukićeva da bi zapadno od ovog naselja, kod kote od 82 m a.v., skrenula prema jugoistoku obilazeći tako Ečku i Stajićevo sa istočne strane. Na oko 2 km jugoistočno od Stajićeva vododelnica povija prema jugozapadu i sve do Perleza zadržava taj pravac. Nakon ovog naselja, spuštajući se u dunavski rit, vododelnica pravi jedan izrazit luk tako što najpre naglo skreće prema jugoistoku, a nakon svega 3 km oštro povija prema severozapadu. Opisana vododelnica na sekciji *Zrenjanin* duga je 62 km;

*-sekcija: Sremski Karlovci:* na sekciji *Sremski Karlovci* nalazi se poslednjih nekoliko kilometara razvođa između slivova Tise i Dunava. Vododelnica na ovoj sekciji zadržava prethodno zauzet severozapadni pravac sve do južnog oboda naselja Knićanin odakle naglo povija prema jugozapadu, a posle kote od 74 m a.v. prema zapadu. Nakon 4 km završava se na ušću Tise u Dunav. Vododelnica po levom razvođu na sekciji *Sremski Karlovci* ima dužinu od svega 8 km.

## UKUPNA DUŽINA VODODELNICE

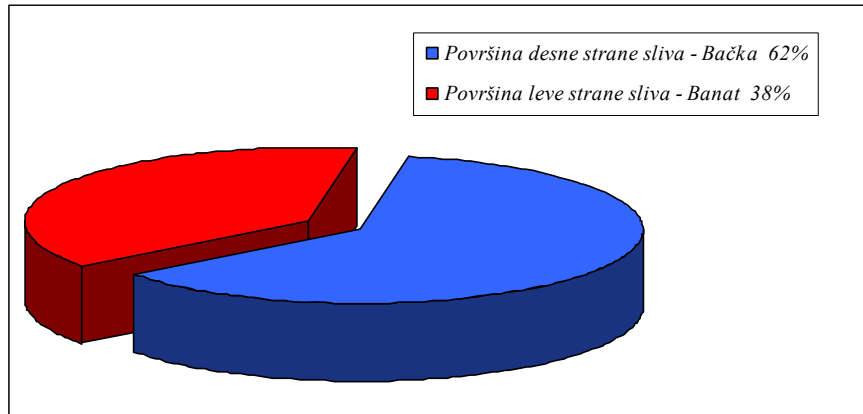
Ukupna dužina vododelnice (S) prirodnog sliva Tise u Srbiji je 302 km. Dužina vododelnice u Bačkoj, odnosno po desnom razvođu, je znatno veća i iznosi 214 km, dok je u Banatu, po levom razvođu, njena dužina 88 km. Ovde je važno naglasiti da istraživano područje predstavlja samo jedan manji deo celokupnog sliva Tise i da je ono sa severa i severoistoka ograničeno državnom granicom koja nije uključena u pomenutu dužinu vododelnice. Naime, bački deo istraživanog područja je sa severa omeđen državnom granicom prema Mađarskoj u dužini od 83 km, a banatski deo sa severa i severoistoka granicom prema Mađarskoj i Rumuniji u dužini od 112 km. Dakle, radi se o veštačkim granicama koje ni po jednoj osnovi ne mogu biti razmatrane kao delovi prirodne vododelnice. Iz pomenutog razloga, izračunavanje *koeficijenta razvitka vododelnice (m)* u ovom slučaju nije moguće.

## POVRŠINA SLIVA TISE U SRBIJI

Na osnovu povučene vododelnice, koja predstavlja zapadnu, južnu i jugoistočnu granicu istraživanog područja, izmerena je i njegova površina (F). Naime, prirodni sliv Tise u Srbiji zahvata površinu od 9.362 km<sup>2</sup>, od čega je u Bačkoj 5.820 km<sup>2</sup> ili 62%, a na prostoru srpskog dela Banata 3.542 km<sup>2</sup>, odnosno 38% površine sliva (*grafikon 2*)<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Ako se posmatra celokupan donji deo sliva Tise, koji zalazi duboko u teritoriju Rumunije, onda njegova leva strana ima daleko veću površinu od desne, što je u skladu sa ranije utvrđenom asimetrijom Tisinog slivnog područja.

Posmatrajući celokupan sliv Tise, koji se prostire na 157.220 km<sup>2</sup>, može se konstatovati da istraživano područje čini svega 6% njegove ukupne površine.



Garfikon 2. Odnos između površina desne i leve strane sliva Tise u Srbiji

### PROSEČNA ŠIRINA SLIVA TISE U SRBIJI

Sliv Tise u Srbiji ima oblik nepravilnog petougona čiju zapadnu, južnu i jugoistočnu stranicu čini vododelnica, a severnu i severoistočnu državna granica prema Mađarskoj i Rumuniji. Prosečna širina sliva ( $B_m$ ) se može izračunati na dva načina koji daju bitno različite vrednosti. U prvom slučaju ona iznosi 57,09 km, a izračunata je se na osnovu formule:

$$B_m = \frac{F(\text{km}^2)}{L(\text{km})} = \frac{9.362}{164} = 57,09 \text{ km}$$

gde je:  $B_m$  (km) - prosečna širina sliva  
 $F$  (km<sup>2</sup>) - površina sliva  
 $L$  (km) - dužina toka Tise

U drugom slučaju prosečna širina slivnog područja Tise u Srbiji iznosi 80,71 km, a dobijena je na osnovu izraza:

$$B_m = \frac{F(\text{km}^2)}{L_s(\text{km})} = \frac{9.362}{116} = 80,71 \text{ km}$$

gde je:  $B_m$  (km) - prosečna širina sliva;  
 $F$  (km<sup>2</sup>) - površina sliva;  
 $L_s$  (km) - dužina sliva

# FIZIČKOGEOGRAFSKE KARAKTERISTIKE ISTRAŽIVANOG PODRUČJA

## GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE

### GEOLOŠKA PROŠLOST

Sliv Tise u Srbiji se nalazi u jugoistočnom delu Panonskog basena koji je tokom geološke istorije prošao kroz različite manje ili više burne faze. Da bi se lakše razumeli stratigrafski odnosi različitih geoloških formacija koje se nalaze u osnovi mladih kvartarnih sedimenata prisutnih u površinskim delovima istraživanog područja, neophodno je proanalizirati evolutivni razvoj čitavog Panonskog basena. Naime, još pre njegovog stvaranja na čitavom prostoru od današnjih Alpa na zapadu do Turkmenistana na istoku, paralelno sa Tetisom, prostiralo se veliko unutrašnje more, poznatije kao Paratetis. Tokom burne faze Alpske orogeneze, koja se odigrala na prelazu iz paleogena u neogen, tačnije u oligo-miocenu, došlo je do intenzivnih tektonskih pokreta, naročito u zapadnim delovima Paratetisa. Tada su procesima izdizanja i nabiranja stvoreni planinski venci Alpa, Karpata i Dinarida, a između njih, istovremenim tektonskim spuštanjem velikih blokova duž dubokih rasednih linija, prostrana međuvenačna potolina, odnosno Panonski basen i unutar nje Panonsko more (Aksin, Kukin, 1996).

Od stvaranja Panonskog basena na staru geološku osnovu potonulog Panonskog kopna, u čijoj građi učestvuju uglavnom kristalaste stene paleozojske i mezozojske starosti, vrši se intenzivna sedimentacija prvo u morskoj, zatim u jezerskoj, a potom u barskoj i močvarnoj sredini. Sve to ukazuje na veoma složenu strukturno-tektonsku građu Panonskog basena koji je tokom evolutivnog razvoja prošao kroz pet uzastopnih stadijuma - mediteranski, sarmatski, panonski, pontiski i levantski:

- za *mediteranski stadijum*, odnosno za period oligo-miocena, veže se glavna faza formiranja Panonskog basena i mora. Panonsko more je bilo mediteranskog karaktera, toplo sa karakterističnim biljnim i životinjskim svetom;
- na početku *sarmatskog stadijuma* prekida se svaka veza Panonskog mora sa Tetisom. U novonastalim uslovima dolazi do smanjenja koncentracije soli i znatnih promena u strukturi morske faune Panonskog mora. S obzirom da se i tokom ovog stadijuma nastavlja izdizanje okolnih planina, ali i spuštanje središnjih delova Panonske potoline, vrši se neprestano pomeranje obalske linije;

- krajem miocena počinje *panonski stadijum* kada, prekidanjem moreuza na Karpatima, dolazi do potpunog odvajanja Panonskog mora od ostatka Paratetisa čime ono postaje samostalno, odnosno izolovano. Usled konstantnog priliva slatke vode sa okolnih planinskih sistema njegov salinitet se i dalje smanjuje, što uzrokuje potpuno izumiranje faune karakteristične za slanu vodu, a potom i pojavljivanje životinjskog sveta slatkovodnih staništa, tzv. kaspibrakične faune. Na početku panonskog stadijuma more je bilo plitko, ali se vremenom produbljivalo i širilo plaveći do tada suve delove Panonske potoline;
- tokom *pontskog stadijuma* Panonsko more se jednim moreuzom preko Karpata ponovo spaja sa Getskim morem. Ono tada prekriva gotovo čitav Panonski basen. Mešajući se sa slanom vodom Getskog mora salinitet vode u Panonskoj potolini se nešto povećava. Pontisko more je dostizalo najveće dubine u središnjim delovima basena, naročito u novoformiranim depresijama;
- nakon pontskog stadijuma nastupa *levantski* kao poslednji u evoluciji Panonskog basena tokom kojeg dolazi do naglog sužavanja kontura mora. Gubeći vezu sa drugim morskim sredinama ono se pretvara najpre u jedinstveno jezero koje se kasnije, daljim gubljenjem vode, raspada na veći broj manjih jezera koja takođe vremenom iščezavaju i pretvaraju se u močvare i bare. U levantskom stadijumu javlja se tzv. paludinska fauna tipična za jezerske i barske ekosisteme.

Završetkom levantskog stadijuma, odnosno pliocena, nastupa kvartarna perioda u kojoj se na prostoru Panonskog basena talože fluvijalni i eolski sedimenti. Taloženjem ovih sedimenata i odvođenjem suvišne vode Dunavom, Panonski basen postaje tipično kopno sa izraženim, prvenstveno fluvijalnim i eolskim reljefom, kao i normalno razvijenom rečnom mrežom, jezerskim, barskim i močvarnim sredinama (Aksin, 1998).

## GEOLOŠKA GRAĐA

Analizirajući evolutivni razvoj Panonskog basena jasno se može videti da je građa Zemljine kore ovog širokog prostora, u čijim je granicama i slivno područje Tise u Srbiji, nastala pod istim ili veoma sličnim uslovima. Zahvaljujući obimnim površinskim geofizičkim istraživanjima, ali i brojnim istražnim bušotinama izbušenim u potrazi za naftom, gasom i termalnim vodama, stvorena je veoma dobra predstava o strukturno-tektonskoj i stratigrafskoj građi čitavog Panonskog basena. Posmatrajući stratigrafske odnose u ovom delu litosfere može se konstatovati da geološke formacije iste starosti najčešće imaju kontinuirano rasprostranjenje, ali i primetno različitu moćnost. Počevši od najstarijih, paleozojskih do najmlađih, kvartarnih tvorevina geološki profil Panonskog basena se odlikuje sledećim stratigrafskim odnosima i litološkim osobinama (Aksin, Kukin, 1996):

- najstarije geološke formacije, koje učestvuju u građi potonulog Panonskog kopna, potiču iz vremena **paleozoika**. U njihov sastav ulaze prvenstveno metamorfne (gnajsevi, mikašisti, amfiboliti, hloritošisti), zatim magmatske (graniti, pirokseniti, rioliti, daciti), ali i sedimentne stene (crveni peščari, konglomerati);
- na paleozojsku osnovu naležu mlađe **mezozojske** formacije predstavljene *trijaskim* (metamorfisani glinci, sivi prekrystalisani krečnjaci, dolomiti krečnjačke i dolomitske breče), *jurskim* (lapori, peščari i krečnjaci) i naročito *krednim* (glinci, kvarcni peščari, laporci, konglomeratski krečnjaci) metamorfitima i sedimentima;
- preko mezozojskih tvorevina talože se mlađe **kenozojske** formacije, odnosno paleogeni, neogeni i kvartarni sedimenti. *Paleogene* tvorevine su registrovane samo fragmentarno i njihova zastupljenost je gotovo zanemariva. Za razliku od paleogena *neogen* je u potpunosti razvijen o čemu svedoči pet ranije navedenih stadijuma tokom kojih je prostor Panonskog basena bio pokriven morskom, odnosno jezerskom vodom. Krenuvši od najstarijeg stadijuma, koji počinje na prelazu iz paleogena u neogen, prema najmlađem (kraj neogena), taloženi su sledeći sedimenti:
  - *mediteranski stadijum*: litotamnijski krečnjaci, šljunak, krupan pesak, peskovite gline, drobina, glinovito-peskoviti sedimenti;
  - *sarmatski stadijum*: laporovite i peskovite formacije;
  - *panonski stadijum*: lapori, laporci, peščari i gline;
  - *pontijski stadijum*: lapori, gline i peskovi;
  - *levantski stadijum*: glinoviti i peskoviti sedimenti.
- geološki profil Panonskog basena se završava već pomenutim najmlađim, površinskim *kvartarnim* naslagama, odnosno diluvijalnim i aluvijalnim sedimentima koji su uglavnom predstavljeni peskovitim i masnim glinama, šljunkom, peskom i lesom.

U vrhu geološkog stuba slivnog područja Tise u Srbiji javljaju se lesne i peskovite naslage kvartarne starosti. Les navejavan tokom pleistocena je najzastupljenija površinska stena na istraživanom području, a pojavljuje se u dva varijeteta. Naime, *tipski suvozemni les* javlja se u geološkoj građi Srednje bačke lesne zaravni (*slika 1*) i Titelskog brega, koji se nalaze u bačkom delu sliva Tise i Tamiškog lesnog platoa, koji samo rubnim delom zalazi na teritoriju sliva u banatskom delu istraživanog područja. Drugi tip je tzv. *terasni, delimično hidromorfni les* koji se nalazi u sastavu lesne terase, kao niže geomorfološke celine. Branislav Bukurov (1975) smatra da je terasni les složen po svojim osobinama i da u različitim delovima terase ima karakter pretaloženog, barskog, odnosno suvozemnog lesa. Pretaloženi les je po načinu postanka eolsko-fluvijalna tvorevina. Radi se zapravo o subaerskom materijalu koji je prvobitno nataložen na nekom drugom mestu, a zatim ga je

reka transportovala i akumulirala na današnje lokacije pri čemu je u velikoj meri izmešan sa rečnim i barskim materijalom. Za razliku od pretaloženog, barski i suvozemni les nisu naknadno transportovani nego su ostali na mestu prvobitne akumulacije. Razlika je jedino u tome što je barski les taložen na zabarenom, a suvozemni na suvom zemljištu. Diluvijalna terasa u bačkom delu sliva ima kontinuirano rasprostranjenje, dok je u banatskom delu isprekidana dolinama Zlatice, Galacke i Begeja o čemu će više reči biti kroz analizu reljefnih karakteristika istraživanog područja.



Slika 1. Tipski suvozemni les na istočnom obodu Srednje bačke lesne zaravni kod senčanske ciglane (foto: D. Pavić, 2005)

Peskovite naslage u granicama sliva Tise u Srbiji takođe imaju znatno rasprostranjenje. Na severu Bačke, na prostoru Subotičke peščare, najzastupljeniji je tzv. *eolski pesak* diluvijalne starosti u čijem se sastavu javljaju žuti, beličasto-žuti i ukršteno-stratifikovani peskovi (Marković-Marjanović, 1977). Ove formacije su zastupljene između linije Subotica - Horgoš na jugu i državne granice na severu. Geološkim istraživanjima je utvrđeno da je pesak koji učestvuje u građi Peščare poreklom od raspadnutih stena sa Karpatskih planina, ali i iz plavina Dunava i drugih panonskih reka koje su svoj materijal taložile na dnu Panonskog basena (Bukurov, 1975).

Drugu veliku peščarsku oblast u slivu predstavlja najniži deo doline reke Tise, odnosno njena aluvijalna ravan. Naime, u geološkoj građi aluvijalne ravni Tise učestvuje veoma sitan, gotovo prašinast *aluvijalni pesak* koji zbog svog sitnozrnog karaktera podseća na ilovasto-glinoviti materijal (slika 2). Pri samom ušću Tise ovaj sitan pesak se meša sa vidno krupnijim peskovitim formacijama koje učestvuju u građi aluvijalne ravni Dunava (Bukurov, 1975). Neračunajući ovaj kratak deo toka pri samom ušću, gde se javljaju pomenuti dunavski sedimenti, Tisa je svoje današnje korito usekla u sopstvenim aluvijalnim naslagama kojima je zasula najniže delove svoje doline.



Slika 2. Sitan peskovito-muljeviti materijal u aluvijalnoj ravni Tise duž desne obale na km 21 (foto: D. Pavić, 2004)

Takođe, aluvijalni sedimenti predstavljeni organogeno - barskim formacijama, sastavljenim od peskova, gline i treseta, učestvuju i u građi aluvijalnih ravni manjih vodotoka (Krivaja, Čik, Kereš, Zlatica, Galacka, Begej) koji u celosti ili delimično teku slivnim područjem Tise u Srbiji.

Posmatrajući *strukturno-tektonski sklop* istraživanog područja važno je primetiti da je znatno poremećeni reljef stare paleozojske kristalaste osnove, zajedno sa mlađim neogenim i kvartarnim slojevima u povlati, generalno nagnut prema centralnom delu sliva. Nagnutost jezerskih, kao i pleistocenih i holocenih sedimenata ukazuje na činjenicu da se tektonski pokreti spuštavanja neprestano odvijaju i to naročito u Potisju. Jedan od nepobitnih dokaza za ovakvu tvrdnju je činjenica da Tisa nije izgradila aluvijalnu terasu pošto je neprekidno vršila akumulaciju materijala kako bi anulirala iznos tektonskog spuštavanja i na taj način održala ravnotežu svog uzdužnog profila. Među brojnim rasedima duž kojih se vrše neotektonski pokreti spuštavanja terena u granicama istraživanog područja svakako je najznačajnija tzv. *potiska rasedna linija* koja se generalno pruža pravcem sever - jug. Od ostalih raseda koji se pružaju u granicama sliva Tise u Srbiji prvenstveno je važno pomenuti rasedne linije: Ruski Krstur - Zmajev - Temerin - Žabalj; Pivnice - Srbobran - Bačko Gradište i Kovilj - Taraš (Bukurov, 1975).

## UTICAJ GEOLOŠKIH KARAKTERISTIKA NA FORMIRANJE HIDROLOŠKIH PRILIKA ISTRAŽIVANOG PODRUČJA

Uzimajući u obzir efektivnu poroznost i propusnost, kao osnovne hidrogeološke karakteristike stena, sve formacije koje učestvuju u građi geološkog profila slivnog područja Tise u Srbiji mogu se podeliti u tri osnovne grupe:

- *preneogene formacije*: metamorfne, magmatske i sedimentne stene koje se odlikuju pukotinskom i pukotinsko-karsnom poroznošću;
- *neogene formacije*: sedimentne stene uglavnom intergranularne, a u manjoj meri i pukotinske poroznosti;
- *kvartarne formacije*: sedimentne stene isključivo intergranularne poroznosti.

Hidrogeološke funkcije različitih geoloških formacija zavise prvenstveno od njihovih hidrogeoloških odlika. Naime, stene veoma niske efektivne poroznosti i propusnosti imaju ulogu hidrogeoloških izolatora, dakle nepropusne su za vodu. Nasuprot njima, formacije visoke efektivne poroznosti i propusnosti predstavljaju hidrogeološke kolektore (Josipović, 1985).

Za formiranje podzemne hidrosfere karakteristične za slivno područje Tise u Srbiji najveći značaj imaju neogeni i kvartarni sedimenti intergranularne poroznosti čija je ukupna debljina po nekoliko stotina metara, a često i nekoliko hiljada metara (npr. preko 2.000 m u južnoj i jugoistočnoj Bačkoj, a u severnom Banatu i preko 4.000 m). Usled složenih litofacijalnih odnosa, koji se pre svega ogledaju u čestim smenama vodopropusnih (peskovito-šljunkovitih) sa vodonepropusnim (najčešće glinovitim) slojevima, stvoreni su hidrogeološki uslovi za formiranje velikog broja vodonosnih horizonata. U većim dubinama obrazovana je arteška i subarteška izdan, dok je odmah ispod topografske površine, u mladim kvartarnim sedimentima, formirana slobodna freatska izdan.

Sa hidrogeološkog aspekta kvartarne tvorevine su imale presudnu ulogu i u obrazovanju površinske hidrološke slike istraživanog područja. U njima su formirana rečna korita i rečne doline, jezerski baseni, izgrađena kanalska mreža Hs DTD i brojni ribnjaci. U zavisnosti od efektivne poroznosti i propusnosti kvartarnih naslaga neki delovi sliva Tise u Srbiji su siromašniji, a neki vidno bogatiji površinskim hidrološkim objektima. Tako eolski pesak Subotičke peščare i tipski les Srednje bačke lesne zaravni, Titelskog brega i Tamiškog lesnog platoa imaju primetno veću poroznost i propusnost od hidromorfnog lesa diluvijalne terase i sitnog peskovito-muljevitog materijala u aluvijalnoj ravni Tise. Dakle, oblasti peščare i lesnih zaravni predstavljaju polupropusne terene siromašnije površinskom hidrografijom u odnosu na vododržljivije terene lesne terase i aluvijalne ravni Tise.

Na kraju je važno konstatovati da se možda i najveći značaj mladih kvartarnih sedimenata intergranularne poroznosti u formiranju specifičnih hidroloških odnosa u vojvođanskom delu sliva Tise, ogleda u njihovom kontinuiranom rasprostranjenju, koje čini preduslov za aktivnu vezu, odnosno vodorazmenu freatskih i površinskih voda na čitavom istraživanom području.



## GEOMORFOLOŠKE KARAKTERISTIKE

Pre detaljne analize svake od navedenih reljefnih celina u slivu, data su najznačajnija shvatanja o postanku Tisine doline. Naime, po B. Bukurovu (1948) dolina Tise u Srbiji ima znatnu širinu i osim aluvijalne ravni, kao najnižeg dela, nju čine i širok pojas lesne terase sa obe strane toka, kao i visoki odseci Srednje bačke lesne zaravni i Titelskog brega na bačkoj strani sliva. Iz ovakvog shvatanja proizilazi da je, osim dominantnog eolskog procesa, na formiranje današnjeg reljefa u velikom delu istraživanog područja uticala i sama Tisa svojim erozivno-akumulativnim radom.

### POSTANAK DOLINE TISE

O postanku doline Tise postoje različita shvatanja koja B. Bukurov (1948) navodi u svojoj doktorskoj disertaciji pod nazivom *Dolina Tise u Jugoslaviji*. Najznačajnija mišljenja o ovoj problematici dali su J. Čolnoki, M. Petrović, Đ. Halavač, J. Marković-Marjanović i sam B. Bukurov. Svi autori se slažu u onim delovima svojih hipoteza koji se odnose na postojanje barskog i suvozemnog lesa. Međutim, neslaganja se javljaju kada su u pitanju vreme navejavanja ovih naslaga, kao i vreme otpočinjanja fluvijalnog erozivno-akumulativnog procesa.

Prema mišljenju J. Čolnokija tokom starijeg diluvijuma čitavu Panonsku niziju pokrio je barski i suvozemni les. Ove naslage su kasnije erozivnim radom reka izdvojene u zasebne manje delove. Tisa je takođe odnela velike količine ovog materijala i u njemu stvorila gornjodiluvijalne ravnice koje je prekrila fluvijalnim naslagama. Usecanjem reke tokom aluvijuma fluvijalni materijal biva odnešen, dok gornjodiluvijalna ravnica sa obe strane toka zaostaje u vidu terase. Kasnije, Tisa prelazi u stadijum mirovanja tokom kojeg ponovo taloži aluvijalne sedimente i to neposredno preko donjodiluvijalnih naslaga do kojih je došla prilikom intenzivnog usecanja. Dakle, prema ovom shvatanju Tisa je svoju dolinu usekla u donjodiluvijalnim lesnim sedimentima stvorivši u njima mlađe postlesne, odnosno gornjodiluvijalne terase. Ravni u ovim terasama reka je usekla kasnije, tokom aluvijuma.

Prema drugim shvatanjima stvaranje doline Tise išlo je drugim redom. Naime, po veoma sličnim mišljenjima koja su izneli M. Petrović, Đ. Halavač i J. Marković-Marjanović, Tisa je starija od okolnih lesnih naslaga. Tako Đ. Halavač smatra da je zemljište po kojem Tisa danas otiče u diluvijumu bilo močvarno i najniže. Les koji se prvobitno taložio u močvarnom zemljištu pretvoren je u lesoliku žutu glinu. Kasnije, na ovoj tvoreni navejan je suvi kontinentalni les. Dakle, Đ. Halavač smatra da je Tisa starija od okolnog lesnog materijala koji se danas nalazi u njenoj dolini, ali i šire.

Barski i suvozemni les postoje i po trećem shvatanju. Navejavani su tokom gornjeg diluvijuma i to barski u zabarenom, a suvozemni na suvom zemljištu. S obzirom na vlažnu

podlogu na kojoj je taložen, barski les nije mogao dostići znatniju debljinu pa danas ima manju apsolutnu visinu od suvozemnih lesnih naslaga. Posmatrajući dolinu Tise, barski les se javlja pored vodotoka u vidu niže terase u odnosu na višu stepenicu lesnog platoa obrazovanog taloženjem suvozemnog lesa. Dakle, na osnovu ovog shvatanja lesne naslage su navejavane u gornjem diluvijumu kada je otpočeo i fluvijalni erozivni rad, dok je prema prvom shvatanju ceo proces počeo ranije, u donjem diluvijumu.

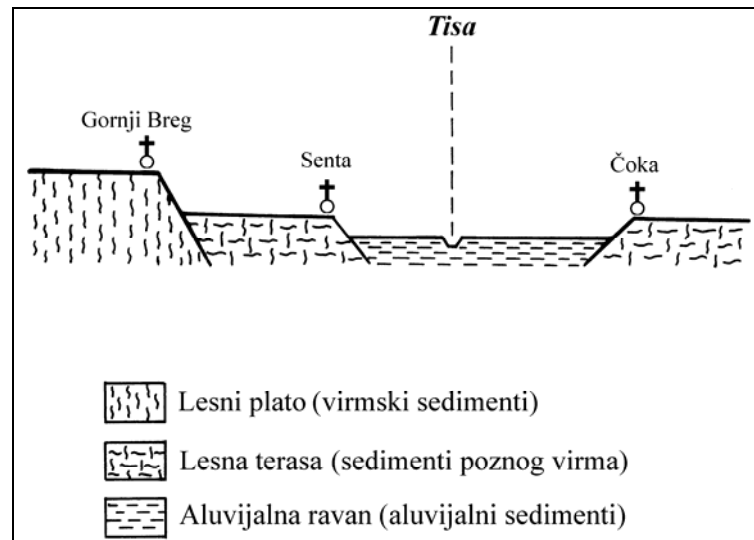
Posebna pažnja o razvitku doline Tise u Srbiji posvećena je shvatanju *B. Bukurova*. Prema ovom autoru današnje Potisje je tokom pliocena, kao jedna od najnižih oblasti u Panonskom basenu, bilo pokriveno Panonskim jezerom i barama. Već početkom diluvijuma dolazi do tektonskog spuštanja u oblasti Egejskog mora, što između ostalog za posledicu ima i oticanje velike količine vode iz Panonskog basena prema današnjem Crnom moru. Stalno oticanje vode i narastanje suvozemnih na račun močvarnih površina u Panonskoj niziji omogućeno je i sukcesivnim usecanjem panonske otoke. Krajem donjeg diluvijuma Panonski basen se osloboda prostranog vodenog pokrivača, a na njegovom se dnu počinju formirati rečni tokovi među kojima je bila i Tisa koja je tada imala odlike divlje reke. Naime, ona se ulivala u niz bara koje su popunjavale najniže delove terena, odnosno područja mladih tektonskih udubljenja. Geološka istraživanja pokazuju da su usled takvih uslova neka od ovih udubljenja ispunjena barskim, a neka fluvijalnim materijalom. Da bi se bolje razumeli haotični hidrološki uslovi u Potisju tokom donjeg diluvijuma važno je reći da je tada, za vreme visokih vodostaja na rekama, dolazilo do međusobnog mešanja njihovih voda. Tako je Tisa često prelazila u sliv Dunava, a Moriš u sliv Tise, dok su sve zajedno u najnižim delovima terena, ove i druge manje reke, formirale jezera i bare.

U morfološkoj evoluciji doline Tise nova faza nastupa u gornjem diluvijumu kada jezersku i rečnu sedimentaciju smenjuje eolska. Lesne i peskovite naslage, zasipajući Panonsku niziju, povećavaju ukupnu debljinu diluvijalnih sedimenata. Posmatrajući rečnu dolinu Tise, naročito moćne naslage lesa akumulirane su u južnom Potisju gde se danas iznad samog toka izdiže Titelski breg. Zahvaljujući veoma niskom stanju vode u tadašnjem Crnom moru dolazi do intenzivnog udubljivanja korita Dunava. Usled takvih okolnosti i Tisa vrši snažno usecanje svog korita i na taj način uspeva preseći čitavu seriju novoakumuliranih eolskih sedimenata. Neprestanim spuštanjem Potisja, Tisa znatno usporava tako da već tokom kasnijeg glacijala ova reka bočnom erozijom širi svoju dolinu, a zatim otpočinje akumulaciju fluvijalnog materijala u vidu peskovito-glinovitih naslaga. Kontinuiranom akumulacijom dolazi do izdizanja dolinske ravni, a zatim i akumulacije novog materijala. Tisa potom, naročito u srednjem toku, snažno erodira lesne sedimente, transportuje ih i taloži u donjem toku. Mešanjem ovog transportovanog lesa sa rečnim materijalom i sa novonavejanim lesnim česticama nastaje gornji sloj pretaloženog lesa koji pokriva dolinsku ravan Tise.

Sledeća faza u razvitku Tisine doline obeležena je fluvijalnom erozijom prouzrokovanom toplijom i vlažnijom postglacijalnom klimom. Reka se veoma lako i brzo usekla u sopstvenu, slabo otpornu dolinsku ravan čiji su delovi zaostali u vidu terase. Laganim prelazom iz tople i vlažne u današnju umereno-toplu klimu Tisa erozivnu komponentu svoga rada sve više zamenjuje akumulativnom. Ipak, poslednjom fazom u

razvitku rečne doline moglo bi se nazvati lagano usecanje toka u novonastalu, nižu i proširenu dolinsku, odnosno aluvijalnu ravan postglacijalne starosti. Dakle, prema shvatanju B. Bukurova (1948) dolina Tise je tokom svog razvitka prošla kroz sledeće stadijume:

- I - navejavanje lesa i formiranje tokom virma lesnog platoa relativne visine od 18 m;
- II - istovremena fluvijalna erozija i usecanje u navejanom materijalu;

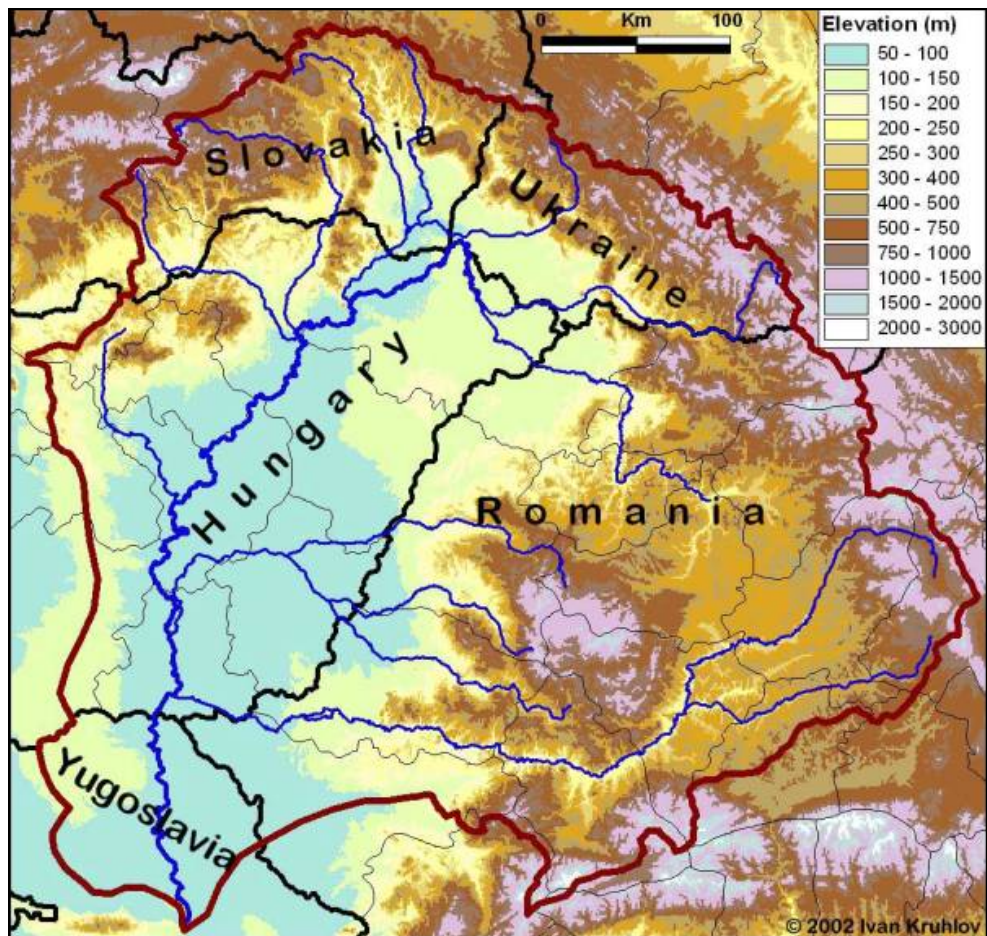


Skica 1. Postanak doline Tise (Bukurov, 1948)

- III - akumulacija eolskog i rečnog materijala i obrazovanje terase relativne visine 8 m (kasni glacijal);
- IV - intenzivno usecanje rečnog korita i erozija eolskih i fluvijalnih naslaga;
- V - stvaranje aluvijalne ravni;
- VI - usecanje današnjeg rečnog korita u aluvijalnoj ravni.

## RELJEF

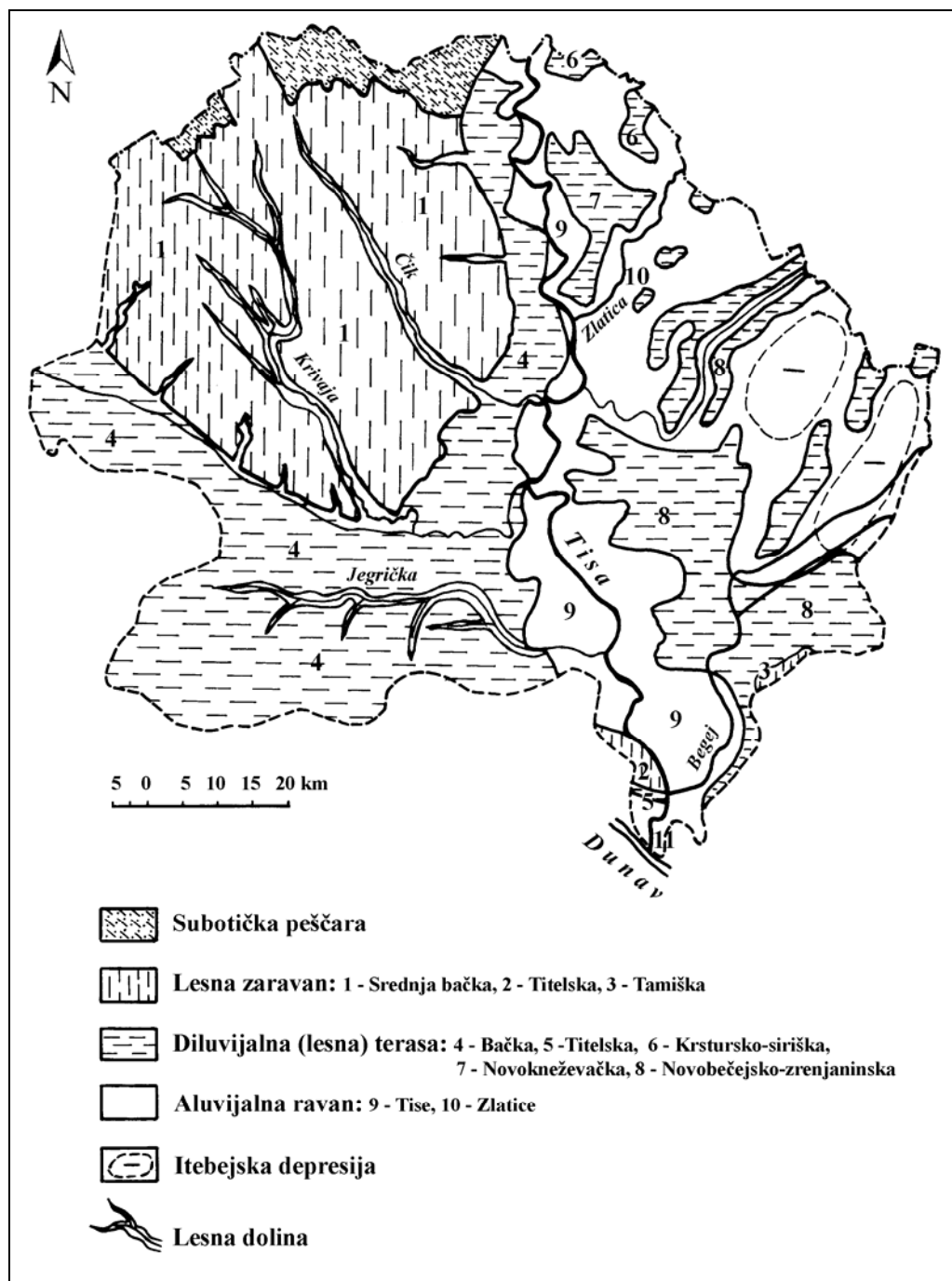
U granicama *celokupnog sliva Tise* izdvajaju se tri morfološki i hipsometrijski različite celine. Najrašćlanjeniju i najvišu predstavljaju Karpatske planine sa apsolutnim visinama 700 - 2.500 m. Drugu celinu čini Erdeljski basen sa planinom Bihar. Dno basena leži na prosečnih 200 - 500 m a.v, dok vrh planine Bihar doseže apsolutnu visinu od 1.848 m. Treću, najnižu celinu, visoku do 200 m a.v, predstavlja niska dolina Tise. Procentualno gledano najveću površinu zauzimaju nizijski predeli na koje otpada 45% ukupne teritorije slivnog područja. Po rasprostranjenju slede brdski tereni koji zauzimaju 31% sliva, dok su sa 24%, najmanje zastupljeni visokoplaninski predeli (Gavrilović, Dukić, 2002).



Karta 4. Hipsometrijska karta sliva Tise  
([www.rec.hu/tisza/TRB\\_geodata.htm](http://www.rec.hu/tisza/TRB_geodata.htm))

Slivno područje Tise u Srbiji pripada niskim, ravničarskim delovima sliva, no ono ipak ne predstavlja idelanu ravnicu nego prostor stepenastog smenjivanja zaravnjenih geomorfoloških jedinica različitih apsolutnih visina. Naime, maksimalna apsolutna visina u granicama istraživanog područja iznosi 143 m, minimalna 74 m, a prosečna 85 m.

Sa hipsometrijskog, litofacijalnog, ali i genetskog aspekta u reljefu sliva Tise u Srbiji može se izdvojiti nekoliko velikih geomorfoloških celina. Među njima najvišu reljefnu stepenicu predstavlja Subotička peščara, a zatim, hipsometrijski gledano, slede lesni platoi, odnosno Srednja bačka lesna zaravan, Titelski breg i Tamiška lesna zaravan. Niže stepenice u reljefu sliva čine lesna teresa i severni deo Istočne banatske depresije, a najnižu aluvijalna ravan Tise koja se pruža sa obe strane toka (u Bačkoj sa manjim prekidima, a u Banatu u kontinuitetu). Postoje i manje geomorfološke celine i oblici poput aluvijalnih ravni Tisinih pritoka, dolovskih dolina, lesnih oblika, humova i sl. o kojima će biti reči u sklopu analize pomenutih krupnih reljefnih celina (karta 5).



Karta 5. Geomorfološka karta sliva Tise u Srbiji (Bukurov, 1953 - dopunjena karta)

### Subotička peščara

Krajnji južni deo prostrane peščarske površine u međurečju Dunava i Tise, tzv. Bajsko-subotičke peščare koja na severu dopire gotovo do Budimpešte, naziva se Subotička peščara. Ona predstavlja najvišu reljefnu celinu sliva Tise u Srbiji, a nalazi se na severu njegovog bačkog dela gde zahvata površinu od oko 250 km<sup>2</sup>. Sa severne strane Subotička peščara je ograničena državnom granicom prema susednoj Mađarskoj, a sa južne prelaznom



peskovito-lesnom zonom prema nešto nižoj Srednjoj bačkoj lesnoj zaravni. Posmatrajući generalno od istoka prema zapadu, a na osnovu topografske karte razmere 1:25.000, južna granica pešćare bi se mogla opisati linijom koja počinje istočno od Horgoša, a zatim obilazeći ovo naselje sa južne strane ista zauzima jugozapadni pravac prateći put Horgoš - Subotica sve do rečice Kereš. Obuhvatajući istoimeno naselje, kao i okolinu naselja Nose, granična linija zauzima zapadni prvac i spaja naselja Stare Torine, Šupljak, Masarikovo i Palić, a potom nastavlja do Subotice nakon koje naglo skreće prema severozapadu. Ovim pravcem južna granica Subotičke pešćare, preko Kelebijskog jezera izbija na državnu granicu, a zatim u zoni Čikerijskih močvara naglo povija prema jugu i u vidu luka obuhvata naselja Ljutovo, Donji i Gornji Tavankut, nakon čega ponovo izlazi na administrativnu graničnu liniju prema Mađarskoj. Dakle, zapadno od Subotice jedna uska zona lesa koja izbija na državnu granicu, deli Subotičko pešćaru u okviru istraživanog područja na dva dela, istočni veći i zapadni znatno manji.

Subotička pešćara, nastala navejavanjem peska tokom mlađeg diluvijuma, ima zatalasanu morfologiju karakterističnu za oblasti čiji je reljef nastao dominantnim eolskim procesom. U granicama istraživanog područja njene najveće apsolutne visine su severno i severozapadno od Subotice (do 143 m na Tompi), a idući prema njenom obodu, odnosno istočnim i južnim delovima visine konstantno opadaju (do 81 m a.v. u zoni kontakta sa aluvijalnom ravni Tise na krajnjem istoku). Ovakav raspored apsolutnih visina, u onom delu Subotičke pešćare koji se nalazi u granicama slivnog područja Tise, ukazuje na njenu generalnu nagnutost prema Potisju sa prosečnim padom od oko 172 cm/km.



Slika 3. Subotička pešćara severno od Palića (foto: D. Pavić, 2004)

Prema B. Bukurovu (1975) u reljefu Subotičke pešćare se može izdvojiti pet geomorfoloških elemenata: *dine*, *izduvine*, *međudinske depresije*, *lesne oaze* i *rečne doline*. Budući da je morfologija pešćare uglavnom rezultat eolskog procesa, najveće prostranstvo i izraženost imaju upravo *dine*, *međudinske depresije* i *izduvine*, kao oblici nastali neposrednim radom vetra. Nekada žive, pokretne, a danas vegetacijom umrtvljene, *dine* su

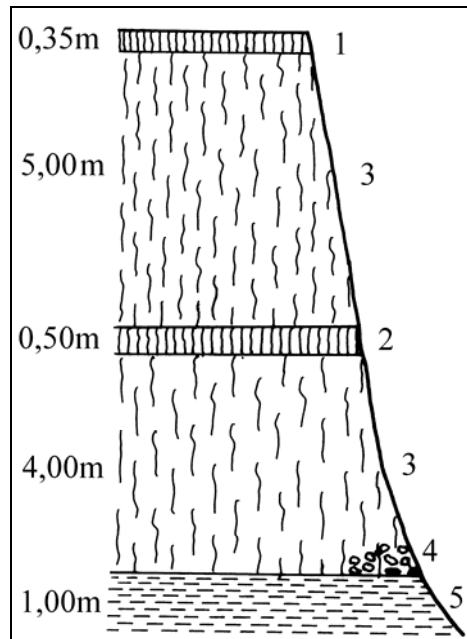
najistaknutiji oblici reljefa na peščari. Predstavljaju međusobno paralelne simetrične brežuljke različitih dimenzija koji se pružaju pravcem severozapad - jugoistok. Ima ih na čitavoj površini Subotičke peščare, od onih najviših oblasti, gde su naslage peska najmoćnije, pa do onih najnižih delova, gde su slojevi peska vidno tanji. Dine su međusobno rastavljene *međudinskim depresijama* čija se dna takođe nalaze pod peskom. Visinske razlike između temena dina i dna međudinskih depresija iznose i preko 15 m. Postoje i brojne *izduvine* nastale snažnim erozivnim radom vetra. Njihova dna su neretko pod černozemom, pa i samim lesom koji je kao starija, podinska geološka formacija otkriven izduvavanjem i odnošenjem peska.

Postoje različita shvatanja o navejavanju peska i nastanku dinskog reljefa na peščari. J. Čolnoki smatra da su dine stvorene radom severozapadnog, J. Halavač severozapadnog i jugoistočnog, a B. Ž. Milojević severoistočnog vetra. Međutim, B. Bukurov je mišljenja da je pesak Subotičke peščare, kao krajnjeg jugoistočnog dela Bajsko-subotičke peščare, navejan severnim vetrovima na stariju lesnu podlogu.

Na Subotičkoj peščari su prisutni i i genetski drugačiji geomorfološki oblici kao što su lesne oaze i rečne doline (Bukurov, 1983). *Lesne oaze* se najčešće javljaju između grupa dina i međudinskih depresija u vidu prostranih izolovanih zaravnjenih površina. Sam naziv ukazuje na njihov ostrvski karakter. Poslednji, peti geomorfološki oblik na Subotičkoj peščari su, istina veoma retke, *rečne doline*. Vredni su pažnje prvenstveno Stanišićki do i dolina Kereša. Delom su smeštene u međudinskim depresijama, a delom u lesnim oazama, a pružaju se generalnim pravcem severozapad-jugoistok. Takođe, u zapadnim delovima Subotičke peščare se nalaze i izvorišni kraci Čika i Krivaje.

### Srednja bačka lesna zaravan

Gotovo čitavu severnu polovinu bačkog dela istraživanog područja zauzima Srednja bačka lesna zaravan čiji se južni i jugozapadni deo u literaturi često sreće pod nazivom Telečka, a istočni deo pod nazivima Gornji breg ili Žuti breg. Oko 90% ove prostrane geomorfološke celine, čija je ukupna površina oko 2.800 km<sup>2</sup>, pripada prirodnom slivu Tise. U granicama sliva ova reljefna celina je sa severa najvećim delom ograničena prelaznom lesno-peskovitom zonom prema Subotičkoj peščari, a manjim delom državnom granicom prema susednoj Mađarskoj. Njenu severozapadnu granicu čini prirodna vododelnica koja je deli na dva površinski potpuno različita dela od kojih veći, istočni i jugoistočni, pripada slivu Tise, a manji, severozapadni, slivu Dunava. Na jugozapadu, jugu i istoku zaravan je od nižeg terena lesne terase jasno odvojena istaknutim, više ili manje strmim kosama visokim 10 - 30 m, ali i čitavim nizom naselja podignutih duž kontakta ovih reljefnih celina. Radi se o naseljima poput: Kljajićeva, Sivca, Crvenke, Kule, Vrbasa, Srbobrana (na jugozapadu i jugu), zatim Gornjeg Brega, Trešnjevca, Velebita (na istoku) i dr.



Skica 2. Lesni profil na istočnom obodu Srednje bačke lesne zaravni (Bukurov, 1948)  
1-recentni humusni sloj; 2-smeđa zona; 3-les; 4- lesne konkreције; 5-pesak

Na osnovu detaljnih istraživanja utvrđeno je da je Srednja bačka lesna zaravan nastala navejavanjem lesne prašine tokom gornjeg diluvijuma. Prvi, najstariji slojevi lesa nataloženi su na zamočvarenom i zabarenom zemljištu. Ukupna debljina lesnih naslaga je različita i kreće se od 10 m do 30 m. Na otkrivenim lesnim profilima može se videti da su tokom procesa navejavanja vladali različiti klimatski uslovi. Naime, na većini profila Srednje bačke lesne zaravni otkrivena je jedna mrka i dve lesne zone (skica 2). Les je navejavan tokom suvih glacijalnih faza, dok su mrke zone stvarane oglinjavanjem lesa u vreme interglacijala kada je vladala toplija i vlažnija klima. Takođe je važno reći da istočno od Sivca i u Kuli postoje i profili na kojima su registrovana tri sloja lesa međusobno razdvojena sa dve mrke, odnosno smeđe zone.

Posmatrajući u celini Srednja bačka lesna zaravan ima izgled široke i blago zasvođene uzvišice čije visine opadaju od severnih i severozapadnih delova prema zapadu, jugu i istoku. Tako su njene najveće apsolutne visine na severu, oko Subotice, gde iznose 110 - 125 m, a najmanje na jugu, kod Srbobrana, svega 90 m. Prosečan pad površine ove reljefne celine u pomenutom pravcu iznosi oko 58 cm/km. Prema Potisju Srednja Bačka lesna zaravan je strmije nagnuta. Primera radi, od zone najvećih visina prema Gornjem Bregu, koji se nalazi nešto zapadnije od Sente, prosečan pad Srednje bačke lesne zaravni iznosi oko 91 cm/km.





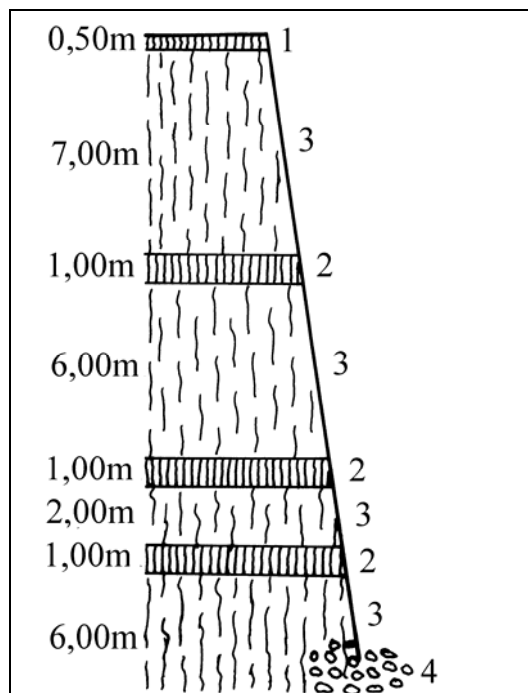
Slika 4. Kontakt Srednje bačke lesne zaravni i lesne terase zapadno od puta koji spaja Sentu i Kanjižu (foto: D. Pavić, 2004)

Površina ove prostrane reljefne celine nije potpuno ravna nego je zatalasana. Branislav Bukurov (1975) u njenom reljefu izdvaja sledeće geomorfološke oblike: *dine*, *interkolinske depresije*, *predolice*, *dolove* i *plavine*. Brojne paralelno poređane *dine* i *interkolinske depresije* na površini lesne zaravni generalno se pružaju pravcem jugoistok - severozapad. Ove dine se razlikuju od onih u živom pesku Subotičke peščare po tome što su umrtvljene moćnim slojem humusa i vegetacijom. Najizraženiji dinski reljef na zaravni nalazi se između Bačke Topole i Bajše, zatim severno od Vrbasa, kao i severno od Kule i Sivca. Značajan element morfologije Srednje bačke lesne zaravni čine i brojne *predolice* koje su zastupljene na celokupnoj njenoj površini. Radi se o udubljenjima ovalnog, elipsastog, osmičastog ili pak izduženog oblika dubine do nekoliko metara. Odlikuju se veoma različitim dimenzijama i nepravilnim rasporedom na površini. Nastale su hemijskom procesima rastvaranja i fizičkim procesima razaranja i spiranja lesnih formacija. U reljefu zaravni postoje i brojni *dolovi*, odnosno doline specifične za lesne površine. Različitih su dimenzija, a najčešće, spuštajući se prema nižem terenu lesne terase, završavaju plavinama. Dolovi, kojima je izbrazdana površina zaravni, nastali su prvenstveno fluvijalnim erozivnim procesom koji je nekada imao znatno jači intenzitet. U delu bačkog lesnog platoa koji pripada slivu Tise, dolovi se uglavnom pružaju pravcem severozapad - jugoistok, ali i pravcima sever - jug i zapad - istok, što je u skladu sa padom terena. Najdužu lesnu dolinu od 73 km ima rečica Krivaja. Druge značajnije doline koje se u celosti ili delom nalaze na Srednjoj bačkoj lesnoj zaravni, u dužini većoj od 10 km, su pre svega doline Čika i Kereša, zatim Dugački do i Veliki do na jugu, kao i Čanalski i Kaločki do na istočnoj strani zaravni. Postoji i veliki broj manjih dolova dužine manje od 10 km koji nemaju svoje ime, ali su svakako značajni za sagledavanje ukupne morfološke slike Srednje bačke lesne zaravni. Spuštajući se na niži teren lesne terase vodotoci su na krajevima dolova formirali veći broj *plavina*. Takva je npr. plavina na izlasku iz Dubokog dola na kojoj je podignuto selo Kljajićevo, kao i brojne druge plavine na kojima su izgrađeni delovi Novog i Starog Sivca,

Crvenke, Kule i drugih naselja u podnožju zaravni. Na kraju je važno istaći da su taloženjem plavinskog materijala po obodu lesne zaravni ublaženi strmi prelazi prema lesnoj terasi kao nižoj reljefnoj stepenici.

### Titelski breg

Kao geomorfološki ekvivalent Srednjoj bačkoj lesnoj zaravni na krajnjem jugoistoku Bačke nalazi se Titelski breg. Radi se o usamljenom lesnom platou koji se desetak kilometara uzvodno od ušća Tise izdiže neposredno iznad njene desne obale u odnosu na koju je viši i do 50 m. Titelski breg je elipsoidnog oblika. Dugačak je u pravcu severozapad - jugoistok 17 km, a u pravcu severoistok - jugozapad 7 km. Sa severa, zapada, jugozapada i juga ovaj plato je ograničen linijom koja počinje na obali Tise kod Mošorinskog vikend naselja (poznatog i pod nazivom *Dukatar*), a zatim prolazi kroz Mošorin, Vilovo, Lok i završava u Titelu, ponovo na obali Tise. Što se tiče severoistočne granice, nju predstavljaju strmi lesni odseci prema Tisi koja sa pomenute strane u blagom luku opasuje Titelski breg u dužini od oko 10 km. Unutar opisanih granica površina Titelskog brega iznosi 94 km<sup>2</sup>, od čega prirodnom slivu Tise pripada polovina platoa, odnosno njegovi severoistočni i južni delovi koji su od ostatka brega odvojeni ranije opisanom vododelnicom uglavnom pravca severozapad - jugoistok.



Skica 3. Lesni profil na istočnom obodu Titelskog brega (Bukurov, 1948)  
1-recentni humusni sloj; 2-smeđa zona; 3-les; 4-lesne koncentracije

Lesne naslage koje učestvuju u građi Titelskog brega, takođe su navejane tokom gornjeg diluvijuma kada su se često smenjivali suvi i hladni sa vlažnijim i toplijim klimatskim periodima. Inicijalni les je nataložen preko donjediluvijalnih i gornjepiocenih

glina i peskova koje prema tome čine podinu Titelskom lesnom platou. Istraživači Titelskog brega se ne slažu u broju registrovanih smeđih zona i lesnih skladova. Tako B. Ž. Milojević (1948) izdvaja pet smeđih zona, J. Marković-Marjanović (1949) čak sedam, a V. D. Laskarev (1951) četiri. Ovo neslaganje oko broja mrkih zona i lesnih skladova B. Bukurov (1975) objašnjava sasvim jednostavno. On smatra da se mrke zone lako mogu prepoznati samo na osveženim profilima nastalim neposredno nakon odronjavanja. Posle određenog perioda one bivaju zamaskirane denudovanim materijalom pa ih je teško uočiti. Neračunajući površinski humusni sloj B. Bukurov (1948) je na jednom lesnom profilu na istočnom obodu Titelskog brega izdvojio tri smeđe zone i četiri lesna sklada (*skica 3*).

Usamljen položaj Titelskog brega predstavlja veliku enigmu vezanu za ovaj lesni plato. Osnovno pitanje koje se postavlja glasi da li je Titelski breg nekada bio samo deo velike lesne površine iz koje je kasnije izdvojen fluvijalnim erozivnim radom Dunava i Tise, ili je pak od početka navejavanja lesa egzistirao kao samostalna reljefna celina? U prilog prvom delu pitanja ide shvatanje J. Halavača koji smatra da je Titelski breg erozijom Dunava otkinuti krajnji istočni deo Fruškogorske lesne zaravni. U osnovi sa ovim se mišljenjem slažu i J. Cvijić i D. Gorjanović-Krangberger. Jene Čolnoki smatra da Titelski breg predstavlja deo mnogo prostranije lesne površine koja je erozivnim radom reka kasnije podeljena na više delova među kojima je i Titelski lesni plato. Potpuno oprečnog shvatanja su B. Ž. Milojević i B. Bukurov. Prvi autor je mišljenja da je Titelski breg od samog početka formiranja bio ograničen Dunavom i Tisom te nije mogao biti u vezi sa Srednjom bačkom, zatim Banatskom i Fruškogorskom lesnom zaravni. I B. Bukurov smatra da je Titelski breg od početka svoje evolucije bio usamljeno ostrvo opkoljeno Dunavom, Tisom, Crnom barom i Jegričkom.

Dakle, ono što je zajedničko izloženim mišljenjima jeste da je postanak Titelskog brega, kao samostalne geomorfološke celine, rezultat procesa eolske akumulacije i fluvijalne erozije. Razlika je u tome što je prema prvom shvatanju fluvijalnom erozijom Titelski breg razdvojen od drugih lesnih površina, dok je prema drugom mišljenju rečna erozija uticala samo na smanjivanje od početka samostalne reljefne celine (Bukurov, 1975).

U odnosu na niži okolni teren Titelski breg je sa svih strana jasno izdvojen visokim lesnim kosama i odsecima. Naročito strmi odseci nalaze se na njegovoj istočnoj i severoistočnoj strani okrenutoj prema Tisi (*slika 5*). Nastali su vertikalnim cepanjem lesnih formacija prouzrokovanim prvenstveno bočnim erozivnim radom reke. Maksimalna apsolutna visina Titelskog brega, od 130 m, je u njegovom severoistočnom delu, tačnije na Pejićevom salašu odmah iznad Tise, a minimalna, od 111 m, severoistočno od Vilova, koje se nalazi u jugozapadnom podnožju platoa. Prosečna apsolutna visina Titelskog brega iznosi 120 m (Bukurov, 1976). Pomenuti raspored visina ukazuje na generalnu nagnutost površine ovog usamljenog geomorfološkog člana od severoistoka prema jugozapadu za prosečnih 271 cm/km. Deo brega koji se odvodnjava prema Tisi nagnut je od strmih lesnih odseka na severoistoku prema zoni između Loka i Titela, na jugu, prosečno oko 80 cm/km.



Slika 5. Visoki lesni odseci Titelskog brega na km 14 toka Tise  
(foto: D. Pavić, 2004)

Zatalasana površina Titelskog brega bogata je različitim geomorfološkim oblicima nastalim u tipskom lesu procesima hemijske i mehaničke erozije i akumulacije. Radi se o brojnim formama poput *predolica*, *dolina*, *lesnih piramida*, *visećih dolina*, *provalija*, *pleća*, *poličica*, *surduka*, *glodina*, *dvojnih oblika fluviokarsne erozije*, *plavina*, *slivaka* i *odronja* (Bukurov, 1975). Svi ovi oblici učestvuju i u površinskoj morfologiji onog dela platoa koji pripada slivu Tise. Među njima su najbrojnije *predolice*, nepravilno raspoređena lesna udubljenja. Veoma su česte i kratke vododerine, odnosno *doline* duge najčešće 100 - 200 m koje se spuštaju prema nižem okolnom terenu. Ove doline, čiji poprečni profili imaju izgled latiničnog slova “V”, nastale su erozivnim radom vode koja se za vreme kiša sliva sa Titelskog brega. Najveću dužinu na bregu ima dolina Busija, vremenom preinačena u surduk, koja severno od Gornjeg Titela zalazi u unutrašnjost platoa pravcem jugoistok - severozapad u dužini od oko 3 km. Na istočnoj i severoistočnoj strani platoa vododerine su podsečene erozivnim radom Tise, odnosno vertikalnim cepanjem lesa pa imaju karakter *visećih dolina*. U početku svog formiranja doline mogu imati i izgled dubljih *provalija* i to u slučaju kada se obrazuju neposredno na periferiji lesnog platoa. Nastaju vertikalnom erozijom vode koja se sliva sa viših delova brega. Između susednih lesnih dolina mogu se pojaviti i različita uzvišenja koja se zbog svog specifičnog oblika nazivaju *lesne piramide*. Jedna se takva, u ovom slučaju trostrana piramida, poznatija pod nazivom “plast” (slika 6), nalazi severno od Titela. Na površini Titelskog brega postoje i slučajevi srastanja dolina i predolica. S obzirom na činjenicu da su doline nastale fluvijalnim i karsnim, a predolice karsnim procesom, ovakve se pojave u reljefu nazivaju *dvojni oblici fluviokarsne erozije*.



Slika 6. Lesna piramida "Plast" (foto: D. Pavić, 2004)

Analizirajući dalje geomorfološke odlike Titelskog brega, važno je spomenuti *pleća* i *poličice*, kao oblike koji nastaju po obodu platoa. Naime, vertikalnim cepanjem lesnih naslaga od oburvanog materijala formirane su blage padine obrasle vegetacijom koje lokalno stanovništvo naziva *pleća*. Neprestanim sleganjem materijala na plećima se javljaju horizontalne paralelne pukotine jedna iznad druge koje B. Bukurov (1975) naziva *poličice*. Pored pomenutih geomorfoloških oblika, koji su nastali karsno-fluvijalnom erozijom na Titelskom bregu postoje i takvi oblici u čijem je formiranju učestvovao i čovek. Radi se o *surducima*, uskim prosecima, odnosno seoskim putevima, koji se strmo dižu prema višim delovima platoa. Obrazovani su produbljivanjem prirodnih dolina koje je čovek koristio ili koristi za saobraćaj ili kao prolaz za stoku. Na Titelskom bregu ih ukupno ima 68, a najveći među njima je pomenuta Busija. Odnosnjem humusnog sloja i otkrivanjem lesa intenzivirani su procesi hemijske i mehaničke (fluvijalne i eolske) erozije usled čega je dolina produbljena. Na stranama surduka, ali i stranama samog Titelskog brega neretko se javljaju i *glodine*, odnosno mali strmi odseci visoki 1 - 3 metra.

Među akumulativnim geomorfološkim oblicima na Titelskom bregu najznačajnije su plavine, slivci i odronje. *Plavine* su formirane na krajevima dolina, tamo gde se one spuštaju sa Titelskog brega na niži okolni teren. O njihovom prostranstvu i značaju govori podatak da su sva naselja oko platoa podignuta upravo na plavinama. Najveća plavina je obrazovana na mestu gde Busija napušta Titelski breg i spušta se na Titelsku terasu u čijoj građi najviše učestvuje upravo plavinski materijal. U samim dolinama, ali i po obodu Titelskog brega postoje i brojni *slivci*, oblici koji nastaju taloženjem denudovanog lesa sa nagnutih lesnih strana. Na kraju analize geomorfoloških karakteristika dela Titelskog brega koji pripada slivu Tise neophodno je pomenuti tzv. *odronje*, koje predstavlja nezaobilazni deo morfologije ovog dela platoa. Naime, odronje nastaje vertikalnim cepanjem i oburvavanjem lesa nakon čega ostaju lesni odseci koji se visoko dižu iznad okolnog nižeg

terena. Pojava odronja i vertikalnih odseka je karakteristična za severoistočnu i istočnu stranu Titelskog brega koje su okrenute prema Tisi i izložene njenoj latentnoj eroziji.

### **Tamiška lesna zaravan**

Na prostoru srednjeg Banata, u međurečju Tamiša i Begeja, nalazi se Tamiška lesna zaravan. Njena jugoistočna granica prema Tamišu je veoma jasna. Po J. Marković-Marjanović (1949) čine je lesni odseci visoki i do 23 m. Granica počinje kod Botoša, a zatim se jugozapadnim pravcem nastavlja preko Orlovata do Idvorske skele nedaleko od Farkaždina. Zapadna granica ide dolinom Petre čija je leva obala, usečena u zapadnom delu zaravni, za 5 m viša od desne. Na istoku, granica Tamiške lesne zaravni počinje kod Botoša odakle najpre u dužini od oko 5 km ide prema zapadu, a zatim skreće prema severu i u dužini od oko 10 km nju čini dolina Šozova. Ova dolina, čija je desna dolinska strana viša od leve za 7 - 8 m postepeno nestaje između sela Sutjeske i Lazareva na potezu Kendereš ili Kudeljište. Gotovo nerešiv problem predstavljalo je određivanje severozapadne i severne granice Tamiške lesne zaravni prvenstveno zbog, u ovom delu blage nagnutosti njene površine prema Begeju. Jelena Marković-Marjanović (1949) je smatrala da se Tamiški lesni plato na severu prostire sve do Kleka, dakle gotovo do samog Begeja. Ovom mišljenju se suprostavio B. Bukurov (1984), koji smatra da pitanje severne granice treba ostati otvoreno jer Tamiška lesna zaravan u ovom delu osim što nije visinski istaknuta u odnosu na okolni teren, nije ni geološki dovoljno istražena na osnovu čega bi se mogla izdvojiti kao zasebna geološko-morfološka celina. Ipak, on je mišljenja da se ova diskutabilna granica nalazi južnije i da je mnogo realnije da ona ide linijom koja spaja Ečku, Martince, Lazarevo i železničku stanicu Banatski Despotovac.

Čak i ako se ovako povučene severna i severozapadna granica uzmu u obzir, krajnji severozapadni delovi Tamiške lesne zaravni ulaze u sastav prirodnog sliva Tise. Radi se o uskom pojasu širine 1 - 2 km koji se pruža od Stajićeve preko Ečke do Lazareva u dužini od oko 15 km. Upravo iz tog razloga Tamišku lesnu zaravan nije bilo moguće zaobići u prikazu geomorfoloških karakteristika istraživanog područja. Površina celokupnog platoa je nagnuta od juga i jugoistoka, gde apsolutne visine rastu i do 99 m, prema severu i severozapadu, gde visine opadaju do 81 m. Apsolutne visine uskog pojasa koji pripada slivu Tise su 81 - 83 m, što ovaj deo platoa visinski ne ističe u odnosu na okolni teren lesne terase. Površina Tamiške lesne zaravni je gotovo idelano zaravnjena, tako da na njoj, osim nekoliko surduka, nema reljefnih oblika karakterističnih za lesne zaravni.

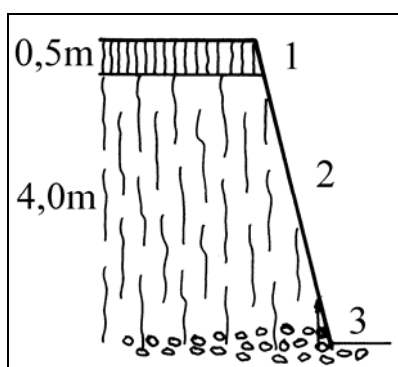
Zahvaljujući otkrivenim lesnim profilima na jugu i jugoistoku J. Marković-Marjanović (1949) je utvrdila da u geološkoj građi ovih delova Tamiškog lesnog platoa učestvuju gornjediluvijalne lesne formacije koje se javljaju u vidu jednog ili dva lesna sklada rastavljena jednom smeđom zonom. Takođe, ona smatra da je ovaj plato nekada bio deo Južne banatske lesne zaravni od koje je odvojen erozivnim radom Tamiša.



## Lesna terasa

U odnosu na lesne zaravni, terasa predstavlja nižu geomorfološku stepenicu u reljefu sliva Tise u Srbiji. Ova reljefna celina zauzima velike površine i u bačkom i u banatskom delu sliva, s tim što ona zapadno od Tise ima kontinuirano rasprostranjenje, dok je na istoku isprekidana dolinama Zlatice, Galacke i Begeja. Postanak lesne terase se dovodi u direktnu vezu sa erozivno-akumulativnim radom Dunava i Tise. Prema veoma sličnim shvatanjima Koha, Halavača i Čolnokija lesna terasa je nastala erozivnim radom pomenutih reka koje su najpre u prostranoj lesnoj površini usekle svoja korita, a zatim bočnom erozijom tokom gornjeg diluvijuma proširile dolinske ravni do širina koje danas odgovaraju prostranstvu lesne terase. Po ovom shvatanju terasa je erozivna tvorevina gornjediluvijalne starosti u čijoj geološkoj građi učestvuje stariji les navejan u barsko-močvarnoj sredini koji je u procesu fluvijalnog erozivnog rada otkriven odnošenjem povlatnog mlađeg lesa. Kasnijim istraživanjima B. Ž. Milojević i B. Bukurov dolaze do drugačijeg zaključka. Oni smatraju da je lesna terasa pre svega akumulativnog porekla i da je sastavljena od pretaloženog, barskog i suvozemnog lesa akumuliranog tokom Virma III. Prema pomenutim autorima terasa dobija sadašnji izgled i dimenzije rečnom erozijom u postvirmskom periodu. Dakle, po ovom shvatanju lesna terasa je nastala eolskom i fluvijalnom akumulacijom i rečnom erozijom tokom Virma III i nakon kasnog virmskog glacijala (Davidović, Miljković, Ristanović, 2003).

Dok u geološkoj građi lesnih zaravni učestvuje u najmanje dva lesna sklada rastavljena jednom smeđom zonom, u sastavu diluvijalne terase postoji samo jedan lesni horizont. Činjenica da nema mrkih zona navodi na zaključak da je terasni les akumuliran u jednom mahu (*skica 4*). Prema istraživanjima B. Bukurova (1948) debljina terasnog lesa zajedno sa površinskim humusnim slojem ne prelazi 6 metara.



Skica 4. Profil lesne terase severno od Ade (Bukurov, 1948)  
1-recentni humusni sloj; 2-pretaloženi les; 3-lesne konkrecije

U **bačkom delu sliva Tise** lesna terasa zahvata veliki prostor koji sa istoka i juga opasuje Srednju bačku lesnu zaravan. Njena istočna granica je veoma jasna jer je predstavljena prilično strmim kosama preko kojih se viši teren terase spušta prema nižem terenu aluvijalne ravni Tise. Ova granica počinje od državne granice sa Mađarskom na

severu, a završava na jugu kod Titelskog brega. Na čitavoj dužini ona je veoma vijugava, a na njenim isturenim delovima prema Tisi podignuta su naselja: Martonoš, Kanjiža, Nadrljan, Senta, Ada, Mol, Bačko Petrovo Selo, Bečej, Bačko Gradište, Čurug, Žabalj i Mošorin. Južna i zapadna granica lesne terase u bačkom delu sliva Tise određena je vododelnicom koja se na jugu približava aluvijalnoj ravni Dunava, a na zapadu dolini Mostonge. Od višeg terena Srednje bačke lesne zaravni diluvijalna terasa je veoma jasno odvojena ranije pomenutim strmim odsecima visokim i do 30 m. U ovako opisanim granicama lesna terasa u bačkom delu sliva najmanje širine ima između Tise i Srednje bačke lesne zaravni. U ovom delu široka je od 5 km (kod Sente) do 14 km (kod Martonoša). U južnom delu diluvijalna terasa je znatno šira tako da na potezu Srbobran - Rumenka dostiže širinu i do 30 km.

Na krajnjem jugoistoku Bačke postoji još jedan fragment lesne terase koji svojim istočnim delom pripada slivu Tise. Radi se tzv. Titelskoj terasi, koja se nalazi između Titelskog brega, Tise, aluvijalne ravni Dunava i sela Lok. Ova površina, prosečne apsolutne visine 84 m, ima oblik izduženog ravnokrakog trougla koji se pruža pravcem istok - zapad u dužini od oko 6 km. Severna i južna granica Titelske terase su naročito izražene. Na severu ona je predstavljena strmim kosama prema znatno višem Titelskom bregu, a na jugu naglim prelazom prema nižem terenu aluvijalne ravni Dunava. Na istoku i zapadu granica nije naročito naglašena. Naime, istočni deo Titelske terase se preko jedne niže stepenice postupno spušta u aluvijalnu ravan Tise, dok se na zapadu ova terasa lagano spušta prema aluvijalnoj ravni Dunava (Bukurov, 1948). Postoje dva shvatanja o postanku Titelske terase. Prema prvom ona je erozivnog, a prema drugom akumulativno-erozivnog porekla. U oba slučaja Dunav je glavni agens koji je učestvovao u njenom obrazovanju (Bukurov, 1975).

Istočno od Tise, u **Banatu** prostire se takođe lesna terasa kao evolutivno-genetski ekvivalent terasi u Bačkoj. Mada je geomorfološki jedinstvena ona je ovde izdvojena erozivnim radom Zlatice, Begeja i Tamiša, na četiri manje lesne površine. Naime, od severa ka jugu i jugoistoku smenjuju se Krstursko-siriška, Novokneževačka, Novobečejsko-zrenjaninska i Pančevačka terasa. Banatskom delu sliva Tise pripadaju prve dve površine u celini, kao i veći deo Novobečejsko-zrenjaninske terase koja je vododelnicom između Begeja i Tamiša zapravo podeljena u dva sliva.

*Krstursko-siriška lesna terasa* se nalazi u uglu između Tise i Moriša. Manjim, severnim delom prostire se u Mađarskoj, a većim, južnim u Srbiji. Naziv je dobila po naseljima Krstur (u našoj zemlji) i Sirig (u Mađarskoj). Da nije reč o zanemarivoj površini govori podatak da je se na ovoj terasi nalazi deset naselja od kojih su tri u Mađarskoj (Sirig, Novi i Stari Sentivar), a ostalih sedam u Srbiji (Đala, Krstur, Rabe, Majdan, Banatsko Arandelovo, Podlokani i Vrbica). Deo Krstursko-siriške terase koji pripada Srbiji, odnosno istraživanom delu sliva, na zapadu i jugu je jasno ograničen prelazom prema 4 - 5 m nižem terenu aluvijalne ravni Tise. Svojim proširenjem u unutrašnjost Banata Tisina aluvijalna ravan na jugu zapravo razdvaja Krstursko-sirišku lesnu terasu od Novokneževačke. Prema istoku Krstursko-siriška terasa se u vidu uske zone nastavlja do naselja Rabe, a zatim naglo skreće prema jugu, odnosno naseljima Majdanu, Banatskom Arandelovu, Podloknu i Vrbici,



nakon čega povija uzvodno uz aluvijalnu ravan Zlatice (Davidović, Miljković, Ristanović, 2003).

*Novokneževačka lesna terasa* se nalazi južno od Krstursko-siriške. Njena zapadna granica počinje na severu kod Novog Kneževca, a završava kod Padeja i aluvijalne ravni Zlatice. Radi se o veoma jasnoj granici koja je predstavljena dodirnom zonom lesne terase sa 6 - 8 m nižom aluvijalnom ravni Tise. Zapadna granica Novokneževačke terase nije pravolinijska nego se javlja u vidu konkavnih i konveksnih lukova. Upravo na konveksnim lukovima podignuta su ivična naselja: Novi Kneževac, Sanad, Čoka, Ostojićevo i Padej. Za razliku od zapadne, severoistočna i jugoistočna granica nisu u potpunosti jasne jer se preko niza lučnih udubljenja i brežuljaka spajaju sa nižim aluvijalnim terenima. Na severoistoku se radi o pomenutom aluvijalnom zemljištu koje razdvaja Krstursko-sirišku od Novokneževačke lesne terase, a na jugoistoku o aluvijalnoj ravni Zlatice. Ono što ipak pomaže u određivanju jugoistočne granice Novokneževačke lesne terase jesu naselja Crna Bara, Banatski Monoštor, Jazovo i Padej koja se nalaze u kontaktnoj zoni terase i aluvijalne ravni Zlatice (Bukurov, 1984).

*Novobečejsko-zrenjaninska lesna terasa* se prostire južno od široke i razuđene aluvijalne ravni Zlatice. Dobila je naziv po najvećim naseljima koja se nalaze na njenoj površini. Ova prostrana reljefna celina zapravo na severu počinje od kanalisane reke Galacke i na jugu dopire sve do aluvijalne ravni Tamiša. Iako je između Jankovog Mosta, Kleka i Zrenjanina Begej svojim meandrom deli na dve celine ona je ovde predstavljena u vidu jedinstvene površine. Najjasnija granica Novobečejsko-zrenjaninske lesne terase je na zapadu prema nižem terenu aluvijalne ravni Tise. Predstavljena je strmim kosama koje se javljaju u vidu konkavnih i konveksnih lukova. Na isturenim delovima lesne terase nalaze se naselja poput: Novog Bečeja, Kumana, Elemira, Aradca, Zrenjanina, Ečke, Stajićevo, Perleza i Čente. Poslednje naselje se nalazi van granica istraživanog područja i pripada slivu Dunava.

Usled velike razuđenosti Novobečejsko-zrenjaninske lesne terase njenu severnu i istočnu granicu je daleko teže utvrditi. Približno ona ide linijom koja spaja naselja: Bikač, Bašaid, Tordu, Mihajlovo, Jankov Most, Žitište, Begejce, Novi Itebej, Srpski Itebej i Među koja se poput Čente nalazi van prirodnog sliva Tise. Jugoistočna i južna granica Novobečejsko-zrenjaninske lesne terase predstavljena je kontaktnom zonom sa nižom aluvijalnom ravni Tamiša. Počevši od državne granice sa Rumunijom prema jugozapadu na kontaktu ovih reljefnih celina nalaze se naselja: Jaša Tomić, Sečanj, Sutjeska, Banatski Despotovac, Botoš, Orlovat, Farkaždin i ranije pomenuta Čenta. Sva ova naselja se nalaze van istraživanog područja jer se vododelnica u banatskom delu sliva nalazi bliže Begeju, odnosno nešto severozapadnije od linije koja spaja pomenuta naselja. Dakle, Novobečejsko-zrenjaninska lesna terasa jednim uskim pojasom, između vododelnice i aluvijalne ravni Tamiša, pripada slivu ove reke.



Slika 7. Kontakt Novobečejsko-zrenjaninske lesne terase i aluvijalne ravni Tise kod Elemira na potezu Okanj bare (foto: D Pavić, 2005)

Analizirajući apsolutne visine onih delova lesne terase koji pripadaju slivu Tise mogu se izvesti bitni zaključci koji se odnose na generalnu *nagnutost* ove reljefne celine. Naime, u bačkom delu sliva i istočni i južni delovi lesne terase generalno su sasvim blago nagnuti prema Tisi. Primera radi kod Stapara i Bačkog Brestovca apsolutne visine lesne terase su 89 - 91 m, a kod Žablja, Mošorina i Bačkog Gradišta 81 - 82 m, što daje prosečan pad površine ove reljefne celine u pravcu zapad - istok od oko 10 cm/km. I u banatskom delu sliva situacija je slična kada su u pitanju Krstursko-siriška i Novokneževačka lesna terasa koje su blago nagnute prema Tisi. Međutim, to nije slučaj i sa veoma razućenom Novobečejsko-zrenjaninskom terasom koja je blago nagnuta od Potisja prema istoku (npr. kod Novog Bečaja lesna terasa ima apsolutnu visinu oko 84 m, a kod Srpske Crnje i Radojeva oko 80 m). Razlog tome je postojanje velike neotektonske depresije generalno meridijanskog pravca pružanja koja se prostire u istočnom delu našeg i zapadnom delu rumunskog Banata.

Nagnutost lesne terase je izražena i od severa prema jugu, odnosno niz tok, sa obe njegove strane. Od ulaska u našu zemlju pa do ušća Tise apsolutne visine kontaktnih delova lesne terase sa aluvijalnom ravni opadaju za ukupno 5 m (prosečno 4,5 cm/km). U najsevernijim, pograničnim delovima njena apsolutna visina je oko 86 m, kod Kanjiže i Novog Kneževca oko 84 m, zatim kod Bečaja i Novog Bečaja 83 - 82 m, kod Žablja i Aradca oko 82 m i kod Titela i Perleza 82 - 81 m. Prikazani raspored apsolutnih visina lesne terase, koji ukazuje na nagnutost njene površine niz tok Tise, potvrđuje shvatanje da je ona ranije bila dolinska ravan ove reke. U prilog ovome ide i činjenica da je površina lesne terase nagnuta i prema samom vodotoku. Takođe, važno je istaći da je relativna visina terase najveća na jugu Potisja gde dostiže čak 10 m, dok je na severu u pograničnoj zoni u odnosu na aluvijalnu ravan Tise viša za oko 5 m. Uzvodno u Mađarskoj relativna visina lesne terase se i dalje smanjuje, sve do visine same aluvijalne ravni.

Sagledavajući *geomorfološke karakteristike* lesne terase lako je uočljivo da se ne radi o idealno zaravnjenoj ravni. Istina, njena površina nije vertikalno raščlanjena kao što je to

slučaj na lesnim zaravnima, gde u geološkoj građi najvećim delom učestvuje veoma porozan tipski suvozemni les. Na diluvijalnoj terasi, vladaju drugačiji hidrogeološki uslovi, što je posledica prisustva izmenjenog, odnosno pretaloženog i barskog lesa u njenoj građi. Zahvaljujući ovoj činjenici na terasi je omogućeno stvaranje normalne površinske hidrografije, a samim tim i oživljavanje fluvijalne erozije i akumulacije, kao i denudacije. Zahvaljujući ovim procesima na lesnoj terasi su stvoreni vertikalno manje izraženi morfološki oblici poput *lučnih udubljenja*, *peščanih brežuljaka* i *rečnih dolina*. Na pojedinim mestima javljaju se i poličice nastale hemijskim radom vode. Pre same analize geomorfoloških prilika važno je napomenuti da će o antropogenim zahvatima koji su sprovedeni na površini lesne terase (prokopavanje kanalske mreže Hs DTD), kojima su u određenoj meri izmenjene njene reljefne karakteristike, biti reči u delu rada koji se odnosi na uređenje voda na prostoru Bačke i Banata.

U Bačkoj lučnih udubljenja ima najviše u najširim, južnim delovima lesne terase. Najčešće su polumesečasta i vijugava. Dužina im je uglavnom 3 - 5 km, širina nekoliko desetina do 100 - 200 m, a dubina 1 - 3 m. Javljaju se kao zatvorena i otvorena. Kod prvih ne postoji površinsko oticanje, zbog čega se u njima duže zadržava voda sakupljena nakon izlučivanja kiše. Otvorena lučna udubljenja su jednim krajem spojena sa drugim lučnim udubljenjem, a preko njih i sa glavnim vodotokom čime je omogućeno slobodno oticanje vode po njihovom dnu. Upravo su otvorena lučna udubljenja karakteristična za onaj deo Bačke lesne terase koji pripada slivu Tise, a najbrojnija su južno od Jegričke prema kojoj se stiču.

Važan element morfologije Bačke lesne terase predstavljaju i dugački peščani brežuljci koji po obliku podsećaju na dine ili pre na peščane sprudove pored reka. Zahvaljujući geološkim istraživanjima utvrđeno je da su stvoreni akumulacijom fluvijalnog materijala prilikom visokih vodostaja, dok su konačnu formu dobili radom vetra. Najveći broj peščanih brežuljaka nalazi se van istraživanog područja, mada ih ima i u onom delu lesne terase koji pripada slivu Tise. Jedna takva "dina" nalazi se severno od Bačkog Petrovca.

Prema B. Bukurovu (1948) početak formiranja lučnih udubljenja, ali i peščanih brežuljaka u Bačkoj vezan je za prelesno doba što se može zaključiti na osnovu činjenice da su ovi oblici pokriveni tanjim slojem lesa. Stvoreni su erozivno-akumulativnim radom Dunava koji je premeštajući se prema jugozapadu na površini današnje Bačke lesne terase ostavljao za sobom veliki broj rukavaca, meandara i obalskih brežuljaka.

Na površini onog dela južne bačke lesne terase, koji pripada slivu Tise, postoji nekoliko rečnih dolina, među kojima su najznačajnije doline Jegričke i Crne bare. Dolina Jegričke se pruža generalnim pravcem zapad - istok u dužini od oko 60 km. Počinje u depresiji koja se nalazi u trouglu između Ratkova, Paragova i Pivnica na zapadu, a završava se ušćem Jegričke u Tise, na istoku. Dakle, gotovo je u celini formirana na južnoj bačkoj lesnoj terasi, a samo kraćim delom, pri ušću, na aluvijalnoj ravni Tise. Prema njoj se stiče veći broj manjih dolina jegričkih pritoka poput Velike bare, Ugarske bare, Alparske bare, Vuge, Belog kanala i Male bare. Dolina Jegričke ima znatne dimenzije, u prvom redu širinu, što je posebno izraženo u gornjem toku gde se ona sastoji od niza plitkih (do 2 m) i

širokih depresija (do 700 m) povezanih užim delovima. Ovakvim morfološkim osobinama gornji delovi doline Jegričke poprimaju kompozitan karakter. U srednjem i naročito donjem toku dolina ima sve naglašenije crte. Strane su joj strme, visine oko 3 m, dok joj je prosečna širina smanjena na oko 70 m. Mada nije karakteristično za lesnu terasu, bliže Tisi dolina Jegričke ima oblik lesnog dola u čijem dnu je kanalisano korito širine 4 - 5 m. Na osnovu znatnih dimenzija, zatim činjenice da se sastoji od niza lukova koji predstavljaju napuštene tokove neke veće reke, kao i geoloških istraživanja može se zaključiti da današnja dolina Jegričke predstavlja preobraženu dolinu nekog prelesnog vodotoka (Bukurov, 1975). Ovde je neophodno naglasiti i činjenicu da je južna bačka lesna terasa osim pomenute generalne nagnutosti prema Potisju nagnuta i prema dolini Jegričke, svom najnižem delu koji se karakteriše prisustvom većeg broja depresija. Sve se one nalaze u slivu Jegričke, a najniže i najprostranije su one kod Ratkova, Siriga i Žablja (Milošev, Radić, 1996).

Severnije od Jegričke, na kontaktu Srednje bačke lesne zaravni i nižeg terena lesne terase pruža se dolina Crne bare. Ovo prirodno udubljenje, čijim je najnižim delom nekada tekao prirodni vodotok, početkom 19. veka je iskorišteno za prokopavanje tzv. Velikog bačkog kanala. Dolina Crne bare je dugačka 47 km. Počinje kod Sivca na zapadu, a završava u aluvijalnoj ravni Tise severno od Bačkog Gradišta, na istoku. Morfološki je naročito izražena na sektoru od Turije do aluvijalne ravni Tise. Naime, kod pomenutog naselja u Crnu baru (danas Veliki bački kanal) ulivale su se Krivaja i Beljanska bara, čime je ona na nizvodnijem sektoru imala karakter ozbiljnijeg vodotoka i snažnijeg geomorfološkog agensa. Takođe, ovom prilikom je važno podsetiti da i na površini uskog istočnog dela Bačke lesne terase postoje rečne doline. Radi se o donjim delovima ranije pomenutih dolina Čika, Budžaka i Kereša (Bukurov, 1975).

I na području Banata lesna terasa ne predstavlja idealnu ravnicu. Šta više, njena površina je u odnosu na površinu lesne terase u Bačkoj još u većoj meri izbrazdana i ispunjena brojnim međusobno paralelnim lučnim udubljenjima i brežuljcima dugim i do 10 km. Činjenica da su pomenuti oblici otvoreni prema Tisi, navodi na zaključak da su nastali erozivno-akumulativnim radom ove reke koja je tokom prošlosti često menjala svoj tok. Takođe, bitno je istaći da lučne depresije i brežuljci u različitim delovima banatske lesne terase imaju vidno drugačiji pravac pružanja. Nezaobilazni elementi u morfologiji lesne terase u Banatu su i manje rečne doline, kao i humke, uzvišenja antropogenog porekla koja su viša u odnosu na okolno zemljište za nekoliko metara. Postoji dvojako shvatanje o njihovom postanku. Prema prvom one predstavljaju fortifikacione objekte koje su izgradili stari narodi u praistorijsko vreme, a prema drugom humke predstavljaju stare mogile u kojima su sahranjivane značajne ličnosti iz pomenutog vremena.

Na površini Krstursko-siriške lesne terase postoji veći broj lučnih udubljenja i brežuljaka. U njenom južnom delu, koji se nalazi u našoj zemlji, ovi oblici se pružaju pravcem istok - zapad. Takođe, ovde se nalazi i veći broj humki koje su u odnosu na okolno zemljište više za 8 - 10 m. Posebno su interesantne pravilno poređane humke na jednoj višoj lučnoj gredi jugozapadno od Đale, kao i humke na uzvišenju Orlova gnjezda u blizini Majdana. Prema B. Bukurovu (1984) uzvišenje Orlova gnjezda moglo bi predstavljati ostatak neke razorene lesne zaravni. Važan deo morfologije Krstursko-siriške lesne terase

je i dolina potoka Poganj koja počinje u Mađarskoj. U našoj zemlji dolina se meandarski pruža od naselja Rabe preko Majdana i obilazeći uzvišenje Orlova gnjezda završava se u prostranoj depresiji koja razdvaja Krstursko-sirišku od Novokneževačke lesne terase. Ukupna dužina doline je svega 20 km, ali njena širina navodi na zaključak da ju je morao izgraditi veći vodotok. Prema B. Bukurovu (1984) dolinu je formirao Moriš još u prelesno doba kada je tekao južnije u odnosu na današnji tok. Ovde je bitno pomenuti i da u središnjem delu aluvijalne depresije koja se nalazi između Krstursko-siriške i Novokneževačke lesne terase, postoji uzvišenje ostrvskog karaktera. Ono se sastoji iz tri manja ostrva: Malog sigeta, Velikog sigeta i Vrbovog sigeta. Da se radi o fragmentima lesne terase koji su izolovani erozivnim radom Tise govore do 1.000 m široka lučna udubljenja koja ih okružuju.

Novokneževački deo lesne terase morfološki je veoma sličan prethodno opisanom Krstursko-siriškom delu. Osnovna razlika je u tome što je u manjoj meri razuđen lučnim depresijama i brežuljcima. Ovi oblici, uglavnom podnevačkog pravca pružanja, naročito su skoncentrisani u zapadnim delovima lesne terase oko Novog Kneževca i južno od Sanada pa do Čoke, kao i istočno od ovih naselja sve do Crne Bare. Po znatnim dimenzijama (širina do 1.000 m) posebno se izdvajaju izdužene depresije Širina i Suvarak, koje se nalaze između Novog Kneževca i sela Filić, zatim Kopovo i Šikšovara kod Sanada, napušteni meandar Kučerina severoistočno od Čoke, kao i Velika kurta, Mala kurta i Dugački dol zapadno od Jazova. Postoje i neki delovi Novokneževačke lesne terase, kao što je to slučaj između Čoke, Banatskog Monoštora i aluvijalne ravni Tise, gde preovlađuju depresije i brežuljci uporedničkog pravca pružanja.

Novobečejsko-zrenjaninska lesna terasa se odlikuje velikom razuđenošću, što se naročito odnosi na njen veći deo koji se prostire severno od begejskog preseka. Usled izrazite razuđenosti često je teško odrediti jasnu granicu prema nižem aluvijalnom zemljištu. Takav je slučaj na primer između Novog Bečeja i Novog Miloševa gde je granica između lesne terase i aluvijalne ravni Tise nejasna. Tome je svakako doprinela nekada moćna Galacka ili pak Moriš koji je prema B. Bukurovu (1984) ranije tekao njenom današnjom dolinom i svojim erozivnim radom razarao terasu. Morfološki veoma zanimljiv deo Novobečejsko-zrenjaninske lesne terase nalazi se između Novog Miloševa na severu, Bašaida na istoku, Kumana i Melenaca na jugu i Novog Bečeja na zapadu. Naime, na ovom delu terase postoje mnogobrojne plitke i uske, lučne i duge depresije rastavljene uskim i lučnim brežuljcima među kojima se najviši nazivaju humkama (apsolutne visine do 91 m - Gladilova humka severno od Bašaida). No, mnogo su interesantnije široke lučne i plitke doline u kojima su neretko formirana jezera, među kojima su svakako najpoznatija Veliko kopovo i Ostrovo.

Deo Novobečejsko-zrenjaninske lesne terase koji se nalazi južno od begejskog meandra ima naglašenije granice o čemu je ranije bilo reči. Ovde je njena površina izbrazdana plitkim i kraćim, međusobno paralelnim lučnim dolinama. Među njima je svakako najznačajnija 27 km duga dolina Petre koja počinje kod Ečke, a završava u aluvijalnoj ravni Tise, jugozapadno od Perleza. Ova dolina na istoku predstavlja granicu lesne terase prema

Tamiškom lesnom platou. Prema B. Bukurovu (1984) ovu dosta naglašenu dolinu tipa dola, formirala je Tisa u prelesno doba kada je tekla istočnije u odnosu na današnji tok.

### **Istočna banatska depresija**

Istočna banatska depresija zahvata prostranu površinu na istoku srpskog dela Banata gde se pruža generalnim pravcem severozapad - jugoistok. Ona zapravo predstavlja deo znatno veće neotektonske depresije meridijanskog pravca pružanja koja se prostire i na teritoriji rumunskog dela Banata. U našoj zemlji depresija je podeljena na dva dela, severni i južni. Severni deo depresije, poznat i kao Itebejska depresija, gotovo se u celosti nalazi u granicama prirodnog sliva Tise. Na severu počinje od male peščane grede formirane u desnom priobalju nekadašnje rečice Galacke, a na jugu završava linijom koja spaja Žitište, Begejce i Među, naselje koje se nalazi van istraživanog područja. Zapadnu granicu Itebejske depresije čini istočni obod Novobečejsko-zrenjaninske lesne terase, tačnije linija koja spaja naselja Bašaid, Tordu, Banatski Dvor i Žitište. Najniži delovi depresije leže na apsolutnim visinama 76 - 78 m, što je u odnosu na lesnu terasu niže za 3 - 6 m. Morfološki gledano može se reći da je dno depresije, ispunjene fluvijalno-eolskim materijalom, veoma zaravnjeno. Pre sprovedene regulacije Tamiša i Begeja ove reke su je redovno plavile pa otuda i naziv "Itebejska močvara" (Bukurov, 1984).

### **Aluvijalna ravan**

U granicama istraživanog područja aluvijalni tereni zauzimaju znatne površine. Najprostranija je svakako aluvijalna ravan Tise koja se na severu spaja sa aluvijalnom ravni Moriša, a na jugu sa aluvijalnom ravni Dunava. Takođe veoma je važno pomenuti i široku aluvijalnu ravan Zlatice koja se nastavlja istočno od Tisine aluvijalne ravni o čemu je već bilo reči.

Aluvijalna ravan Tise predstavlja najmlađu geomorfološku tvorevinu ove reke nastalu njenim erozivno-akumulativnim radom. Prateći tok sa obe strane ova niska vodoplovna površina, u kojoj je Tisa usekla svoje današnje korito, pruža se generalnim pravcem sever - jug. Od ulaska Tise u našu zemlju, na severu, do njenog ušća u Dunav, na jugu, dužina aluvijalne ravni u vazdušnoj liniji iznosi oko 120 km. Od višeg terena lesne terase je odvojena blagim ili strmim kosama visokim 6 - 8 m, a od Titelskog brega, na jugu, strmim odsecima visokim i do 50 m. Jedna od bitnih odlika aluvijalne ravni Tise u Srbiji je njena asimetričnost. Naime, na bačkoj strani zapadna granica prema lesnoj terasi je u najvećem delu veoma jasna, a razuđenost postoji jedino u sektoru istočno od Žablja i Đurđeva gde je razdvojena dolinom Jegričke i severno od Titelskog brega gde se aluvijalna ravan Tise račva i jednim krakom opkoljava ovaj plato sa zapadne strane. Nasuprot ovom proširenju u visini Titelskog brega, gde se iznad samog toka izdižu visoke strme lesne litice, aluvijalna ravan praktično i ne postoji (Bukurov, 1975). Slična je situacija na još nekoliko poteza gde

je reka bočnim pomeranjem došla do same Bačke lesne terase, što je slučaj kod Kanjiže, Adorjana, Sente, između Sente i Ade, kod Bačkog Petrovog Sela i kod Bečeja.

Na banatskoj strani aluvijalna ravan Tise ima sasvim drugačiji izgled. Njena granica je ovde takođe vijugava, ali i veoma razučena, jer su leve pritoke ove reke, odnosno Zlatice, Galacka i Begej, u velikoj meri erodirale lesnu terasu u Banatu. Upravo zbog ove činjenice aluvijalna ravan Tise u celini se odlikuje smenom izrazitih suženja i prostranih proširenja usled čega joj širina varira između 3 km i 20 km. Suženja se nalaze na ranije pomenutim, prema Tisi isturenim, poluostrvskim delovima Bačke i Banatske lesne terase. Tako je na suženju između Martonoša i Krstura aluvijalna ravan široka oko 3 km, između Sente i Čoke oko 4 km, između Ade i Padeja oko 5 km, između Bečeja i Novog Bečeja oko 10 km, dok je na poslednjem suženju između Titela i Perleza aluvijalna ravan Tise široka oko 8 km.

Između pomenutih suženja nalaze se prostrana proširenja aluvijalne ravni Tise koja su naročito razvijena na banatskoj strani istraživanog područja. Prvo takvo proširenje, gde se aluvijalna ravan širi duboko na istok u dubinu teritorije Banata, nalazi se između Krstura i Novog Kneževca (77 - 78 m a.v.). Drugo, naročito izraženo proširenje, gde se Tisina aluvijalna ravan spaja sa prostranom aluvijalnom ravni Zlatice, zahvata prostor između Padeja i Novog Bečeja (78 - 79 m a.v.). Nizvodnije od Novog Bečeja sledi treće proširenje koje je specifično po tome što je na ovom sektoru aluvijalna ravan Tise šira na bačkoj nego na banatskoj strani. Naime, na ovom potezu na bačkoj strani se nalazi prostrani Žabaljski rit (74 - 76 m a.v.), dok se aluvijalna ravan na banatskoj strani (76 - 77 m a.v.) prostire između Tise i linije koja spaja Novi Bečej, Kumane, Melence, Elemir i Aradac. U visini Aradca aluvijalna ravan je vidno uža nego što je to slučaj severno i južno od ovog naselja. Stoga se čitavo priobalno područje između Aradca na severu i Perleza na jugu može izdvojiti kao četvrto naglašeno proširenje aluvijalne ravni Tise (74 - 76 m a.v.). Južno od Perleza Tisina aluvijalna ravan se spaja sa širokom aluvijalnom ravni Dunava (Bukurov, 1984).



Slika 8. Prostrana inundacija "Ljutovo" kod Novog Bečeja  
(foto: D Pavić, 2005)

Posle analize prostiranja aluvijalne ravni Tise u našoj zemlji, lako je uočljivo da je njena površina znatno veća na banatskoj strani sliva. Uzimajući u obzir ovu činjenicu, kao i fluvijalne erozivno-akumulativne oblike na banatskom delu aluvijalne ravni i na banatskoj lesnoj terasi, može se zaključiti da je Tisa svoje recentno korito u znatnoj meri pomerila od istoka prema zapadu. S obzirom da ova reka kroz Vojvodinu generalno teče pravcem sever - jug jedan od bitnih faktora koji je uticao na pomeranje njenog toka prema zapadu je Zemljina rotacija, odnosno devijatorna sila usled koje, prema Berovom zakonu, Tisa više napada svoju desnu, dakle bačku obalu. Možda i najvažniji razlog za migraciju toka prema zapadu je ranije pomenuto tektonsko spuštanje današnjeg najnižeg dela Potisja u kojem je Tisa usekla savremeno korito. Pored pomenutih faktora, B. Bukurov (1948) navodi još tri koji su takođe doprineli pomeranju savremenog korita Tise prema zapadu. Radi se o mehaničkoj snazi levih pritoka, zatim snazi dominantnog jugoistočnog vetra i na kraju o mehaničkoj snazi ledenih santi. Od ova tri faktora na pomeranje Tisinog korita prema zapadu najviše je uticao prvi. Naime, spuštajući se sa Karpata leve pritoke, osim što su unosile znatne količine vode u donju Tisu, transportovale su i veću količinu peskovito-šljunkovitog materijala koji su na svojim ušćima taložile u vidu plavina kojima su tok Tise potiskivale prema zapadu. Preostala dva faktora su imala sekundaran uticaj na pomeranje Tisinog savremenog korita prema zapadu. Dominantan jugoistočni vetar je uticao tako što je formirao talase koji su napadali desnu obalu, dok su ledene sante povećavale iznos erozije pomenute obale (naročito u desnim krivinama) koja je na donjem toku Tise inače daleko više izložena bočnoj eroziji od naspramne, leve.

Evolucijom toka Tise dolazilo je i do pomeranja njenog ušća. Oslanjajući se na shvatanja Sisa i Halavača, B. Bukurov (1948) navodi da je Dunav nekada tekao obodom Telečke, odnosno koritom današnjeg Velikog Bačkog kanala, tako da je ušće Tise bilo mnogo severnije od današnjeg. Pomerajući se prema jugozapadu Dunav je svoje korito prepuštao Tisi kojoj se na taj način tok produžavao, a ušće pomeralo prema jugu. Naišavši na Frušku goru Dunav je generalno na ovom sektoru ustalio svoj tok. Ipak, u visini istočnog oboda ove planine došlo je znatnijeg pomeranja toka. Naime, Dunav je u vidu velikog meandra obilazio Titelski breg sa severne strane i tada je Tisu primao negde u visini današnjeg Mošorina. Do novog, značajnijeg pomeranja dunavskog toka došlo je nakon što je reka bočnom erozijom probila lesne naslage između Titela i Starog Slankamena i potekla kraćim putem južno od sada samostalnog Titelskog brega. Tada je Tisa produžila napuštenim koritom Dunava prema svom novom ušću.

Zbog različitih shvatanja o postanku Titelskog brega ne postoji usaglašen stav o razvoju dela Tisine doline koji se nalazi u visini ove istaknute reljefne celine. Prethodno izloženo mišljenje predstavlja jedno od onih koja polaze od pretpostavke da je Titelski breg nekada činio jedinstvenu celinu sa Fruškogorskom lesnom zaravni. Međutim, autori koji smatraju da je Titelski lesni plato od početka svog nastanka samostalan geomorfološki član imaju bitno različito mišljenje kada je u pitanju formiranje Tisine doline u ovom delu toka. Tako na primer J. Petrović i Lj. Miljković (1990) smatraju da Dunav nije pravio meandar severno od Titelskog brega nego je tekao približno današnjim pravcem, dakle južno od ove usamljene geomorfološke celine. U takvim uslovima Tisa je



najpre obilazila plato sa zapadne strane, gde je teren bio niži od onog u njegovom istočnom podnožju, i ulivala se u Dunav između Kobilja i Gardinovaca. Tek nakon potkopavanja istočnog oboda Titelskog brega i snižavanja niskog razvođa prema Begeju, Tisa jednim krakom obilazi plato sa druge strane i uliva se u Dunav znatno nizvodnije. Pomenuto potkopavanje Titelskog brega i snižavanje razvođa je posledica erozivnog rada Begeja i Tise, kao i intenzivne denudacije. Dakle, prema ovom mišljenju Tisa je u prvo vreme imala dva uvorna kraka od kojih je nadvladao novoformirani sa nizvodnijom kotom uvora.

Prema svemu sudeći autori se ne slažu oko načina postanka donjeg dela Tisine doline u Srbiji i mesta njenog ulivanja u Dunav tokom različitih faza evolucije. Međutim, saglasni su u tome da je tokom novijeg istorijskog perioda značajnijeg pomeranja ušća bilo. Naime, još u Rimsko doba, Tisa se u Dunav ulivala znatno nizvodnije od današnjeg ušća, kod naselja Surduk gde je postojala i tvrđava *Acumincum*. Od tada ova je reka pomerila svoje ušće oko 8 km uzvodno, tačnije oko 1 km nizvodnije od naspramnog Starog Slankamena gde se nalazi i danas.

Aluvijalna ravan donje Tise je blago nagnuta u pravcu oticanja rečnog toka o čemu govore i apsolutne visine njenih priobalnih delova. Ako se uzme u obzir donji deo toka, od ušća Moriša pa do Titela, gde otprilike završava Tisina, a počinje aluvijalna ravan Dunava, ukupan pad priobalnih delova ove reljefne celine iznosi svega 6 m. Naime, apsolutna visina priobalnih delova aluvijalne ravni Tise kod Segedina iznosi 82 m, kod Kanjiže i Novog Kneževca 80 - 79 m, kod Sente 78 m, kod Bečeja i Novog Bečeja 77 m, a kod Titela 76 m (Bukurov, 1975). Između državne granice (81 m a.v.) i Titela ukupan pad aluvijalne ravni Tise je 5 m ili prosečno 4,5 cm/km.

Površina aluvijalne ravni Tise nije u potpunosti ravna nego je izbrazdana čitavim nizom lučnih udubljenja, odnosno starih meandara, međusobno razdvojenih muljevito-peskovitim brežuljcima. Ovi oblici su nastali fluvijalnim erozivno-akumulativnim radom tokom visokih voda kada je reka napuštala stara i usecala nova korita, ali i akumulirala transportovani materijal u vidu izduženih uzvišenja. Dakle, u aluvijalnoj ravni Tise mogu se izdvojiti različiti erozivni i akumulativni geomorfološki oblici. Prvoj grupi pripadaju meandarsko korito, mrtvaje i stari rečni tokovi, a drugoj obalske gredice, obalski brežuljci, plicaci i rečna ostrva.

### ***Erozivni fluvijalni oblici***

U najvećem delu toka, uključujući i onaj deo kojim teče kroz našu zemlju, Tisa ima odlike ravničarske reke sa karakterističnim meandarskim koritom. Prema mađarskom geografu Czayi (1998) ova reka predstavlja najuniformisaniji meandarski vodotok u Evropi. Matica reke ovde retko ide sredinom toka nego naizmenično udara u levu, odnosno desnu obalu pri čemu ih bočno erodira i u njima stvara lučna udubljenja, odnosno *meandre*. Ovaj proces je utoliko intenzivniji što je Tisa u našoj zemlji svoje korito usekla u rastresitim, slabo otpornim sedimentima. Bočnom erozijom reka podriva konkavne strane korita, što je naročito vidljivo na mestima gde vodotok bočno napada viši teren lesne terase ili pak teren lesne zaravni stvarajući pri tom morfološki naglašene strme visoke obale. Na ovaj način je

podlokana obala između Martonoša i Kanjiže, zatim kod Adorjana, potom kod Sente, uzvodno od Ade (slika 9) i naročito kod Titelskog brega.



Slika 9. Visoka strma desna obala Tise uzvodno od Ade (km 112)  
(foto: D Pavić, 2004)

Ipak, mnogo je češći slučaj da Tisa u vojvođanskom delu toka podriva niski teren sopstvene aluvijalne ravni što se manifestuje bočnim, ali i nizvodnim pomeranjem meandara. Na ovaj način reka praktično migrira, odnosno kroz duži vremenski period useca sve novija korita što potvrđuju i analize topografskih karata vojvođanskog Potisja (Torontál vármegye) počevši od 16. do 20. veka. Prema B. Bukurovu (1948) npr. aradački meandar Ajlaš se za 70 godina pomerio nizvodno za čak 250 m. Danas, zahvaljujući viševjekovnim regulacionim radovima, bočno širenje i nizvodno pomeranje Tisinih meandara je zaustavljeno ili je veoma usporeno.

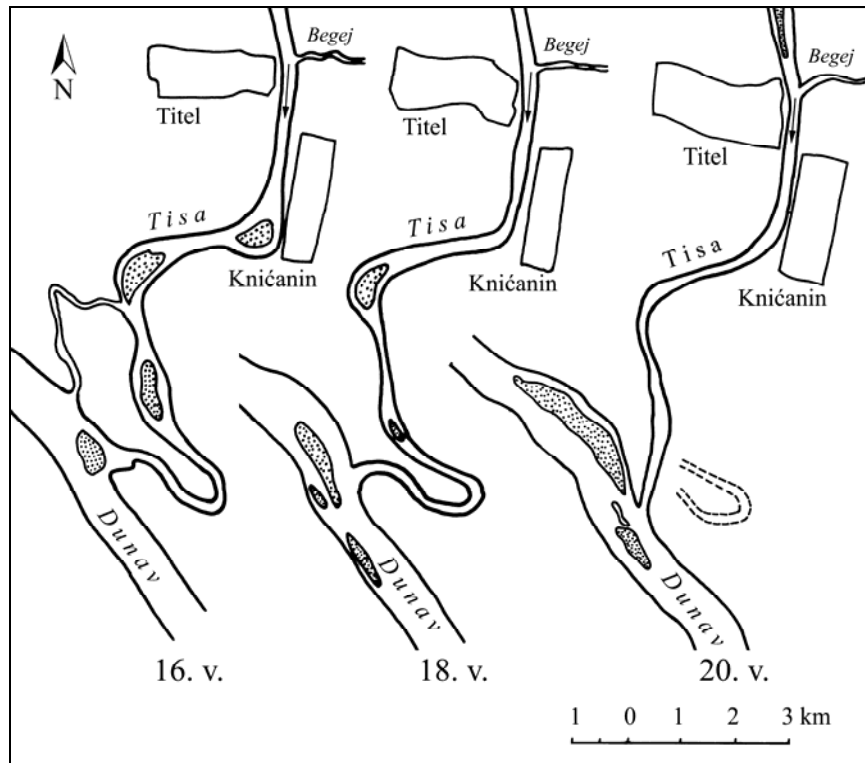
Za Tisino korito karakteristični su tzv. lučni i laktasti meandri. Kod lučnih ili ovalnih meandara matica reke erodira konkavnu stranu na većoj dužini zbog čega su oni blago izvijeni. U srpskom delu toka ovakvi meandri su veoma brojni, a tipični primeri se nalaze uzvodno i nizvodno od Kanjiže, zatim uzvodno od Ade, nizvodno od Mola i kod Novog Bečeja. Pre regulacije korita Tise, neretko se dešavalo da se neposrednim spajanjem dva lučna meandra suprotnih strana formiraju karakteristične “osmice”, kakva je npr. bila ona nizvodno od Sanada. Za razliku od lučnih, laktasti ili prelomljeni meandri predstavljaju oštre rečne zavoje, koji su nastali usled snažne bočne erozije skoncentrisane na kraćem potezu konkavne strane korita. Tisa je u srpskom delu toka formirala svega nekoliko ovakvih meandara. Naime, najizraženije oštre krivine se nalaze uzvodno od Adorjana, uzvodno od Sanada i kod Bačkog Petrovog Sela, dok su manje naglašeni meandri ovog tipa obrazovani u visini Ostojićeva i kod Bečeja.

*Mrtvaje ili umrtvljeni meandri* u vojvođanskom Potisju predstavljaju veoma čestu pojavu. “Stare Tise” ili “mrtve Tise” su nastale prirodnim ili veštačkim prosecanjem vratova nekada aktivnih meandara. Pozivajući se na shvatanja J. Čolnokija, B. Bukurov

(1948) navodi da su se u morfološko-hidrografskom smislu odsečeni meandri ponašali dvojako. Naime, ubrzo nakon prosecanja jedan broj odsečenih meandara je čitavom svojom dužinom ostao van permanentnog uticaja glavnog toka zbog čega su vrlo brzo presušili i zadržali gotovo prvobitnu dubinu i širinu. Ove mrtvaje su plavljene i zasipane rečnim materijalom samo tokom visokih, odnosno "lutajućih" Tisinih voda. U višegodišnjem periodu Tisa je svojim novim koritom otkrila profile ovakvih mrtvaja uzvodno od Adorjana i Sente, zatim kod Ade, Bačkog Petrovog Sela, Bečeja i kod Taraša. Za drugi tip odsečenih meandara je karakteristično da su i nakon prosecanja zadržali hidrološku funkciju tako što su imali ulogu rečnih rukavaca. Korita ovih mrtvaja su kontinuirano i postepeno zasipana rečnim materijalom od obale prema sredini korita. Profili ovakvih mrtvaja su registrovani u horgoškom useku, zatim kod senčanske pilane, kod padejske skele, uzvodno od Ade i kod Bečeja.

U prostranoj aluvijalnoj ravni Tise, naročito u njenom banatskom delu, postoji veliki broj mrtvaja koje su davno prirodnim putem odvojene od glavnog toka. Neke od njih su i danas povremeno ili stalno ispunjene vodom, a neke su potpuno suve i predstavljaju manje-više zasute i vegetacijom obrasle lučne depresije. U Banatu, između Krstura i Novog Kneževca, Tisa je razvijajući svoje meandre znatno erodirala lesnu terasu i ostavila tragove u vidu starih rečnih tokova - Vrbice, Duge bare i Ekende. U širem pojasu aluvijalne ravni, ali i po obodu lesne terase, između Novog Bečeja i ušća Begeja, Tisa je ostavila tragove u vidu brojnih izduženih udubljenja koja predstavljaju ostatke njenih starih tokova i meandara. Zbog svoje recente hidrološke funkcije tu posebno treba izdvojiti Ostrovo, Rusandu, Okanj i Slano kopovo, kao i veći broj manjih izduženih bara zapadno i južno od Aradca i zapadno od Elemira pa sve do ušća Begeja. U desnom priobalju Tise, južno od Kanjiže i severno od Sente, na prostranom i zaravnjenom aluvijalnom zemljištu Gornjeg rita, kao i istočno od Mošorina takođe su dobro očuvani ostaci starog Tisinog korita.

Analizirajući topografske karte Torontalske županije iz perioda od 16. do 18. veka mogu se videti i brojni napušteni meandri koji danas praktično ne postoje jer su u potpunosti zasuti fluvijalnim materijalom i biljnim ostacima. Tako je na kartama iz 16. i 17. veka između Čoke i Potiskog Svetog Nikole (današnjeg Ostojićeva) ucrtan jedan veliki meandar koji je tada bio aktivan. Već na karti iz prve polovine 18. veka ovaj meandar je predstavljen kao napušteno korito. Sličan meandar je postojao i nizvodno od Ostojićeva, na potezu Kera. Na karti iz 16. veka između Novog Bečeja i ušća Begeja ucrtan je čitav niz meandara od kojih su danas očuvani samo fragmenti. Takođe, Tisa je nekada pre ušća imala sa svoje leve strane još jedan aktivan oštri meandar koji je početkom 19. veka prirodnim putem prosekla. Ovaj meandar je danas potpuno zasut i obrastao vegetacijom (*karta 6*).



Karta 6. Ušće Tise tokom 16, 18. i 20. veka  
(*Torontál vármegye, 1896; VGI, 1983*)

U banatskom delu istraživanog područja lučna izdužena udubljenja se pojavljuju i u prostranoj aluvijalnoj ravni Zlatice, tačnije aluvijalnoj ravni Moriša. Radi se o ostacima nekadašnjih meandara koje je prema svemu sudeći formirao upravo Moriš premeštajući se prema severu, odnosno prema svom današnjem koritu. Prirodnim putem stvorenih mrtvaja ima duž čitave aluvijalne ravni, a naročito im je velika koncentracija oko Sajana i Idoša.

U aluvijalnoj ravni Tise u našoj zemlji postoji trinaest mrtvaja koje su postale veštačkim putem. Ovi nekada aktivni meandri su odvojeni od živog toka prokopavanjem veštačkih preseka tokom 19. i početkom 20. veka. Počevši od državne granice prema ušću Tise mrtvaje se smenjuju sledećim redom: Horgoška, Martonoška, Pana, Budžak, Batka, Ađansko-molska, Medenjača, Čuruška, Mrtvač, Vir, Aradački Ajlaš, Vrbica i Komonj. Prema načinu zasipanja i stadijumu odumiranja u kojem se nalaze pomenute mrtvaje se mogu podeliti u tri različite grupe:

- mrtvaje koje su gotovo u potpunosti zasute fluvijalnim materijalom (npr. Pana, Batka);
- mrtvaje koje su i danas izložene zasipanju rečnim materijalom (npr. Vir, Aradački Ajlaš, Komonj);
- mrtvaje koje su od direktnog uticaja glavnog toka odvojene visokim odbrambenim nasipima tako da su izložene zasipanju samo istrulelim biljnim ostacima i subaerskom prašinom (npr. Horgoška, Martonoška, Budžak, Medenjača, Čuruška, Mrtvač, Vrbica).

Veoma je važno naglasiti da B. Bukurov (1948) o mrtvajama, bilo da su od živog toka odvojene prirodnim ili veštačkim putem, govori kao o oblicima nastalim fluvijalnim erozivnim radom, što je zbog kontinuiteta u istraživanju učinjeno i u ovom delu rada. Međutim, mrtvaje u pravom smislu reči ne predstavljaju geomorfološki već hidrološki pojam. Mrtvajom se može nazvati samo onaj deo korita odsečenog meandra, odnosno lučne depresije, koji je stalno ili povremeno potopljen vodom. Dakle, B. Bukurov (1948) o mrtvajama, svrstavajući ih u fluvijalne erozivne oblike, govori u širem kontekstu, obuhvatajući čitavu lučnu depresiju, znači i onaj, delimično ili potpuno zasuti deo bez hidrološke funkcije. S obzirom da mrtvaje u pravom smislu reči pripadaju tipu fluvijalnih jezera i bara o njima će biti više reči u delu rada koji se odnosi na hidrološke karakteristike istraživanog područja.

### *Akumulativni fluvijalni oblici*

Usled neznatnog pada na uzdužnom profilu, učestalog meandriranja i male brzine oticanja, Tisa vrši akumulaciju nanosa<sup>3</sup> kako u osnovnom koritu, tako i na površini svoje aluvijalne ravni gde prema B. Bukurovu (1948) ova reka prosečno godišnje nataloži sloj debljine oko 1 cm. Pre podizanja odbrambenih nasipa, konkretno na donjoj Tisi, proces nasipanja se obavljao na širokom prostoru aluvijalne ravni duž čitavog toka, a danas je to redovna pojava samo u njenom nebranjennom delu, dakle u pojasu između nasipa i osnovnog korita reke. Takođe, na nekoliko poteza, branjenih tzv. letnjim nasipima, Tisa tokom srednje visokih voda plavi i zasipa prostor između pomenutih letnjih i glavnih nasipa o čemu će više reči biti u daljem tekstu.

Od akumulativnih fluvijalnih oblika reljefa na površini aluvijalne ravni Tise mogu se izdvojiti obalske gredice i obalski brežuljci. U samom koritu akumulacijom materijala reka stvara podvodne sprudove, odnosno plicake, kao i rečna ostrva.

*Obalske gredice* se obrazuju prilikom izlivanja Tise iz osnovnog korita. Kao što je ranije istaknuto, Tisa danas u čitavom pojasu između korita i odbrambenih nasipa akumulira materijal, s tim što je taj materijal bliže koritu nešto grubljeg mehaničkog sastava (rečni pesak), od sitnih čestica koje se talože u blizini nasipa. Upravo se od grubljeg materijala u neposrednoj blizini korita paralelno sa njim formiraju izduženi bedemi visoki i do 3 m koje lokalno stanovništvo naziva obalskim gredicama i koje ono često koristi za podizanje različitih objekata. One poput prirodnih nasipa ne dozvoljavaju vraćanje izliveno vode u korito Tise. Da su obalske gredice važan element morfologije priobalnih delova inundacione ravni Tise govori podatak da one uz manje prekide prate njen tok od državne granice do ušća. One su naročito postojane u onim priobalnim delovima gde se nataloženi pesak vezao za vegetaciju kao prirodnu armaturu.

---

<sup>3</sup> Oskudni podaci vezani za količinu materijala koji Tisa transportuje na sektoru toka kroz Srbiju govore da u ukupnoj njegovoj masi oko 98% otpada na suspendovani, a svega oko 2% na vučeni nanos. Orjentacije radi, istraživanja VPI "Jaroslav Černi" realizovana u periodu 1974 - 1984, pokazuju da Tisa u profilu kod Žabaljskog mosta prosečno godišnje pronese oko 5,56 mil. m<sup>3</sup> suspendovanog nanosa (Varga, Malešev, Milošević, 1985).

*Obalski brežuljci* takođe čine jedan od važnih elemenata morfologije aluvijalne ravni Tise. Nastali su u dugom periodu pre izvedenih regulacionih radova na reci od obalskih gredica, kao i od zaostalog peska na dnu isušenih ili napuštenih meandara. Ulogu glavnog agensa u njihovom oblikovanju imao je dominantan jugoistočni vetar zbog čega se ovi oblici generalno pružaju pravcem jugoistok - severozapad. U prostranoj aluvijalnoj ravni Tise ovakvi brežuljci su brojni, ali samo u njenom širokom banatskom delu gde su na ovim oblicima podignuta i čitava naselja. Najbolje su izraženi na severu Banata oko Rabe, Majdana i Banatskog Arandelova, ali i južnije u aluvijalnom proširenju Tise i Zlatice, tačnije između Padeja, Idoša, Bočara i samog toka Tise. Takav jedan karakterističan brežuljak, dužine oko 1.000 m i širine 50 - 60 m, nalazi se istočno od Bočara. Od Novog Bečaja pa do Perleza pruža se još jedna veoma duga zona učestale pojave pešćanih brežuljaka. Oni su ovde u znatnoj meri međusobno povezani pa čine prave pešćane oaze na kojima su podignuta naselja poput Kumana, Elemira, Aradca, Borđoša i dela Melenaca (Bukurov, 1948).

Tisa svojim akumulativnim radom u različitoj meri zasipa i delove svog savremenog korita. To se naročito dešava na konveksnim stranama brojnih meandara i proširenim pravolinijskim deonicama toka gde reka zbog male brzine i smanjene transportne moći taloži rečni materijal stvarajući podvodne sprudove i *plićake*. Najizraženiji plićaci koji su dugo otežavali plovidbu Tisom formirani su (Milovanov, 1987): nizvodno od Martonoša (km 153 i 152), uzvodno od Sente (km 124-125), uzvodno od Ade (km 110), uzvodno od Bačkog Petrovog Sela (km 90), nizvodno od Bečaja (km 70), uzvodno i nizvodno od Novog Bečaja (km 67 i 62) i uzvodno od Taraša (km 55).

*Rečna ostrva* su u koritu donje Tise dosta retka pojava, što je na prvi pogled neočekivano, s obzirom da se radi o sporijem ravničarskoj reci. Za to postoji više razloga među kojima B. Bukurov (1948) izdvaja tri kao najznačajnija<sup>4</sup>:

- gornji glinoviti slojevi u kojima je Tisa usekla svoje korito ne dozvoljavaju da se ono slobodno širi, što je neophodno za račvanje reke;
- korito donje Tise ima znatnu dubinu, što svakako otežava narastanje pešćanih sprudova i njihovo pojavljivanje iznad površine vode;
- Tisa u donjem toku transportuje izuzetno sitan materijal (suspendovane čestice, sitan pesak) koji tokom visokih voda vrlo lako raznosi i na taj način prekida ili prolongira eventualno započeti proces formiranja rečnih ostrva.

Na čitavom vojvođanskom delu toka Tise B. Bukurov sredinom prošlog veka u svojoj doktorskoj disertaciji pominje samo dve značajnije ade, Bačkopetrovoselsku i Titelsku. Pored pomenutih ovom prilikom će biti predstavljena još tri rečna ostrva. Radi se o Mužljanskoj ili Mošorinskoj, zatim Martonoškoj i Novobečejskoj adi. Zajedničko za sva

---

<sup>4</sup> Iako ima mali pad na uzdužnom profilu i mada predstavlja jednu od nasprijih reka na svetu, podvodni sprudovi i naročito ade su retka pojava u Tisinom koritu. Naime, ova reka je usekla duboko i uzano korito vrlo povoljnog hidrauličkog profila tako da i pri malom padu ima relativno veliku vučnu snagu kojom "čisti" svoje korito (Milovanov, 1972).

pomenuta rečna ostrva je da su formirana od fluvijalnog peska i mulja i da su tokom niskog i srednjeg vodostaja na reci u većoj ili manjoj meri suva, dok su samo u vreme velikih voda poplavljena. Ovde će ade biti ukratko predstavljene redom kako se pojavljuju počevši od ulaska Tise u našu zemlju do njenog ušća u Dunav. Morfometrijski podaci, odnosno njihove dužine i širine, su određene na osnovu topografske karte razmere 1:25.000 i na bazi izvršenih merenja tokom septembra i oktobra 2004. godine uz pomoć uređaja GPS tipa *Magelan MAP 330*<sup>5</sup>:

- *Martonoška ada* (slika 10) se nalazi između Martonoša i Kanjiže, nizvodno od km 153, bliže levoj, banatskoj obali Tise. Njena dužina iznosi oko 1.250 m, a maksimalna širina oko 200 m;



Slika 10. *Martonoška ada* - nizvodno (foto: D. Pavić, 2004)

- *Bačkopetrovoselska ada* je formirana bliže desnoj obali Tise (sa kojom je danas u poodmakloj fazi srastanja), oko 2 km nizvodno od Bačkog Petrovog Sela. Dužina joj je oko 800 m, a najveća širina oko 250 m;
- *Novobečejska ada* se nalazi bliže bačkoj obali Tise, oko 2 km uzvodno od Novog Bečeja. Dugačka je oko 250 m, a široka do 80 m;
- *Mužljanska* ili *Mošorinska ada* predstavlja jedno od najvećih rečnih ostrva u donjem toku Tise. Formirana je bliže bačkoj obali, oko 7 km uzvodno od Titela. Dužina joj je oko 1.750 m, a maksimalna širina oko 200 m;

<sup>5</sup> Značajnije razlike u vrednostima su se pojavile samo u slučaju merenja dužine Titelske ade.



*Slika 11. Titelska ada - nizvodno (foto: D. Pavić, 2004)*

- *Titelska ada* je najveće rečno ostrvo na donjoj Tisi (*slika 11*). Nalazi se oko 1 km uzvodno od Titela, bliže bačkoj obali. Prema topografskoj karti razmere 1:25.000 njena dužina iznosi oko 1.750 m, što je za 200 m manje od dužine koja je izmerena uz pomoć GPS-a na dan 09. 10. 2004. godine. Širina Titelske ade se kreće do 250 m.



*Slika 12. Novoknečevačka ada u završnom stadijumu srastanja sa levom obalom -uzvodno (foto: D. Pavić, 2004)*

Morfološki posmatrano za sve ade je karakteristično da im se širina smanjuje u pravcu oticanja reke. Takođe, sva ostrva se nalaze u različitim stadijumima vezivanja za njima bližu obalu, što je posledica kontinuiranog zasipanja rukavaca kojima su odvojena od pomenutih obala. Na ovaj način su mnoga tiska rečna ostrva već srasla sa levom, odnosno desnom obalom i sada predstavljaju delove prostranih inundacionih priobalnih terena.



Prema B. Bukurovu (1948) kroz proces srastanja sa obalom prošla su rečna ostrva poput: ade između Kanjiže i Novog Kneževca, zatim dveju ada južno od Obilićeva, potom ade Poronć kod Sente, Molskog ostrva nizvodno od Mola, Čuruške ade, dveju manjih ada nizvodno od Titela i dr. Poslednjih godina za banatsku obalu se vezala i Novokneževačka ada (*slika 12*) koja se nalazi oko 1 km nizvodno od Novog Kneževca.

Na kraju je bitno istaći da se u nekim delovima korita Tise, gde je brzina oticanja veoma mala, stvaraju novi sprudovi koji bi se vremenom mogli pretvoriti u nova rečna ostrva. To se na primer dešava uzvodno od senčanskog mosta, bliže levoj obali, gde Tisa nakon izlaska iz veštačkog preseka gubi na brzini i akumulira transportovani materijal u vidu podvodnog spruda.

## KLIMATSKE KARAKTERISTIKE

S obzirom na položaj koji zauzima na Zemlji (geografska širina i udaljenost od mora) i preovlađujuću visinsku ujednačenost terena prisutnu u prostranoj niziji, najveći deo celokupnog sliva Tise ima kontinentalnu klimu sa različitim varijetetima. Samo u najvišim, obodnim delovima sliva na severu, severoistoku i istoku, gde se nalaze izvorišta Tise i njenih glavnih pritoka, vladaju dijametralno različiti, planinski klimatski uslovi (na malom horizontalnom rastojanju znatne razlike u vrednostima klimatskih elemenata). Osim u planinskim predelima, gde se reljef javlja kao dominantan klimatski faktor, vertikalna raščlanjenost terena ima značajnu ulogu u formiranju klimatskih uslova i u brdsko-planinskim delovima sliva koji predstavljaju prelaznu oblast od visokih Karpata prema prostranoj Panonskoj niziji.

Na klimatski režim sliva Tise, pored kontinentalnih vazdušnih strujanja, utiču i vazdušne mase koje dolaze sa Atlantika i Mediterana. I dok se uticaj suvih kontinentalnih masa ogleda u pojavi oštrih dugotrajnih zima i žarkih suvih leta, vlažne atlanske i mediteranske vazdušne mase na područje sliva donose padavine. Upravo se tom činjenicom može objasniti periodična smena vlažnijih i sušnijih godina u granicama slivnog područja. Prema V. Putarić (1981) u svakih deset godina u slivu Tise javljaju se po 2 - 3 godine sa manjom, odnosno većom količinom padavina.

Izraženu kontinentalnost klime u slivu Tise najbolje odslikava visoka amplituda temperature vazduha čija je vrednost oko 70°C. Naime, tokom januara i februara temperatura vazduha pada do vrednosti od oko -30°C, dok u julu i avgustu raste do oko 40°C (Putarić, 1981). Raspored godišnjih količina padavina generalno prati visinske odnose u slivu. Prema podacima *Instituta "Vituki"*, najviše padavina se izluči na severoistoku, u visokoplaninskim obodnim delovima sliva, prosečno godišnje 1.000 - 1.600 mm. Niži ogranci Karpata prosečno godišnje primaju 600 - 1.000 mm, a prostrana Panonska nizija, svega 550 - 600 mm. Posmatrajući celokupan sliv Tise, prosečna godišnja količina padavina iznosi oko 680<sup>6</sup> mm (maksimum se javlja u junu, a minimum u januaru).

Za ravničarski deo sliva, kojem pripada i deo slivnog područja u našoj zemlji, karakterističan je nedostatak vlage. Naime, razlika između moguće evaporacije i količine padavina u pedesetogodišnjem proseku iznosi oko 175 mm. Usled ovakvog odnosa *koeficijent aridnosti* (odnos mogućeg isparavanja i padavina) se kreće u granicama 1,2 - 1,4, što znači da je ravničarski deo sliva Tise sušno područje (Putarić, 1981). Uzimajući u obzir pomenute rezultate, zatim vladajuće geološke i reljefne uslove, kao i činjenicu da slivno područje Tise u Srbiji zahvata svega 6% ukupne površine sliva, nameće se zaključak da temperaturno-padavinske prilike, kao faktor vodnog režima, u granicama istraživanog područja imaju zanemariv značaj. Ipak, zbog njihovog uticaja na opšte hidrološke uslove,

<sup>6</sup> Prema nekim drugim izvorima (npr. Domokos i sar., 1989) srednja godišnja količina padavina za celokupan sliv Tise prelazi vrednost od 700 mm.

ali i razvoj plovidbe i turizma na vodama, biće analizirane osnovne klimatske karakteristike sliva Tise u Srbiji.

Prema geografskom položaju istraživano područje, kao i ostatak Vojvodine, leži u oblasti umerene kontinentalne klime. Usled relativno male površine i gotovo zanemarive (sa klimatskog aspekta) vertikalne raščlanjenosti terena, u granicama sliva se ne javljaju izrazitije temperaturne razlike između pojedinih rejona i lokaliteta. Kada je u pitanju formiranje osnovnih klimatskih karakteristika istraživanog područja, važno je uzeti u obzir činjenicu da je ono na širem prostoru najvećim delom okruženo planinskim masivima. Veća otvorenost je izražena jedino prema severu i zapadu tako da vazdušne mase upravo iz ovih pravaca najčešće uzrokuju vremenske promene. Pomenuti prirodni uslovi, kao i velika godišnja kolebanja temperature vazduha, klimi sliva Tise u Srbiji daju kontinentalnija obeležja nego što bi ona trebala biti s obzirom na opšti geografski položaj. Ipak, da se radi više o umereno-kontinentalnom podneblju govore činjenice da je jesen nešto toplija od proleća, zatim da je temperaturni prelaz za nijansu oštriji od zime ka letu nego od leta ka zimi i da je izražena tendencija pomeranja temperaturnog minimuma na februar, a maksimuma na avgust. Režim atmosferskih padavina u granicama istraživanog područja delom ima odlike srednjeevropskog, tačnije podunavskog režima raspodele padavina koji se odlikuje velikom neravnomernošću po mesecima. Maksimalne količine taloga se izlučuju početkom leta (u junu), a minimalne početkom proleća (u martu). Na pluviometrijski režim posmatranog područja veliki uticaj imaju vazdušne depresije koje se kreću od Đenovskog preko Tršćanskog zaliva i dalje na istok dolinama Save i Dunava prema Crnom moru. Na kraju uvodnog dela važno je pomenuti da se sliv Tise u Srbiji leti često nalazi pod uticajem Azorskog anticiklona, a zimi pod uticajima ciklonske aktivnosti sa Atlanskog okeana i Sredozemnog mora, kao i tzv. Sibirskog anticiklona (Katić i sar., 1979).

Za analizu vladajućih klimatskih prilika na području prirodnog sliva Tise u Srbiji korišćeni su podaci sa sledećih šest meteoroloških stanica: *Palić* ( $N\varphi=46^{\circ}06'$  i  $E\lambda=19^{\circ}46'$ , 102 m a.v.); *Rimski Šančevi* ( $N\varphi=45^{\circ}02'$  i  $E\lambda=19^{\circ}51'$ , 84 m a.v.); *Senta* ( $N\varphi=45^{\circ}56'$  i  $E\lambda=20^{\circ}05'$ , 80 m a.v.); *Bečej* ( $N\varphi=45^{\circ}37'$  i  $E\lambda=20^{\circ}04'$ , 75 m a.v.); *Kikinda* ( $N\varphi=45^{\circ}51'$  i  $E\lambda=20^{\circ}28'$ , 81 m a.v.) i *Zrenjanin* ( $N\varphi=45^{\circ}24'$  i  $E\lambda=20^{\circ}21'$ , 80 m a.v.). Od svih nabrojanih, jedino se merna stanica na Rimskim Šančevima nalazi van sliva Tise. Međutim, zbog kontinuiteta<sup>7</sup> u osmatranju i registrovanju vrednosti klimatskih elemenata i činjenice da se nalazi na svega 3 km od prirodne vododelnice, u razmatranje su uzeti u obzir i podaci sa ove meteorološke stanice čime su pokriveni klimatski uslovi na jugu bačkog dela sliva. Klima istraživanog područja je predstavljena prvenstveno analizom godišnjih tokova srednjih vrednosti temperature vazduha i atmosferskih padavina, klimatskih elemenata od najvećeg značaja za formiranje hidroloških prilika u slivu. Podaci su preuzeti sa svih šest mernih stanica, a odnose se na period od 1951. do 2000. godine. Takođe, zbog značaja koji

<sup>7</sup> Podaci sa meteorološke stanice u Vrbasu, koja se nalazi u granicama prirodnog sliva Tise u Srbiji, nisu uzeti u obzir jer osmatranja vrednosti klimatskih elemenata na pomenutoj stanici nisu vršena tokom poslednje dekade razmatranog pedesetogodišnjeg perioda.

imaju za plovību i razvoj turizma na vodama, u zvršnom delu ovog poglavlja, analizirani su vetrovi i insolacija za merne stanice u Potisju za period od 1971. do 2000. godine<sup>8</sup>.

## TEMPERATURA VAZDUHA

Analizirajući podatke predstavljene u *tabeli 1.* koji se odnose na srednje mesečne i srednje godišnje temperature vazduha u slivu Tise za period od 1951. do 2000. godine, mogu se izvesti sledeći zaključci:

*Tabela 1. Srednje mesečne i srednje godišnje temperature vazduha (°C) u slivu Tise za period 1951 - 2000. god.*

M.S.	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Sr. god.
Palić	-1,2	1,0	5,4	11,1	16,3	19,8	21,3	20,8	16,5	11,1	5,3	1,0	10,7
Senta	-0,6	1,5	5,8	11,6	16,8	20,0	21,6	21,1	16,9	11,4	5,7	1,4	11,1
Bečej	-0,9	1,3	5,7	11,4	16,5	19,9	21,4	21,0	16,8	11,7	5,8	1,3	11,0
R. Šančevi	-0,7	1,4	5,8	11,3	16,5	19,8	21,4	20,9	16,9	11,5	5,9	1,5	11,0
Kikinda	-1,0	1,1	5,7	11,5	16,6	19,9	21,5	20,9	16,8	11,3	5,6	1,2	10,9
Zrenjanin	-0,7	1,6	5,7	11,4	16,6	19,8	21,4	20,9	17,0	11,6	5,8	1,4	11,0
Sliv	-0,9	1,3	5,7	11,4	16,6	19,9	21,4	20,9	16,8	11,4	5,7	1,3	11,0

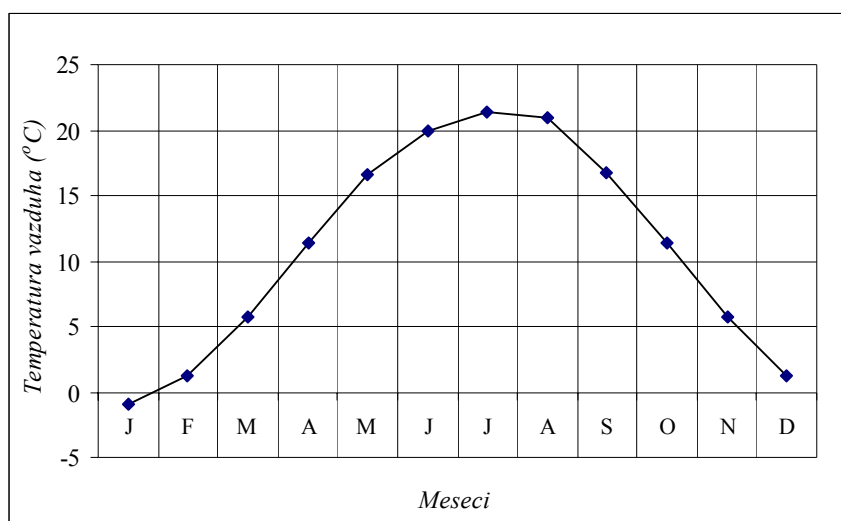
*Izvor: Meteorološki godišnjaci (1951-2000), RHMZ*

- na svih šest mernih stanica minimalna srednja mesečna temperatura vazduha se javlja tokom januara. U svim slučajevima temperatura ima negativnu vrednost. Najniža je na mernoj stanici Palić (-1,2°C), a najviša u Senti (-0,6°C);
- maksimalna srednja mesečna temperatura vazduha u svih šest slučajeva je zabeležena u julu i ona pokazuje veću ujednačenost (od stanice do stanice) od januarske temperature. Naime, kreće se od 21,3°C (Palić) do 21,6°C (Senta);
- amplituda između najtoplijeg i najhladnijeg meseca, od stanice do stanice, ima vrednosti od 22,1°C (Rimski Šančevi i Zrenjanin) do 22,5°C (Palić i Kikinda);
- prosečna zimska temperatura vazduha se kreće od 0,3°C (Palić) do 0,8°C (Senta i Zrenjanin); srednja prolećna od 10,9°C (Palić) do 11,4°C (Senta); srednja letnja od 20,6°C (Palić) do 20,9°C (Senta); srednja jesenja od 11,0°C (Palić) do 11,5°C (Zrenjanin); dok prosečna temperatura vazduha u vegetacionom periodu ima vrednosti od 17,6°C (Palić) do 18,0°C (Senta);
- razlika između prosečne letnje i prosečne zimske temperature vazduha se kreće od 19,9°C (Zrenjanin) do 20,4°C (Kikinda);
- međusobnim poređenjem prosečnih prolećnih i jesenjih temperatura vazduha uviđa se naglašena ujednačenost (razlika 0,1 - 0,3°C). Na četiri merne stanice (Palić, Bečej, Rimski Šančevi i Zrenjanin) za nijansu je viša prosečna jesenja temperatura,

<sup>8</sup> Razmatrani period je skraćen zbog kasnijeg početka osmatranja ili pak neredovnog praćenja i registrovanja pravaca i brzina vetra, odnosno veličine insolacije.

a na preostale dve (Senta i Kikinda) višu vrednost ima prolećna temperatura vazduha;

- od stanice do stanice prosečna srednja godišnja temperatura vazduha, u posmatranom višegodišnjem periodu, varira od 10,7°C (Palić) do 11,1°C (Senta);
- mada je temperatura vazduha na svim mernim stanicama veoma ujednačena, važno je konstatovati da detaljna analiza pokazuje da su vrednosti ovog klimatskog elementa generalno najniže na Paliću, a najviše u Senti;



Grafikon 3. Godišnji tok temperature vazduha (°C) u slivu Tise za period 1951 - 2000. god.

- godišnji tok prosečne temperature vazduha za celokupno istraživano područje generalno odlikava godišnje tokove ovog parametra na svim mernim stanicama. Od minimalne januarske temperature (-0,9°C) prema maksimalnoj julske (21,4°C), vrednosti kontinuirano rastu, a zatim permanentno opadaju prema kraju godine (grafikon 3). Razlika između najviše i najniže srednje mesečne vrednosti iznosi 22,3°C. Prosečna zimska temperatura vazduha (0,6°C) je za 21,1°C niža od prosečne letnje vrednosti (20,7°C), dok je jesenja (11,3°C) temperatura viša od prolećne (11,2°C) za svega 0,1°C. Prosečna temperatura vazduha u vegetacionom periodu iznosi 17,8°C, a srednja godišnja 11,0°C.

Prethodnoj analizi važno je dodati još neke činjenice koje nije moguće sagledati na osnovu podataka priloženih u tabeli 1. Naime, u posmatranom višegodišnjem periodu temperaturni minimumi i maksimumi vrlo često nisu beleženi u januaru, odnosno u julu. Na nivou svih šest mernih stanica najniže temperature su prosečno devet puta izmerene u februaru, a deset puta u decembru, dok je avgustovski maksimum registrovan prosečno takođe deset puta. Navedeno ide u prilog konstataciji iskazanoj u uvodnom delu ovog poglavlja, prema kojoj se istraživano područje nalazi u oblasti umereno-kontinentalnog klimata.

## ATMOSFERSKE PADAVINE

Pluviometrijski režim na području sliva Tise u Srbiji analiziran je na osnovu srednjih mesečnih visina padavina za šest pomenutih mernih stanica tokom pedesetogodišnjeg perioda. Podaci predstavljeni u *tabeli 2.* pokazuju sledeće karakteristike režima padavina u slivu Tise:

*Tabela 2. Srednje mesečne i srednje godišnje visine padavina (mm) u slivu Tise za period 1951 - 2000. god.*

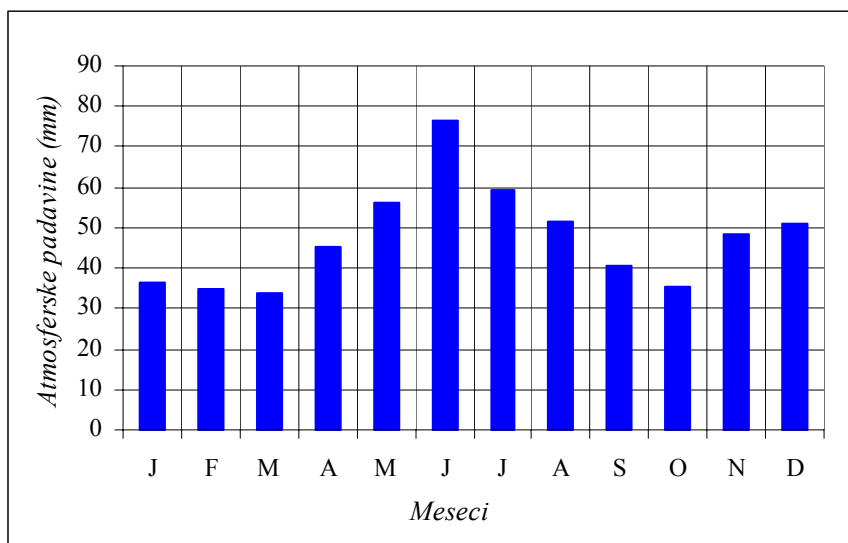
M.S.	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Sr. god.
Palić	33,4	31,3	30,5	42,0	51,2	70,2	58,4	49,3	40,6	31,9	48,7	48,6	536,1
Senta	37,6	35,9	34,3	42,4	60,2	75,6	51,5	51,0	40,4	34,2	50,0	52,7	565,8
Bečej	38,0	35,2	34,1	48,0	54,7	74,5	62,9	56,3	40,3	37,4	49,6	52,7	583,7
R. Šančevi	36,5	37,6	37,4	48,7	60,5	83,8	65,7	57,3	39,6	39,4	49,6	52,1	608,2
Kikinda	35,3	32,1	32,4	45,1	51,4	73,1	55,8	49,7	41,9	35,0	46,5	49,2	547,5
Zrenjanin	37,3	36,0	35,0	46,8	59,8	82,6	60,9	46,1	40,4	34,5	45,2	49,8	574,4
Sliv	36,4	34,7	34,0	45,5	56,3	76,6	59,2	51,6	40,5	35,4	48,3	50,9	569,3

*Izvor: Meteorološki godišnjaci (1951-2000), RHMZ*

- na svim mernim stanicama najsuavlji meseci, tokom kojih se prosečno izluči približno 30 - 40 mm taloga, su mart i oktobar, a zatim januar i februar. Srednji martovski minimumi su zabeleženi na Paliću (30,5 mm) i u Bečeju (34,1 mm), oktobarski u Senti (34,2 mm) i Zrenjaninu (34,5 mm), dok je januarski minimum registrovan na Rimskim Šančevima (36,5 mm), a februarski u Kikindi (32,1 mm). Razlika između najvišeg (Rimski Šančevi) i najnižeg (Palić) srednjeg mesečnog minimuma iznosi svega 6 mm;
- najvlažniji mesec na svim meteorološkim stanicama je jun. Od stanice do stanice vrednost janskog srednjeg maksimuma se kreće od 70,2 mm (Palić) do 83,8 mm (Rimski Šančevi), što predstavlja razliku od 13,6 mm taloga;
- godišnje kolebanje visine padavina je najmanje izraženo u slučaju merne stanice Palić, gde razlika između najvlažnijeg i najsuavlji meseca iznosi 39,7 mm, dok je kolebanje najveće u Zrenjaninu gde amplituda ima vrednost od 48,1 mm;
- prosečna suma padavina tokom tri zimska meseca se kreće od 113,3 mm (Palić) do 126,2 mm (Senta i Rimski Šančevi); tokom prolećnih meseci od 123,7 mm (Palić) do 146,6 mm (Rimski Šančevi); leti prosečna suma padavina varira od 177,9 mm (Palić) do 206,8 mm (Rimski Šančevi); tokom jeseni od 121,2 mm (Palić) do 128,6 mm (Rimski Šančevi); a u vegetacionom periodu od 311,7 mm (Palić) do 355,6 mm (Rimski Šančevi);
- na svim mernim stanicama leto je najkišovitije, a zatim sledi proleće. Na četiri stanice (Palić, Bečej, Rimski Šančevi i Kikinda) najmanje taloga prosečno se izluči tokom zime, a na preostale dve (Senta i Zrenjanin) u toku jeseni. Amplituda između

najvlažnijeg i najsuvljgodišnjeg doba se kreće od 53,5 mm (Senta) do 80,6 mm (Rimski Šančevi);

- od stanice do stanice prosečna srednja godišnja suma taloga (izračunata metodom aritmetičke sredine) varira od 536,1 mm na Paliću do 608,2 mm na Rimskim Šančevima, čime se upravo ove dve stanice izdvajaju kao najsuvlja i najvlažnija. Razlika između pomenutih vrednosti iznosi 72,1 mm. U Potisju, tačnije u Senti i Bečeju, vrednost srednje godišnje sume padavina iznosi 565,8 mm, odnosno 583,7 mm;
- generalno posmatrano, visina padavina beleži tendenciju blagog rasta od severa ka jugu istraživanog područja;



Grafikon 4. Srednje mesečne visine padavina (mm) u slivu Tise za period 1951 - 2000. god.

- godišnji tok prosečne sume padavina za celokupno istraživano područje pokazuje da vrednosti ovog parametra lagano opadaju od januara do marta, meseca sa najmanje taloga (34,00 mm), a zatim rastu do juna (76,6 mm), najkišovitijeg meseca. Potom se sume padavina permanentno smanjuju do oktobra (35,4 mm), kada se javlja sekundarni minimum. Od pomenutog meseca do kraja godine visine taloga ponovo beleže lagani rast do kraja godine (grafikon 4). Godišnje kolebanje količine padavina na nivou sliva iznosi 42,6 mm. Najkišovitije godišnje doba je leto (187,4 mm), potom slede proleće (135,8 mm) i jesen (124,2 mm), dok se najmanje padavina izluči zimi (122,0 mm). Razlika između srednje letnje i srednje zimske količine padavina iznosi 65,4 mm. Prema istim podacima na područje sliva tokom vegetacionog perioda prosečno godišnje padne 329,8 mm, a u toku godine 569,3 mm taloga.

U cilju upotpunjavanja izložene analize režima padavina, neophodno je reći da je tokom pedesetogodišnjeg razmatranog perioda najsuvlja godina bila 2000. kada je na svih šest stanica prosečno registrovano svega 261,2 mm taloga (od 223,1 mm u Kikindi do 287,8

mm na Rimskim Šančevima). Zanimljivo je da je prethodna, 1999. godina, bila najvlažnija u pedesetogodišnjem periodu kada se na područje sliva prosečno izlučilo 868,5 mm padavina (od 750,8 mm na Paliću do čak 938,4 mm u Bečeju). Na kraju je zbog uvida u dužinu trajanja nivalne retencije, važno naglasiti da rezultati višegodišnjih merenja na šest mernih stanicana pokazuju da se padavine u obliku snega prosečno godišnje izlučuju 21,7 dana, dok je prosečno trajanje snežnog pokrivača 35,3 dana.

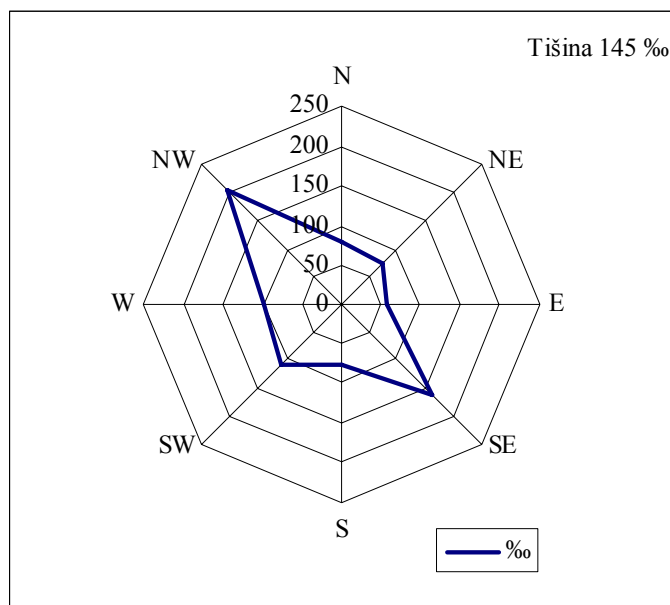
## VETAR

Učestalost i brzina vetrova<sup>9</sup>, pored ostalih faktora, bitno utiču na formiranje uslova za odvijanje plovidbe i turizma na vodama. Upravo iz tog razloga važno je sagledati osnovne karakteristike ovog klimatskog elementa, pre svega u onom delu istraživanog područja koje se nalazi neposredno uz reku Tisu.

Tabela 3. Srednje godišnje čestine vetrova i kalmi (‰) za m.s. Senta i Bečej u periodu 1971 - 2000. god.

M.S.	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
Senta	80	73	56	162	77	106	97	204	145
Bečej	104	73	85	185	87	108	122	136	100

Izvor: Meteorološki godišnjaci (1971-2000), RHMZ



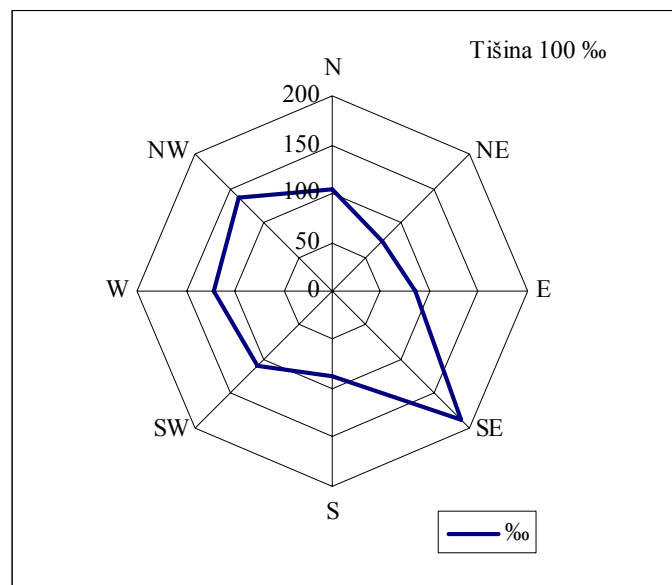
Grafikon 5. Srednje godišnje čestine vetrova (‰) za m.s. Senta u periodu 1971 - 2000. god.

<sup>9</sup> Mada ovom prilikom nije sagledavan kroz prizmu faktora vodnog režima, važno je konstatovati da u granicama celokupnog istraživanog područja, vetar svojom učestalošću i brzinom, odnosno intenziviranjem procesa isparavanja, svakako negativno deluje na već nepovoljnu hidrološku i meteorološku situaciju, koja prvenstveno proizilazi iz odnosa vladajućih termičkog i pluviometrijskog režima.



Naime, srpsko Potisje je tokom čitave godine izloženo vazдушnim strujanjima iz različitih pravaca, što potvrđuju i podaci predstavljeni u *tabeli 3*. Na mernoj stanici u Senti, koja se nalazi oko 50 km uzvodnije od stanice u Bečeju, tokom godine najčešće duvaju vetrovi iz severozapadnog (204‰), a potom iz jugoistočnog (162‰) pravca. Po učestalosti slede jugozapadni (106‰), zatim zapadni (97‰), severni (80‰), južni (77‰), severoistočni (73‰) i na kraju istočni (56‰), kao najređi vetar na posmatranoj mernoj stanici (*grafikon 5*). Prema istim podacima prosečna godišnja vrednost tišine iznosi 145‰.

Iako se nalazi u vazdušnoj liniji svega oko 30 km južnije od Sente, meteorološka stanica u Bečeju beleži bitno različite učestalosti vetrova i kalme (*tabela 3*). Naime, najznačajnije razlike proizilaze iz činjenica da u Bečeju jugoistočni vetar (185‰), kao najučestaliji, dominira nad severozapadnim (136‰), kao i da je ova merna stanica приметно vetrovitija od one u Senti gde je vrednost tišine veća za 45‰. Od ostalih razlika važno je još primetiti da u Bečeju zapadni vetar (122‰) ima veću vrednost čestine od jugozapadnog (108‰), ali i da ovde najređe duva severoistočni vetar (73‰), a ne istočni kao u Senti (*grafikon 6*).



Grafikon 6. Srednje godišnje čestine vetrova (‰) za m.s. Bečej u periodu 1971 - 2000. god.

Prezentovani godišnji odnosi srednjih učestalosti vetrova i kalme generalno odgovaraju odnosima tokom četiri godišnja doba. Ipak, važno je naglasiti da se tokom leta učestalost severozapadnog vetra povećava, a jugoistočnog smanjuje, što predstavlja najznačajniji poremećaj u toku ovog godišnjeg doba. Ovo je posledica naglašene anticiklonalne aktivnosti iznad Atlantika i ciklonalne iznad Srednje Azije. Takođe, leto je karakteristično i po veoma visokim vrednostima kalme, koje su приметно učestalije nego tokom ostalih godišnjih doba.

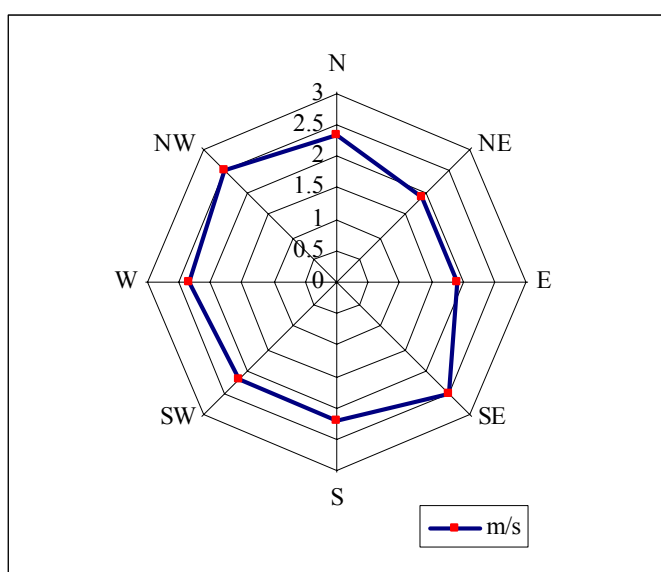
Na meteorološkoj stanici u Senti (*tabela 4*) maksimalnu srednju godišnju brzinu, od 2,5 m/s, imaju severozapadni i jugoistočni vetrovi, kao najdominantniji. Slede severni i zapadni

vetrovi sa srednjom brzinom od 2,3 m/s, zatim južni i jugoistočni sa brzinom od 2,2 m/s, dok najmanju srednju brzinu, od 1,9 m/s, imaju severoistočni i istočni vetrovi, koji su ujedno i najređi (grafikon 7). Dakle, razlika između najveće i najmanje srednje godišnje brzine vetra na mernoj stanici u Senti iznosi svega 0,6 m/s.

Tabela 4. Srednje godišnje brzine vetrova (m/s) za m.s. Senta i Bečej u periodu 1971 - 2000. god.

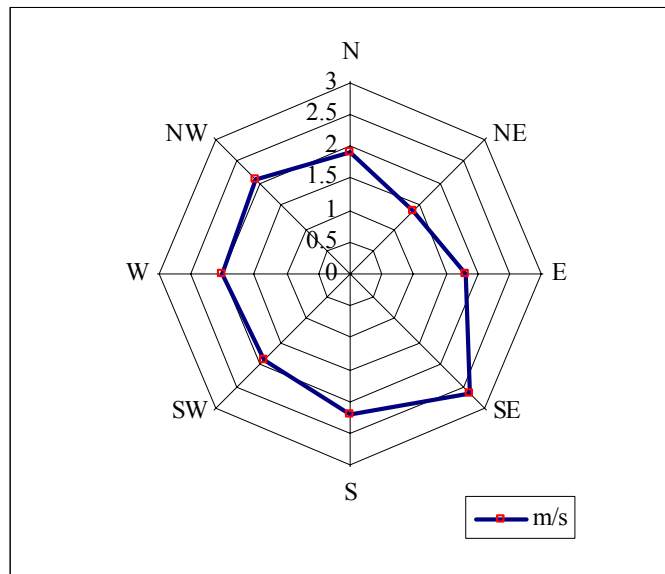
M.S.	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Senta	2,3	1,9	1,9	2,5	2,2	2,2	2,3	2,5
Bečej	1,9	1,4	1,8	2,6	2,2	1,9	2,0	2,1

Izvor: Meteorološki godišnjaci (1971-2000), RHMZ



Grafikon 7. Srednje godišnje brzine vetrova (m/s) za m.s. Senta u periodu 1971 - 2000. god.

Kolebanje srednje godišnje brzine vetrova na meteorološkoj stanici u Bečejju daleko je izraženije nego u Senti (tabela 4). Naime, razlika u vrednostima ovog parametra između najbržeg, jugoistočnog (2,6 m/s) i najsporijeg, severoistočnog (1,4 m/s) vetra, iznosi 1,2 m/s. Ovo su ujedno najdominantniji i najređi vatar u srednjem Potisju. Pored jugoistočnog, srednju brzinu veću od 2,0 m/s, imaju još južni (2,2 m/s) i severozapadni (2,1 m/s) vetar. Preostala četiri vetra (zapadni, severni, jugozapadni i istočni) imaju srednje brzine 1,8 - 2,0 m/s (grafikon 8).



Grafikon 8. Srednje godišnje brzine vetrova (m/s) za m.s. Bečej u periodu 1971 - 2000. god.

Analizirajući vrednosti srednjih godišnjih brzina vetrova za merne stanice u Senti i Bečeju, jasno se uviđa pravilo da su najbrži oni vetrovi koji imaju najveću učestalost i obrnuto. Takođe, važno je naglasiti da srednje brzine vetrova na dve potiske merne stanice tokom sva četiri godišnja doba ne prelaze vrednost od 3,0 m/s, što svakako predstavlja olakšavajuću okolnost za razvoj nautike na Tisi, prvenstveno u prolećnom, letnjem, pa i ranojesenjem periodu. Ipak, ne treba zaboraviti da tokom leta, uglavnom u julu i avgustu, duž Tise znaju duvati i olujni vetrovi koji sprečavaju slobodnu plovidbu. Povoljnost je u tome što ovakvi vetrovi ne traju dugo i što reka Tisa svojim izrazito meandarskim koritom pruža mogućnosti zaklanjanja plovila od vremenske nepogode.

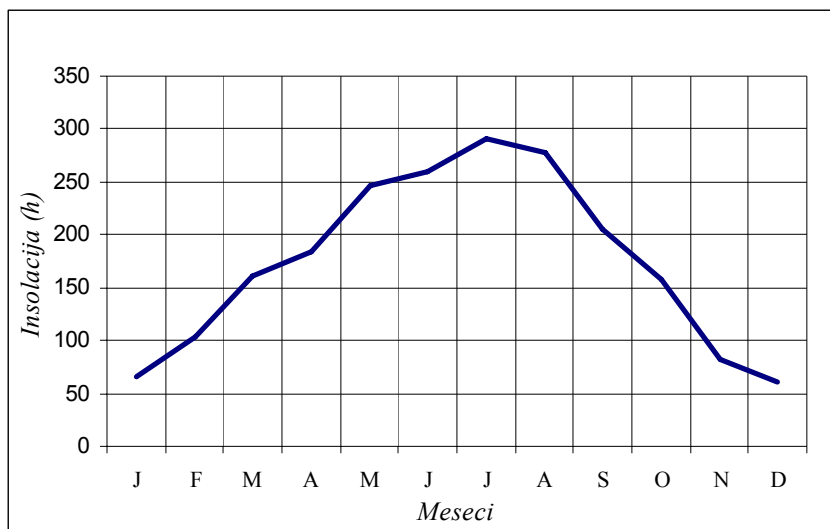
## INSOLACIJA

Jedina potiska meteorološka stanica na kojoj se u dužem vremenskom periodu meri dužina sunčevog sjaja je stanica u Bečeju. S obzirom da zauzima središnji položaj u srpskom Potisju vrednosti registrovane na njoj predstavljaju dobar osnov za sticanje relativno pouzdane predstave o veličini insolacije u regiji. Prema podacima u tabeli 5. srednja godišnja vrednost trajanja sunčevog sjaja za tridesetogodišnji period, na pomenutoj mernoj stanici, iznosi 2.084,8 h. Najsunčaniji mesec je jul sa insolacijom od 290,6 h, dok najmanju vrednost ovog klimatskog elementa ima decembar, svega 61,4 h. Naime, od januara do jula vrednost insolacije neprestano raste, a zatim do decembra permanentno opada (grafikon 9). Ovakav godišnji tok trajanja sunčevog sjaja je posledica dužine obdanice, kao i godišnjeg toka oblačnosti sa kojim je u obrnuto proporcionalnom odnosu.

Tabela 5. Srednje mesečne i srednja godišnja vrednost insolacije (h) za m.s. Bečej u periodu 1971 - 2000. god.

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	God.
65,9	102,7	160,6	183,5	247,3	258,9	290,6	277,7	205,3	158,4	82,1	61,4	2084,8

Izvor: Meteorološki godišnjaci (1971-2000), RHMZ



Grafikon 9. Srednje mesečne vrednosti insolacije (h) za m.s. Bečej u periodu 1971 - 2000. god.

Posmatrajući po godišnjim dobima najviše sunčanih sati ima leto (827,2 h), a najmanje zima (230,0 h), dok je proleće (591,4 h) приметно sunčanije od jeseni (445,8 h). Tokom vegetacionog perioda, dužina trajanja sunčevog sjaja na meteorološkoj stanici u Bečeju iznosi 1463,3 h.

## PEDOLOŠKE KARAKTERISTIKE

Na formiranje pedološkog pokrivača utiču brojni tzv. pedogenetski faktori kao što su: matični supstrat, voda, klima (temperatura vazduha, padavine, vetar), zatim biotički činioci (vegetacija, životinjski svet, čovek), reljef i vreme (Kohnke, Bertrand, 1972). U granicama sliva Tise u Srbiji presudnu ulogu u obrazovanju raznovrsnog zemljišnog pokrivača imali su matični supstrat i voda, kao primarni faktori. Ranije pomenuti kvartarni sedimenti, koji se nalaze u vrhu geološkog stuba najvećeg dela Vojvodine, predstavljeni lesnim naslagama, zatim eolskim peskom i rečnim nanosom, čine matične stene od kojih su formirani različiti tipovi zemljišta u slivu.

U skladu sa temom ovog rada pedološki pokrivač se može posmatrati kao važan činilac u formiranju hidroloških prilika istraživanog područja. Naime, zemljište ima ulogu svojevrsnog posrednika između klimatskih prilika i hidrološkog režima, jer ono na specifičan način "transformiše" meteorološke pojave i procese u hidrološke. Važno je naglasiti da različite vrste zemljišta različito reaguju na spoljne meteorološke uticaje pa je i stepen pomenute transformacije takođe različit.

## PROSTORNA STRUKTURA PEDOLOŠKOG POKRIVAČA

Uporednom analizom detaljne pedološke karte Vojvodine razmere 1:50.000 (1971) i pregledne pedološke karte Vojvodine razmere 1:400.000, priložene u studiji *Zemljišta Vojvodine* (1972), u slivu Tise su registrovani sledeći tipovi zemljišta: *inicijalna zemljišta, smeđe stepsko zemljište na pesku, černoziem, aluvijalna zemljišta, livadska crnica, ritska crnica, ritska smonica, močvarno glejno zemljište, tresetno zemljište, solončak, solonjec i solođ*. U daljem tekstu detaljno je analizirana prostorna zastupljenost pomenutih tipova zemljišta sa njihovim podtipovima i varijetetima. Pre same analize važno je napomenuti da je ovakav pristup predstavljanju prostorne strukture zemljišnog pokrivača odabran iz razloga što bilo kakva pedološka karta sitnije razmere, urađena na višestrukoj generalizaciji sadržaja, ne može dati realnu predstavu o njenoj raznovrsnosti i zastupljenosti u granicama sliva.

**Inicijalna zemljišta** su u granicama sliva obrazovana na pesku i lesu, a zastupljena su fragmentarno samo u njegovom bačkom delu. Javljaju se u vidu dva podtipa i jednog varijeteta. U predelu Subotičke peščare zastupljeni su podtip *inicijalno zemljište na pesku i mestimično živi pesak* (severno od Tavankuta, severno i severoistočno od Subotice) i varijetet *antropogenizovani (rigolovani) pesak* (severni delovi Subotice, severno od Tavankuta, između Palića i Šupljaka i severozapadno od Horgoša). Podtip *inicijalno zemljište na lesu* se u vidu uskog pojasa javlja u jugoistočnom podnožju Titelskog brega, zapadno od Titela.

**Smeđe stepsko zemljište na pesku** predstavlja razvijeniju formu tla na peskovitom matičnom supstratu nastalu u uslovima suve stepske klime. U zavisnosti od faze razvoja ovo zemljište može biti inicijalnog, slabo razvijenog i razvijenog karaktera. U slivu Tise fragmentarno je zastupljeno u severnim pograničnim delovima Bačke i to severno od Tavankuta, severno od Subotice i između Šupljaka i Horgoša.

**Černozem** je najrasprostranjenije zemljište na istraživanom području, što je i za očekivati s obzirom na veliku zastupljenost tipskog i terasnog lesa kao osnovne matične stene ovom tipu tla. Javlja se u vidu brojnih podtipova (*černozem karbonatni na lesnom platou, černozem karbonatni na lesnoj terasi, černozem na peskovitom lesu, černozem različitog mehaničkog sastava na pesku* i *černozem na aluvijalnim nanosima*) i varijeteta (*černozem sa znacima ranijeg zabarivanja, černozem sa znacima oglejavanja u lesu, černozem beskarbonatni, černozem erodirani, černozem solončakasti i černozem solonjecasti*).

Najveće rasprostranjenje imaju *černozem karbonatni na lesnom platou* (uz manje prekide pokriva znatne površine u severnim, središnjim, južnim i istočnim delovima Srednje bačke lesne zaravni i najveći deo Titelskog brega) i *černozem karbonatni na lesnoj terasi* (fragmentarno zastupljen u zapadnim i južnim delovima južne bačke lesne terase, u delovima Novokneževačke i Novobečejsko-zrenjaninske lesne terase). Takođe, veliko rasprostranjenje ima i *černozem sa znacima oglejavanja na lesu* koji je u vidu većih fragmenata zastupljen u severnim, centralnim, južnim i istočnim delovima Srednje bačke lesne zaravni, zatim u centralnim i istočnim delovima južne bačke lesne terase, u većem delu Novokneževačke i istočnim i južnim delovima Novobečejsko-zrenjaninske lesne terase. *Černozem solonjecasti* se uglavnom rasprostire u banatskom delu sliva i to u pograničnoj zoni prema Mađarskoj, zatim istočno od Novog Kneževca, severoistočno od Sanada, južno od Ostojićeva, zapadno od Padeja, jugoistočno od Banatskog Monoštora, severozapadno od Melenaca, južno od Novog Miloševa, jugoistočno od Aradca, zapadno i jugozapadno od Zrenjanina i jugoistočno od Ečke. U bačkom delu sliva javlja se severoistočno od Rumenke, severozapadno i severoistočno od Gospođinaca, južno od Žablja i severno od ušća Jegričke.

Preostali podtipovi i varijeteti černozema u vidu manjih fleka pokrivaju znatno manje površine u slivu. *Černozem na peskovitom lesu* se javlja istočno od Subotice, severoistočno od Horgoša, istočno od Novog Kneževca, severozapadno od Idoša, u ataru Bočara, zapadno i istočno od Mokrina, zapadno i jugozapadno od Kikinde, istočno, zapadno i južno od Novog Miloševa i jugozapadno od Zrenjanina. *Černozem različitog mehaničkog sastava na pesku* je zastupljen zapadno i severoistočno od Tavankuta, severno, severoistočno i severozapadno od Subotice, istočno od Ludaškog jezera, jugozapadno od Horgoša, istočno od Mokrina i severoistočno od Kikinde. *Černozem na aluvijalnim nanosima* se javlja u aluvijalnoj ravni Tise (nizvodno od Novog Kneževca) i duž desne obale Jegričke. Varijetet pod nazivom *černozem sa znacima ranijeg zabarivanja* je registrovan u depresijama oko srednjeg toka Jegričke, a varijetet *černozem erodirani* istočno od Bajmoka i severno i severoistočno od Vrbasa. I preostala dva varijeteta, *černozem beskarbonatni* i *černozem solončakasti*, imaju malo rasprostranjenje u slivu. Prvi se varijetet javlja u vidu manjih

fragmenata severno i zapadno od Žablja, zatim na Titelskom bregu, kao i zapadno, severno i istočno od Kikinde i duž desne obale Zlatice. *Černozem solončakasti* je registrovan zapadno i jugozapadno od Horgoša, severoistočno od Gospođinaca, jugozapadno od Temerina, severoistočno od Ostojićeva i jugozapadno od Zrenjanina.

**Aluvijalna zemljišta** su formirana na mladim aluvijalnim sedimentima, a zastupljena su prvenstveno u vidu uskih pojaseva i manjih fleka u priobalju Tise, ali i u široj zoni njene aluvijalne ravni. Smenom različitih podtipova (*aluvijalno peskovito zemljište, aluvijalno ilovasto zemljište, aluvijalno glinovito zemljište, aluvijalno zemljište na ritskoj crnici*) i varijeteta (*aluvijalno zabareno zemljište aluvijalno zaslanjeno zemljište i aluvijalno alkalizovano zemljište*) tla stvoren je pravi pedološki mozaik na aluvijalnom nanosu Tise.

Podtip *aluvijalno peskovito zemljište* se prostire u vidu uskog pojasa u pograničnoj zoni banatskog dela aluvijalne ravni, kao i uzvodno i nizvodno od Novog Kneževca. Ponovo se pojavljuje, sa obe strane toka, nizvodno od Taraša, zatim u visini Mošorinskog rita i Titelskog brega, kao i uz tok Begeja od njegovog ušća do Perleza. *Aluvijalno ilovasto zemljište* se na bačkoj strani javlja u pograničnoj zoni, zatim u visini Martonoša, nizvodno od Kanjiže, uzvodno i nizvodno od Sente i uzvodno od Ade. Na banatskoj strani je registrovano nizvodno od Sanada, jugozapadno od Ostojićeva i naspram Ade i Mola. Ponovo se pojavljuje u bačkom priobalju nizvodno od Bečeja, a potom i sa obe strane toka, nizvodno od Titela i Knićanina. I zapadno od Perleza postoji jedna manja fleka ovog podtipa aluvijalnog zemljišta. *Aluvijalno glinovito zemljište* se u bačkom delu sliva javlja severno od Sente i na čitavom potezu od Bačkog Novog Sela do Bečeja, dok se u banatskom delu sliva, javlja zapadno i severozapadno od Novog Bečeja. Poslednji podtip aluvijalnog tla na istraživanom području, tzv. *aluvijalno zemljište na ritskoj crnici*, se takođe javlja u vidu manjih i uglavnom uskih izduženih partija u priobalju Tise. Krenuvši od severnih delova aluvijalne ravni ono je zastupljeno severozapadno od Sente, zatim južno od Sanada, duž molske i ađanske obale, potom duž levog priobalja u visini Bačkog Petrovog Sela, između Bačkog Gradišta i Čuruga, uzvodno od ušća Jegričke, kao i naspram ušća ove reke na banatskoj strani aluvijalne ravni, zatim u priobalnim delovima Mošorinskog rita i sa obe strane toka nizvodno od Titela, odnosno Knićanina. *Aluvijalno zabareno zemljište* je zastupljeno severozapadno od Martonoša, zatim duž leve obale uzvodno i nizvodno od Sanada i jugozapadno od Ostojićeva, a jedan prošireni fragment se nalazi u desnom priobalju Tise, neposredno pre njenog ušća. *Aluvijalno zaslanjeno zemljište* se javlja zapadno od Sente, zatim uzvodno od ušća Jegričke, istočno od Belog Blata i severno od Perleza. Poslednji varijetet, *aluvijalno alkalizovano zemljište*, ima malu zastupljenost i registrovano je u vidu tri manje fleke duž leve obale uzvodno i nizvodno od Novog Kneževca.

**Livadska crnica** u granicama istraživanog područja pokriva prostrane površine, naročito u bačkom delu sliva, gde se smenjuje sa černozemom. Javlja se u vidu brojnih podtipova (*livadska crnica karbonatna na lesnom platou i livadska crnica karbonatna na lesnoj terasi*) i varijeteta (*livadska crnica beskarbonatna, livadska crnica mestimično ogajnjačena, livadska crnica sa znacima zaslanjivanja, livadska crnica solončakasta i*

*livadska crnica solonjecasta*). Nastala je na lesu kao matičnoj steni pod uticajem stalnog vlaženja podzemnim vodama (Živković i sar., 1972).

*Livadska crnica karbonatna na lesnom platou* je zastupljena u velikom delu Srednje bačke lesne zaravni, tačnije u njenim severozapadnim, centralnim, južnim i jugoistočnim delovima. Uglavnom se javlja u vidu većih kontinuiranih površina međusobno isprekidanih najčešće partijama černozema, mada postoje i brojni manji usamljeni fragmenti raspoređeni širom platoa (jugozapadno od Subotice, jugozapadno, južno, jugoistočno i istočno od Bačke Topole, severozapadno od Srbobrana itd.). *Livadska crnica karbonatna na lesnoj terasi* se javlja u vidu samo jedne prostranije kontinuirane površine i većeg broja izdvojenih fragmenata. Kontinuirano rasprostranjenje ima u bačkom delu sliva u pojasu između Srednje bačke lesne zaravni i vododelnice počevši od Kljajićeva i Žarkovca na severozapadu do linije koja približno spaja Srbobran, Zmajevu i Kisač na istoku. U vidu manjih fleka javlja se: istočno od Kisača, u ataru Čuruga, južno od Sente, severozapadno i južno od Kikinde, severno od Banatske Topole, u ataru Bašaida, severoistočno od Torde, jugozapadno od Srpske Crnje i u ataru Radojeva i Begejaca.

Svih pet varijeteta livadske crnice u slivu se pojavljuju samo fragmentarno. *Livadska crnica beskarbonatna* je zastupljena samo na lesnim terasama. U bačkom delu sliva javlja se uz samu vododelnicu u blizini Rumenke, a u banatskom delu istraživanog područja u atarima Kikinde i Mokrina i istočno od Bočara. *Livadska crnica ogajnjačena* se pojavljuje jedino u bačkom delu sliva, tačnije u ataru Tovariševa i jugoistočno od Bačkog Petrovca. *Livadska crnica sa znacima zaslanjivanja* zauzima površine izduženih depresija na lesnoj terasi koje se nalaze severoistočno od Vrbasa, severoistočno od Kucure, istočno i jugozapadno od Melenaca, severno i severoistočno od Elemira i u ataru Lazareva. *Livadska crnica solončakasta* se u vidu nešto šireg pojasa javlja zapadno od linije Martonoš - Kanjiža - Adorjan, zatim zapadno i jugozapadno od Sente, severno i istočno od Savinog Sela, severno od Kucure, u ataru Bačkog Dobrog Polja, jugoistočno od Zmajeva i istočno od Čoke. Poselednji varijetet, *ritska crnica solonjecasta*, zastupljena je samo u banatskom delu sliva i to u vidu dva manja fragmenta, jugozapadno od Kikinde i zapadno od Bašaida.

**Ritska crnica** je veoma rasprostranjen tip zemljišta u granicama istraživanog područja. Predstavlja intrazonalnu hidrogenu tvorevinu nastalu u černozemnoj zoni pod jakim uticajem površinskih i podzemnih voda. Njen matični supstrat najčešće čine terasni les i aluvijalni nanos, ali neretko i sam pasak. Javlja se na nižim delovima lesne terase, u prostranim depresijama i u aluvijalnim ravnima reka (Živković i sar., 1972). U granicama sliva Tise ritska crnica je prvenstveno zastupljena u centralnim i istočnim delovima srednjeg Banata, ali i u užem pojasu sa obe strane Tise, kao i u priobalju vodotoka koji se slivaju sa Srednje bačke lesne zaravni. Njeno prostiranje je detaljnije predstavljeno analizom prostorne zastupljenosti četiri osnovna varijeteta: *ritska crnica karbonatna*, *ritska crnica beskarbonatna*, *ritska crnica mestimično zaslanjena* i *ritska crnica zaslanjena*.

*Ritska crnica karbonatna* i *beskarbonatna* najveće površine pokrivaju na području ograničenom južnim obodom kikindskog atara na severu, državnim granicom prema Rumuniji na istoku, plovnim Begejom na jugu i Kikindskim kanalom na zapadu. Karbonatni varijetet se u Banatu fragmentarno javlja još južno i istočno od Mokrina,



severno od Novog Bečeja i u ataru Bočara. U bačkom delu sliva ovo zemljište je u vidu uskih izduženih zona obrazovano u priobalju Krivaje i Čika i u kratkim lesnim udolinama severno od Crvenke i Kule. Pored pomenutog glavnog rasprostranjenja beskarbonatni varijetet ritske crnice fragmentarno je zastupljen na više lokaliteta sa obe strane Tise. U vidu većih fragmenata u banatskom delu sliva javlja se: istočno i jugoistočno od Novog Bečeja, severno od Mokrina, severno od Taraša i južno od Čoke. Daleko manje površine pokriva severoistočno od Rabe, jugoistočno od Banatskog Arandelova, južno i zapadno od Vrbice i južno od Padeja. U bačkom delu sliva javlja se u priobalju Tise i to jugoistočno od Horgoša, između Adorjana i Sente, nizvodno od Bačkog Petrovog Sela, istočno od Bačkog Gradišta i jugozapadno od Titela.

*Ritska crnica mestimično zaslanjena* i *ritska crnica zaslanjena* imaju malo rasprostranjenje u granicama slivnog područja. Prvi varijetet se u bačkom delu sliva fragmentarno javlja severozapadno od Sente, u priobalju Jegričke i jugozapadno od Bačkog Petrovog Sela. U banatskom delu istraživanog područja ovaj varijetet je registrovan istočno od Banatskog Arandelova, severozapadno od Bašaida i između Banatskog Dvora i Melenaca. Ritska crnica zaslanjena se u vidu manjih fleka, u bačkom delu sliva, javlja istočno od Donjeg Tavankuta i Čikerije, severoistočno od Subotice, kao i između Subotice i Aleksandrova, zatim istočno od Palića, zapadno i severno od Horgoša i severoistočno od Vrbasa. U Banatu pokriva manje površine od kojih su najznačajnije one koje se nalaze zapadno od Novog Miloševa i istočno od puta Kikinda - Bašaid.

**Ritska smonica** je zemljište formirano na glinovitom matičnom supstratu. Hidromorfno je karaktera jer je nastala pravlaživanjem pedološkog sloja podzemnim i površinskim vodama. Zbog veće koncentracije soli u sebi često ima odlike zaslanjenog i alkalizovanog zemljišta. U banatskom delu sliva, gde ima glavno rasprostranjenje, ritska smonica se javlja, pre svega u širokom pojasu između Krstura i Novog Kneževca pa do rumunske granice, zatim južno od Čoke, između Tise i Ostojićeva, južno i istočno od Padeja odakle se prema jugu nastavlja do Novog Bečeja, a prema istoku do Bočara i Idoša. Veliki kompleks ritska smonica zauzima istočno i jugoistočno od Banatskog Karadordeva koji se prostire sve do rumunske granice. Javlja se i zapadno od Aradca, zatim u Mužljanskom ritu, južno od Belog Blata i u Knićanskom ritu koji delom pripada slivu Tise. U bačkom delu sliva ritska smonica zauzima velike površine u Čuruško-žabaljskom ritu, a javlja se i južno od Titela u vidu manjeg fragmenta.

**Močvarno glejno zemljište** je takođe hidromorfno karaktera, a najčešće zahvata površine uz bare i jezera gde postoje uslovi za prevlaživanje pedološkog sloja tokom cele godine. Često u sebi sadrži određene količine soli zbog čega ima odlike zaslanjenog zemljišta. Uglavnom se javlja u banatskom delu sliva gde je registrovano na više lokaliteta: južno od Sanada, severoistočno od Banatskog Monoštora, severno od Melenaca, uz Stari Begej, severno od Taraša, jugozapadno od Zrenjanina i severno od Belog Blata. Zapadno od Tise močvarno glejno zemljište se javlja na manjim površinama severno od Sente i u priobalju Jegričke u visini Žablja.

**Tresetno zemljište** sa svojim podtipom *niski treset*, ima malu zastupljenost u slivu. Javlja se u vidu jednog uskog, izduženog fragmenta duž rečice Kereš u pograničnom pojasu prema Mađarskoj, kao i na manjim lokalitetima u okolini Paličkog i Ludaškog jezera.

**Solončak, solonjec i solod** pripadaju klasi *slatinskih*, u različitoj meri zaslanjenih zemljišta. Nastaju procesom zaslanjivanja i degradacije različitih podtipova i varijeteta zemljišta lesnih platoa, lesnih terasa i aluvijalnih ravni. U granicama istraživanog područja, **solončak**, kao najjače zaslanjeno zemljište, javlja se u vidu više manjih fragmenata raspoređenih na lesnim površinama Srednje bačke lesne zaravni, istočnog i južnog dela Bačke lesne terase, kao i Novokneževačke i Novobečejsko-zrenjaninske lesne terase. U bačkog delu sliva ovo zemljište se fragmentarno pojavljuje severno od Ludaškog jezera, zatim istočno od Horgoša, kao i na širem području između Ludaškog jezera, na zapadu i severozapadu i linije koja spaja Martonoš, Kanjižu i Adorjan, na istoku. Nekoliko izduženih fleka solončaka je registrovano i jugozapadno od Sente. Dalje, u bačkom delu sliva, ovo slatinsko zemljište se javlja severno od Bačkog Brestovca, istočno od Kule, zatim južno od Despotova, istočno od Bačkog Petrovca, zapadno i severno od Temerina, zapadno od Bačkog Gradišta i istočno i jugoistočno od Žablja. Na severu banatskog dela sliva solončak se javlja severozapadno od Banatskog Arandelova, a idući prema jugu registrovan je u vidu nekoliko manjih fleka istočno od Čoke, severoistočno od Padeja, severozapadno od Bočara i severno od Novog Bečeja.

**Solonjec** je narasprostranjenije slatinsko zemljište u granicama istraživanog područja. Najveću zastupljenost ima u banatskom delu sliva. Javlja se u vidu većih i manjih površina severno, severoistočno i istočno od Krstura, severozapadno od Banatskog Arandelova, istočno od Novog Kneževca, severno, severoistočno i istočno od Padeja, zapadno i severoistočno od Idoša, južno i jugozapadno od Bočara, severno i jugozapadno od Mokrina, zapadno i jugozapadno od Novog Miloševa, zapadno od Novog Bečeja, južno i jugozapadno od Bašaida, južno i jugozapadno od Torde i jugoistočno od Ečke. U bačkom delu sliva solonjec je razvijen severozapadno od Sente, jugozapadno od Žablja i severoistočno od Gospođinaca. Podtip nešto jače zaslanjenog solonjeca, tzv. *solonjec solončakasti*, najčešće prati čisti solonjec kao što je to slučaj na velikim površinama u Banatu, tačnije zapadno od Novog Bečeja i južno i jugozapadno od Bašaida. Samostalno se javlja na površinama: istočno od Novog Kneževca, severno i severozapadno od Bočara, jugozapadno, južno i jugoistočno od Kumana, severozapadno od Melenaca, severozapadno od Žitišta, jugoistočno od Taraša i severno, severoistočno i južno od Zrenjanina.

**Solod** zauzima najmanje prostranstvo u slivu Tise. Registrovan je u obalskom pojasu severnog dela Ludaškog jezera i u vidu manjeg fragmenta istočno od Palića.

Nakon detaljne analize prostorne strukture pedološkog pokrivača, važno je naglasiti da se na osnovu genetske klasifikacije, bazirane na zakonitosti prirodnog vlaženja pedološkog profila, u granicama istraživanog područja sva zemljišta mogu svrstati u tri velike sistematske kategorije:

- *automorfna*;
- *hidromorfna* i
- *halomorfna*.

Za *automorfna zemljišta* je karakteristično vlaženje isključivo infiltracijom atmosferskog taloga, dok su *hidromorfna zemljišta* povremeno ili trajno prevlažena dejstvom kako podzemnih, tako i površinskih voda. Treća sistematska kategorija, tzv. *halomorfni zemljišta*, nastala je taloženjem lako isparljivih soli koje je uslovljeno specifičnim hidrološkim, klimatskim i reljefnim faktorima (Miljković, 1996).

## UTICAJ ZEMLJIŠTA NA FORMIRANJE HIDROLOŠKIH PRILIKA

U uslovima postojećih hidrogeoloških karakteristika matičnih stena i veoma zaravnjenog reljefa gde na znatnim površinama, zbog izostanka nagiba terena, nema površinskog oticanja, pedološki pokrivač u velikoj meri utiče na formiranje ukupnih hidroloških prilika u slivu Tise. Taj uticaj se ogleda pre svega kroz modifikovanje vodnog režima freatske izdani u slivu, što je veoma značajno, ako se uzme u obzir da su freatske vode u uslovima međuzrnaste poroznosti kvartarnih sedimenata, koji su kontinuirano zastupljeni na celokupnom istraživanom području, na direktan ili indirektan način povezane sa Tisom, kao njihovim glavnim recipijentom. Veličina uticaja pedološkog pokrivača na vodni režim freatske izdani, ali i na stvaranje prostranih zamočvarenih i zabarenih površina (zaravnjeni tereni bez površinskog oticanja) u slivu Tise, zavisi od vodnih karakteristika zemljišta, odnosno: poljskog vodnog kapaciteta, vlažnosti zemljišta i njegove infiltracione sposobnosti.

*Poljski vodni kapacitet* po definiciji predstavlja maksimalnu količinu vode koju određeno zemljište može da sadrži i zadrži u prirodnim, odnosno poljskim uslovima. Izražava se u procentima (%) mas. na apsolutno suvo zemljište. *Vlažnost zemljišta*, koja je usko povezana sa poljskim vodnim kapacitetom, predstavlja trenutnu količinu vlage u zemljištu. Istraživanja su pokazala da je kod zemljišta bez vegetacije, u slučaju da je vlažnost veća od njihovog poljskog vodnog kapaciteta, isparavanje identično onom sa slobodne vodene površine. U suprotnom slučaju, kada kapilarna voda iz površinskog sloja zemljišta ispari, evaporacija se naglo smanjuje, često i potpuno prestaje. Na kraju dolazi treća, najbitnija vodna karakteristika zemljišta, njegova *infiltraciona sposobnost*, koja predstavlja maksimalnu količinu vode koju zemljište može da primi tokom padanja kiše. Ona direktno zavisi od mehaničkog sastava, fizičkih i vodno-vazdušnih svojstava, odnosno aktivne poroznosti pedološkog horizonta. Izražava se tzv. **stepenom infiltracije ( $\alpha$ )**, koji kod poljoprivrednih zemljišta ima vrednosti u granicama 0,3 - 0,8. U slivu Tise neka od najzastupljenijih zemljišta, poput černozema na lesnoj terasi, zatim černozema na lesnom platou i livadske crnice, imaju prosečne vrednosti stepena infiltracije (*tabela 6*).

Tabela 6. Vrednosti stepena infiltracije za navedene tipove zemljišta u slivu Tise

Tip zemljišta	$\alpha$
Terasni černoziem	0,55
Černoziem lesnih zaravni	0,40
Livadska crnica	0,40

Izvor: Vučić, 1987.

Infiltracija se može definisati i kao brzina upijanja vode u zemljištu, odnosno *brzina vodopropustljivosti* ili *filtracija*. Meri se pređenim milimetrima vode u jedinici vremena (mm/h). Za različite tipove zemljišta ima vrlo promenljive vrednosti koje se kreću od nule do nekoliko stotina milimetara na sat.

Zemljišta krupnije granulacije, odnosno lakšeg mehaničkog sastava, imaju i veću aktivnu poroznost i povoljnije vodno-vazdušne osobine te će znatniju količinu padavina propustiti do prve izdani. Na samoj površini, čak i na potpuno zaravnjenim terenima, zemljišta krupnije granulacije ne dopuštaju stvaranje barsko-močvarnih sredina. U slivu Tise ovakvim karakteristikama se odlikuje u prvom redu černoziem karbonatni koji svoje glavno rasprostranjenje ima na Srednjoj bačkoj lesnoj zaravni i Titelskom bregu, kao i na višim delovima lesne terase kako u bačkom, tako i u banatskom delu sliva. Po N. Miljkoviću (1996) ovaj tip zemljišta je povoljnog mehaničkog sastava, znatne poroznosti (50,96 - 56,35%), zatim dobrih vodno-vazdušnih osobina i umerene filtracione sposobnosti ( $6,1 \times 10^{-3}$  -  $3,6 \times 10^{-4}$  cm/s).

U granicama istraživanog područja veliko rasprostranjenje imaju i takva zemljišta koja uzrokuju drugačije hidrološke prilike od onih koje vladaju u oblastima gde je zastupljen černoziem karbonatni i njemu slična tla (livadske crnice, prvenstveno karbonatna). Tako su u aluvijalnoj ravni Tise, u priobalju manjih vodotoka i nižim delovima lesne terase, formirana zemljišta bogata finim glinovitim česticama zbog kojih imaju teži mehanički sastav, manju poroznost i nepovoljnije vodno-vazdušne osobine (ritske crnice, ritske smonice, močvarno glejna zemljišta). Usled pomenutih karakteristika ova zemljišta se brzo zasite vodom postaju zamočvarena, slabo propusna ili gotovo vodonepropusna tako da veoma malu količinu atmosferskog taloga predaju freatskoj izdani. U ovakvim uslovima, posebno u toplijem delu godine, dolazi do intenzivnog isparavanja vode akumulirane u samom tlu i na njegovoj površini. Ritska crnica predstavlja jedan od najboljih primera ovakvih zemljišta. Njen mehanički sastav je takav da samo u površinskim delovima sadrži nešto sitnopeskovite glinovite ilovače, dok je duž ostalog dela profila u pitanju čista ilovasta glina. Zahvaljujući ovakvom mehaničkom sastavu ritska crnica ima nepovoljne vodno-vazdušne osobine, veliku vododržnu i malu filtracionu sposobnost, svega  $3,35 \times 10^{-4}$  -  $5,6 \times 10^{-5}$  cm/s (Miljković, 1996).

Dakle, na osnovu detaljne analize prostorne strukture pedološkog pokrivača u granicama istraživanog područja i ukazivanja na osnovne vodno-vazdušne osobine različitih tipova zemljišta generalno se može zaključiti da:

- zemljišta krupnije granulacije formirana na višim, oceditijim delovima sliva odnosno na lesnim zaravnima i višim delovima lesnih terasa, svojim dobrim filtracionim sposobnostima utiču na intenzivnije hranjenje freatske izdani atmosferskim vodama, pa samim tim i na vidno umanjeње površinskog oticanja i uopšte stvaranje aridnijih uslova na topografskoj površini;
- zemljišta težeg mehaničkog sastava, obrazovana u nižim delovima istraživanog područja, prvenstveno u aluvijalnoj ravi Tise i nižim delovima lesnih terasa, zbog smanjene propusne moći pre svega sprečavaju intenzivnije hranjenje prve izdani, zatim utiču na obrazovanje zabarenih površina na prostranim, izuzetno zaravnjenim terenima bez površinskog oticanja i na taj način indirektno pospešuju proces isparavanja sa same topografske površine.

## BILJNI POKRIVAČ

Biljni pokrivač je jedan od bitnih činilaca koji utiče na formiranje ukupnih hidroloških prilika na istraživanom području. Sa druge strane u uslovima snažnog uticaja čoveka kojim je autohtona prirodna vegetacija, ne samo u srpskom delu, nego i na prostoru celokupnog sliva Tise, zamenjena kulturama, očuvane retke zaštićene prirodne biljne vrste predstavljaju pravo bogatstvo i jednu od baza za razvoj ekoturizma o čemu će više reči biti u delu rada koji se odnosi na zaštićena prirodna dobra srpskog Potisja. U daljem tekstu predstavljene su osnovne karakteristike i rasprostranjenje prirodnog i kulturnog biljnog pokrivača u granicama istraživanog područja, a zatim je analiziran njegov uticaj na formiranje hidroloških prilika u slivu.

### GLAVNE KARAKTERISTIKE I RASPROSTRANJENJE

U uslovima znatne zastupljenosti plodnih produktivnih zemljišta veliki deo celokupnog sliva Tise se nalazi pod kulturama, što je veoma izraženo i u delu sliva koji pripada našoj zemlji. Nekada široko rasprostranjena prirodna vegetacija u granicama istraživanog područja danas je očuvana u vidu većih ili manjih oaza uglavnom na određenim površinama kao što su ritovi, slatine, peskovi, kao i neobrađeni delovi lesnih zaravni (obodni delovi, dolovi) i lesnih terasa (međe). Unatoč malom rasprostranjenju prirodni biljni pokrivač sliva Tise u Srbiji čine brojne biljne zajednice, često velikog florističkog bogatstva i složene strukture među kojima se ističu specifične klimatogene asocijacije, kao i posebne vrste i zajednice endemskog i reliktnog karaktera (Parabućski, Stojanović, 1986).

Prema S. Parabučskoj i M. Jankoviću (1978), koji su se bavili problematikom utvrđivanja potencijalne vegetacije Vojvodine, prirodni biljni pokrivač na području sliva Tise u Srbiji pripada tzv. vegetaciji ravničarskih regiona. U zavisnosti od vladajućih prirodnih uslova (reljef, klimatske prilike, hidrološke prilike, karakteristike tla) vegetacija ravničarskih regiona može biti:

- *klimazonalna;*
- *hidrološki uslovljena;*
- *vegetacija peskova i*
- *slatinska vegetacija.*

*Klimazonalna vegetacija* je nastala prvenstveno pod uticajem klimatskog faktora. Svojevrsna je lesnim zaravnima i višim delovima lesnih terasa gde se freatske vode nalaze na većim dubinama. Prema brojnim autorima prirodni biljni pokrivač ovih područja pripada šumskim (sveze *Aceri tatarici-Quercion*) i stepskim, relativno mezofilnim zajednicama. Na prostoru Srednje bačke lesne zaravni retka prirodna vegetacija uglavnom je predstavljena

asocijacijom livadsko - stepskog karaktera, ali i šumskim i šumostepskim elementima (Igić, 1991). Na Titelskom bregu fragmentarno zastupljenu prirodnu vegetaciju čine zajednice livadsko - stepskog karaktera, dolinske livade i ostaci šumske vegetacije, odnosno šibljaci (Stojanović, 1981). Klimazonalna vegetacija lesne terase i u bačkom i u banatskom delu sliva takođe je predstavljena prvenstveno livadsko - stepskim asocijacijama koje, s obzirom na velike površine pod kulturama, imaju vaoma ograničeno rasprostranjenje.

*Hidrološki uslovljena vegetacija*, predstavljena uglavnom šumskim sastojinama, razvija se pod snažnim uticajem poplavnih ili visokih podzemnih voda. U granicama istraživanog područja ovakva vegetacija je očuvana prvenstveno na vlažnim zemljištima aluvijalne ravni Tise, u priobalju njenih pritoka, ali i u nižim delovima lesne terase koji su izloženi većem uticaju freatskih voda. Hidrološki uslovljena šumska vegetacija (*slika 13*) predstavljena je u prvom redu zajednicom vrbe i topole (*Saliceto-Populetum sensu lato*) i zajednicom hrasta lužnjaka (*Genisto-Quercetum roboris*).



*Slika 13. Priobalni šumski pojas duž desne obale Tise na km 45  
(foto: D. Pavić, 2004)*

Prirodna *vegetacija peskova* je zastupljena na Subotičkoj peščari. Predstavljena je sa oko dvadeset fitocenoza među kojima su najzastupljenije livadske, barske, močvarne i izvestan broj šumskih. Naročito su zanimljive retke prirodne šumske vrste (mezofilne šume sveze *Aceri tatarici-Quercion*) predstavljene hrastom, poljskim jasenom, topolom, vrbom i dr. Od stepskih zajednica, koje fragmentarno pokrivaju smeđe stepsko zemljište peščare, naročito je prisutna *Koelerieto-Festuce wagnerii*. Mada ne pripadaju autohtonoj vegetaciji peskova važno je pomenuti da na Subotičkoj peščari postoje i planski zasađene tzv. šumske kulture, među kojima se posebno izdvajaju bagrem i crni bor, koji su odigrali značajnu ulogu u vezivanju peska (Gajić, 1986).

*Slatinska vegetacija* ima značajno rasprostranjenje u slivu Tise. Javlja se na slatinskim zemljištima, prvenstveno solončaku i solonjecu, čije je prostiranje ranije detaljno opisano. S

obzirom na zastupljenost pomenutih zaslanjenih zemljišta slobodno se može reći da slatinska vegetacija ima karakterističan mozaičan raspored. U granicama istraživnog područja postoje brojne zajednice slatina. Tako se u bačkom i banatskom Potisju prvenstveno nalazi vegetacija sekulentnih halofita (na hloridnim solončacima i vlažnim peskovima) sveze *Thero-Salicornion*, zatim zajednica slabo zaslanjenih, hloridnih zemljišta (aluvijalni peskovi) sveze *Puccinellion peisonis* i zajednice *Cyperio-Spergularion marinae* (na umereno zaslanjenom aluvijumu). Na sodnim slatinama lesne terase (naročito na plitkom solonjecu) Bačke i Banata dominiraju zajednice sveze *Puccinellion limosae*, *Aster-plantago maritimae*, *Festucion pseudovinae*, *Staticeto-Artemisietum monogynae* i dr. (Parabućski, Janković, 1978).



Slika 14. Uobičajene biljne kulture u slivu Tise severoistočno od Sente (foto: D. Pavić, 2004)

Kao što je na samom početku istaknuto najveći deo istraživnog područja je priveden *kulturama* (slika 14). Na visoko produktivnim i veoma rasprostranjenim černozemskim i livadskim zemljištima lesnih zaravni i lesnih terasa uzgajaju se ratarske kulture, u prvom redu žitarice (pšenica, kukuruz), industrijsko bilje i lucerka. Oceditiji tereni Srednje bačke lesne zaravni i Titelskog brega pružaju povoljne uslove i za podizanje voćnjaka i vinograda. Na nižim i vlažnijim terenima u Potisju, gde su zastupljena aluvijalna zemljišta različitog mehaničkog sastava, pored osnovnih ratarskih kultura, prisutna je veća zastupljenost industrijskog i povrtarskog bilja. Na slatinskim zemljištima, naročito u banatskom delu sliva, uzgajaju se kulture koje podnose zaslanjenost pedološkog horizonta kao što su: strna žita, suncokret, sirak, lucerka i dr. Na jako zaslanjenim zemljištima nalaze se prostrani slatinski pašnjaci. Na kraju je važno pomenuti i područje Subotičke pešćare gde je široko rasprostranjena, u prvom redu, voćarsko-vinogradarska proizvodnja. Od ratarskih kultura ovde se gaje tzv. "pešćarske kulture" kao što su: raž, krompir, grahorina, paprika i dr.



## UTICAJ BILJNOG POKRIVAČA NA FORMIRANJE HIDROLOŠKIH PRILIKA

Biljni pokrivač se javlja kao nezaobilazan činilac koji utiče na modifikovanje hidoloških prilika u slivu Tise. Zahvaljujući hidrogeološkim osobinama površinskih sedimenata koji usled intergranularne poroznosti dozvoljavaju kontinuirano prostiranje freatske izdani, kao i različitih filtracionih osobina pedološkog sloja, sa pravom se može konstatovati da biljni pokrivač zapravo najdirektnije utiče na režim prve izdani, odnosno na veličinu njenog hranjenja i izdavanja. S obzirom da je najveći deo sliva Tise pod agrocenozama, sigurno je da upravo one najviše i utiču na vodni režim freatske izdani. Pri sagledavanju tog uticaja, prema S. B. Markoviću (1996) najvažnije je poznavati količinu vode potrebnu određenoj biljnoj kulturi tokom vegetacionog perioda, kao i mikroklimatske prilike u usevima. Naime, različite biljne kulture tokom vegetacionog perioda troše različite količine vode. Višegodišnjim merenjima na černozeu južne bačke lesne terase Vučić (1987) je došao do rezultata da od pet posmatranih useva najveću prosečnu količinu vode iz zemljišta tokom vegetacionog perioda troši lucerka (preko 170 mm). Nešto manji potrošač je konoplja (više od 150 mm), zatim slede šećerna repa (oko 130 mm), kukuruz (oko 110 mm) i na kraju ozima pšenica (70 - 80 mm) kao najmanji potrošač (*tabela 7*).

*Tabela 7. Prosečna potrošnja vode različitih kultura tokom vegetacionog perioda*

<b>Biljna kultura</b>	<b>Potrošnja vode u mm</b>
Lucerka	>170
Konoplja	>150
Šećerna repa	130
Kukuruz	110
Ozima pšenica	70-80

*Izvor: Vučić, 1987.*

Takođe, biljni pokrivač u znatnoj meri utiče na smanjenje evaporacije, što je pozitivno sa aspekta hranjenja freatske izdani. Detaljnim merenjima izvršenim na prostoru Vojvodine Đ. Bošnjak (1982) iznosi uporedne vrednosti evaporacije sa samih useva (za ovu priliku poslužile su kulture soje i kukuruza), zatim sa zemljišta u njihovoj neposrednoj blizini i u meteorološkoj stanici. Rezultati merenja pokazuju da je vrednost evaporacije sa useva najmanja, nešto veća pored useva, a najveća u meteorološkoj stanici. Razlike u vrednostima isparavanja počinju se javljati od kraja juna i kasnije kada biljne kulture prerastu nivo vode u evaporimetrima. Merenja su pokazala da zbir junske, julske i avgustovske vrednosti evaporacije za trogodišnji period, merene u usevu kukuruza, čini svega 49% od vrednosti dobijene u meteorološkoj stanici. Takođe je važno naglasiti da intenzitet isparavanja u samim usevima koleba tokom godine, što zavisi od visine biljne kulture, sklopa biljaka u usevu i stadijuma njegovog razvoja.

Biljni pokrivač se javlja i kao bitan modifikator mikroklimatskih prilika u pojasu između površine zemljišta i površine biljnog sklopa gde dolazi do promena vrednosti meteoroloških elemenata. Ovo potvrđuju rezultati analize mikrometeorološkog profila ozime pšenice gde su vrednosti meteoroloških elemenata sledeće (Mihajlović, 1988):

- *sunčevo zračenje* ima za 5 - 10% manji intenzitet na površini zemljišta nego na površini biljnog sklopa, što je posledica apsorbovanja sunčevog zračenja od strane biljnog pokrivača;
- *vetar* ima veću brzinu iznad nego ispod useva čime se u znatnoj meri smanjuje isušivanje zemljišta;
- *temperatura vazduha* je na opisanom profilu tokom dana najveća na površini biljnog sklopa, dok je noću, zbog intenzivnog izračivanja toplote od strane zemljišta situacija obrnuta;
- *napon vodene pare* se primetno smanjuje tokom dana idući od površine zemljišta prema gornjem delu biljnog sklopa. Tokom noći to smanjenje je sporije zbog čega dolazi do stvaranja rose.

Dakle, u uslovima vladajućih, u prvom redu, geoloških, geomorfoloških i pedoloških uslova, biljni pokrivač utiče na modifikovanje hidroloških prilika u granicama istraživanog područja, prvenstveno preko njegovog uticaja na vodni režim freatske izdani koja je u stalnom kontaktu sa rekom Tisom. Naime, ista zemljišta, ako su obrasla biljnim pokrivačem, znatno manje upijaju atmosferske vode nego kada su gola. Ovo je naročito izraženo u delovima sliva obraslim gustim listopadnim šumama (znatan deo atmosferske vode se zadrži na granama i lišću odakle i isparava), ali i kod drugih vrsta prirodne i kulturne vegetacije nije zanemarivo. Takođe, u šumskim oblastima često se od opalog lišća i granja obrazuje nevezani sloj koji upija određenu količinu atmosferske vode. Na kraju, vegetacija za potrebe transpiracije troši određene količine vlage iz zemljišta, što takođe umanjuje hranjenje prve izdani.

Međutim, biljni pokrivač može i pozitivno delovati na intenzitet hranjenja freatske izdani. Taj uticaj se u prvom redu manifestuje preko usporavanja površinskog oticanja, čime se povećava intenzitet infiltracije padavina u podlogu. Takođe, biljni pokrivač modifikuje mikroklimatske prilike u prizemnom sloju vazduha, odnosno sprečava intenzivnije zagrevanje zemljišta i usporava vetar, što utiče na smanjenje isparavanja i isušivanja zemljišta, odnosno smanjenje gubitaka vode freatske izdani (Pavić, 2002). Na kraju je svakako važno istaći da naročito gusta šumska vegetacija u najužem priobalju Tise, svojim razgranatim korenovim sistemom u znatnoj meri umanjuje efekat bočne erozije, naročito intenzivne tokom velikih voda duž konkavnih strana brojnih Tisinih meandara.

## **REGULACIJA TISE I UREĐENJE VODA U SLIVU**

Najvećim delom nisko područje sliva Tise tokom prošlosti konstantno je bilo ugrožavano visokim prolećnim vodama i rušilačkim dejstvom najčešće glavne reke, ali i njenih pritoka. Takođe, veliki problem su predstavljali i mali vodostaji na rekama u slivu koji su se uglavnom poklapali sa sušnim periodima godine kada su potrebe za vodom najveće. Upravo u cilju sprečavanja čestih poplava, zatim stalnih promena u koritu, kao i obezbeđivanja dovoljnih količina vode tokom čitave godine, kako za navodnjavanje obradivih površina tako i za bezbednu plovidbu, pitanja uređenja voda u slivu i naročito regulacije reke Tise, predstavljala su stalnu težnju stanovništva Potisja, ali i šireg područja slivne teritorije.

### **ISTORIJAT REGULACIONIH RADOVA NA CELOKUPNOM TOKU TISE**

Prvi tragovi radova na uređenju voda u Potisju datiraju još iz 13. i 14. veka. Ovi poduhvati su imali lokalni karakter i uglavnom su bili usmereni na odvodnjavanje. Ozbiljnije inicijative za preduzimanje regulacionih radova na Tisi, kao najvećem vodotoku i glavnom recipijentu voda u slivu, pokrenute su početkom 18. veka, nakon proterivanja Turaka sa ovih prostora. Ove inicijative su bile bazirane na potrebi hitnog uređenja voda, ne samo u Potisju, nego na čitavom području južne Ugarske, koje je bilo zanemareno tokom turske vlasti, kao i na potrebi obezbeđivanja sigurne plovidbe Tisom, odnosno boljeg saobraćajnog povezivanja ovog dela Ugarske sa ostatkom imperije. Stoga je već 1722. godine donet nalog za izradu projekta regulacije Tise, nakon čega je ova inicijativa na jedan duži period zaustavljena, prvenstveno zbog hitne potrebe regulacije Begeja i Tamiša, vodotoka bujičnog karaktera koji su u odnosu na Tisu svojim visokim prolećnim vodama znatno više ugrožavali niska priobalja. Od ozbiljnijih hidrotehničkih poduhvata u Potisju, tokom 18. veka, jedino se vrši podizanje odbrambenih nasipa u cilju odbrane od poplava najugroženijih područja.

Pitanje regulacije Tise ponovo dolazi na red nakon više od sto godine, tačnije posle katastrofalne poplave 1830. godine koja je nanela velike štete krupnim feudalcima. Samo tri godine nakon poplave započeti su veliki radovi na snimanju korita Tise, koji su vrlo brzo prošireni na ceo njen hidrosistem. Ovim radovima je rukovodio inženjer Pal Vašarhelji. Do 1840. završeni su situacioni planovi, a do 1845. okončano snimanje uzdužnog i poprečnih profila na reci. Nove poplave iz 1844. i 1845. godine definitivno su uticale na konkretno pokretanje pitanja regulacije Tise. Pod snažnim pritiskom javnosti Regentsko veće je 1845. godine za komesara regulacije Tise imenovalo grofa Ištvana Sečenjija, inače glavnog

inicijatora velikih regulacionih radova, dok je izradu projekta, koji je završen iste godine, poverilo Palu Vašarheljiju. Prema ovom poznatom mađarskom stručnjaku rešenje regulacije Tise je polazilo od dva aspekta:

- brzo odvođenje velikih voda iz gornjeg u donji tok reke i
- zaštita od izlivanja velikih voda

Kao rešenje za prvi deo zadatka P. Vašarhelji je predložio skraćivanje korita Tise koje bi se postiglo prosecanjem 121 meandra na sektoru od Tisaujlaka do ušća (na delu toka kroz današnju Srbiju trebalo je prokopati 13 proseka). Na ovaj način bi se dužina reke na pomenutj deonici (Tisaujlak - ušće Tise) samnjila za 458,518 km, odnosno sa 1.211,73 km na 753,212 km. Time bi se srednji pad na uzdužnom rečnom profilu sa 3,68 cm/km povećao na 5,92 cm/km. Drugi deo zadatka, koji se odnosi na sprečavanje izlivanja velikih voda, Vašarhelji je nameravao rešiti obostranim podizanjem odbrambenih nasipa sa relativno malim međusobnim razmakom. Realizacijom ovakvih hidroteničkih poduhvata Vašarhelji je želeo povećati brzinu oticanja Tise i ujedno smanjiti inundacione prostore u cilju osvajanja što veće površine ziratnog zemljišta.

Vašarheljijevo rešenje regulacije Tise je izazvalo podozrenje kod tadašnjih državnih službenih organa zbog čega je 1847. od strane *Osnovnog centralnog udruženja za regulaciju Tise* u pomoć pozvan Pietro Paleokapa, direktor *Direkcije voda za Lombardiju i Veneciju*. Njegovo rešenje regulacije Tise se znatno razlikovalo od Vašarheljijevog, a bilo je usmereno prvenstveno na sprečavanje poplava. Naime, P. Paleokapa je predložio prokopavanje samo 21 proseka (dopušteno je da broj prosečenih meandara bude i veći) od čega samo pet na srpskom sektoru toka. Dužina Tise bi na ovaj način bila skraćena za svega 205 km. Po ovom poznatom stručnjaku najpre bi trebalo pristupiti podizanju nasipa, a tek onda prosecanju meandara. Paleokapa je smatrao da razmak između nasipa treba biti čak 1,5 - 2 km čime bi odsečeni meandri ostali unutar nebranjenog pojasa. Osnovna funkcija nasipa bi bila usresređena na sprečavanje razlivanja velikih voda, a ne na njihovo usmeravanje, kako je to smatrao P. Vašarhelji. Visina nasipa bi trebala biti 0,95 - 1,58 m iznad do tada najveće zabeležene vode iz 1830. godine.

Nakon detaljne analize oba predložena rešenja, *Osnovno centralno udruženje za regulaciju Tise* je 1847. godine prihvatilo Paleokapino rešenje regulacije reke. Radovi su se u početku odvijali stihijski, mimo prihvaćenog rešenja. Čak su započeti pre završetka i prihvatanja samog projekta. Osim poštovanja predviđenog broja proseka u ostalim delovima nisu se uzimale u obzir zakonitosti regulacije i uputstva propisana projektom. Naime, radovi su započinjani na više mesta istovremeno, prosecanja meandara nisu izvođena od ušća uzvodno, nego često obrnuto, zatim trase nasipa i razmak između njih prilagođavali su se interesima veleposednika i sl. Tokom revolucije 1848. i 1849. godine radovi na regulaciji Tise staju (Miloradov M., Miloradov V., 1974). Nastavljaju se 1850. rezolucijom tadašnje Austro-ugarske vlade kada je odlučeno da se prokopavanje proseka vrši planski od najuzvodnijih delova toka prema ušću (Heinz, 1910).

Nakon velike poplave 1855. godine, koja je premašila onu iz 1830, nasipi su popustili tako da je Paleokapino rešenje regulacije Tise stavljeno pod znak pitanja. Iste godine ono je podvrgnuto reviziji koja je poverena bečkom hidroinženjeru Florijanu Pašetiju. Novi projekat se u velikoj meri približio osnovnim postavkama Vašarheljijevog rešenja, naročito kada je u pitanju broj proseka. Naime, Pašetijev projekat je predviđao prokopavanje 111 proseka. Osnovni radovi na regulaciji korita Tise okončani su 1875. godine do kada je izvedeno 110 od predviđenih 111 proseka. Nešto kasnije (1877/88. i 1889. godine) su prosečena još dva meandra na Tisi čime je broj proseka od Tisaujlaka do ušća porastao na 112 (tabela 8).

Tabela 8. Proseci na Tisi izvedeni tokom druge polovine 19. veka

Sektor toka	Broj proseka	Dužina proseka <i>m</i>
<i>Tisaujlak - Vašarošnamenj</i>	14	10.499
<i>Vašarošnamenj - Čap</i>	14	8.714
<i>Čap - Tokaj</i>	33	23.526
<i>Tokaj - Solnok</i>	28	44.969
<i>Solnok - Čongrad</i>	4	6.556
<i>Čongrad - Segedin</i>	8	13.576
<i>Segedin - Titel</i>	11	28.398
<b>Svega:</b>	<b>112</b>	<b>136.238</b>

Izvor: Magyarország vízeinek statistikája, 1891.

Početak 20. veka (1903/05) na srpskom sektoru toka prosečena je još jedna krivina nakon čega je Tisa skraćena za ukupnih 453 km ili za 31,9%, odnosno sa 1.419 km na 966 km.

Projektovani proseci su imali dubinu 1,58 - 3,40 m ispod nule vodomera i širinu u nivou terena svega 7,59 - 15,70 m. Njihova propusna moć za velike vode nije bila dovoljna, što se potvrdilo tokom poplava 1879, 1881, 1888. i 1895. godine. Pretpostavka da će se proseci prirodnim putem produbiti i proširiti nije se obistinila, tako da se krajem 19. i početkom 20. veka moralo pribeći njihovom veštačkom proširivanju. Takođe, izvršeno je i pojačanje odbrambenih nasipa podignutih duž korita Tise. Ovim naknadnim poduhvatima sprečene su velike poplave tokom visokih voda 1916, 1919. i 1923. godine. Osim skraćivanja toka Tise, u 19. veku, tačnije između 1840. i 1900. godine, u okviru uređenja voda u Potisju, podignuto je oko 3.000 km odbrambenih nasipa, iskopano oko 5.300 km odvodnih kanala i izgrađeno 49 crpnih stanica.

Dakle, glavni regulacioni radovi na Tisi su izvedeni u drugoj polovini 19. veka. Po svom obimu i privrednom značaju ovi hidrotehnički poduhvati ulaze u red najgrandioznijih te vrste u Evropi i može se reći da ne zaostaju za hidrotehničkim poduhvatima izvedenim na Dunavu, Rajni ili Pou. Važno je napomenuti da su ti radovi bili u domenu tzv. *pasivnih mera* na uređenju režima voda, što znači da su bili usmereni na regulaciju osnovnog korita, zatim na podizanje odbrambenih nasipa i izgradnju sistema za odvodnjavanje (Miloradov M., Miloradov V, 1974).

Opisani način regulacije Tise je imao brojne protivnike koji su svoj glas naročito podigli posle katastrofalne poplave 1879. godine u kojoj je najviše stradao Segedin, najveći potiski grad. Među kritičarima su se ponajviše isticali poznati geograf Janoš Hunfavli, osnivač mađarske naučne geografije i Jovan Stefanović Vilovski, penzionisani austrijski generalštabni oficir čije je mišljenje u javnosti postalo respektabilno upravo nakon pomenute katastrofalne poplave koju je predvideo. Janoš Hunfavli smatra da je u celini stanje u Potisju pre regulacije bilo bolje nego nakon realizovanih radova. To objašnjava konstatacijom da su pre regulacije redovno potapani samo niski vodoplavni tereni, dok su gradovi i ostala naselja veoma retko ugrožavani. Kada su u pitanju nova rešenja J. Hunfavli se uglavnom slagao sa mišljenjem i predlozima J. S. Vilovskog. Naime, J. S. Vilovski je predlagao povećanje rastojanja između nasipa kako bi se Tisi “vratila” njena inundaciona područja kao prirodni rezervoari velikih voda. Ovaj penzionisani oficir i samouki hidrolog ide korak dalje kada je u pitanju regulacija Tise. Smisao njegovog predloženog projekta regulacije se sastoji u tome da se jednim radikalnim i složenim zahvatom sanira loš hidrotehnički sistem na Tisi izgrađen tokom druge polovine 19. veka. U tom cilju je predložio izgradnju velikog odušnog kanala paralelno sa Tisom od Satmara (na Samošu) preko Arada (na Morišu) do Banatske Palanke (na Dunavu). Na taj način bi se u velikoj meri skratio put do Dunava vodama Samoša i ostalih levih Tisinih pritoka i ujedno rasteretilo korito Tise koje tokom proleća nema dovoljnu propusnu moć za nabujale vode. Ujedno, na kanalu bi se izgradio čitav niz akumulacionih basena iz kojih bi se akumulirana “prolećna” voda tokom sušnih delova godine koristila za navodnjavanje obradivih površina (Petrović, 1960).

Nakon Drugog svetskog rata otpočinje izrada projekata, a zatim i izvođenje radova čiji je cilj tzv. *aktivno uređenje* voda. Ova, druga velika faza uređenja toka Tise je usmerena na stvaranje povoljnih uslova za višenamensko korišćenje reke tokom čitave godine. Osnovna ideja se svodi na stvaranje vodnih stepenica, odnosno uspora na Tisi, kojima bi se i tokom, po prirodnom vodnom režimu tzv. malih i srednjih voda, veštačkim putem obezbedili dovoljno visoki vodostaji uzvodno od predviđenih brana i na taj način, pre svega, obezbedile potrebne količine vode za vodosabdevanje i ujedno poboljšali uslovi plovidbe.

Tabela 9. Raspored predviđenih i završenih brana na Tisi

Lokacija brane	Rečni kilometar	Kota normalnog uspora <i>m</i>
<i>Vašarošnamenj</i>	700	110,00
<i>Dombrad</i>	620	100,00
<i>Tisalek</i>	523	94,00
<i>Kiškere</i>	404	88,50
<i>Čongrad</i>	238	82,00
<i>Novi Bečej</i>	63	74,50 – 75,50

Izvor: Božić, 1981.

Već 1949. godine u Mađarskoj je publikovano prvo rešenje koje je predviđalo dve moguće varijante projektovanja i podizanja brana, odnosno formiranja vodnih stepenica na Tisi. Prema prvoj, trebalo je obrazovati četiri vodne stepenice uzvodno od brana koje bi bile podignute kod Segedina, zatim kod Solnoka, Tisafireda i kod Tisaleka. Druga varijanta je podrazumevala stvaranje tri uspora uzvodno od planiranih brana kod Segedina, kod Tisabe i kod Tisaleka. Kasnijim analizama, naročito nakon otpočinjanja izgradnje brane kod Novog Bečeja, utvrđen je novi broj i raspored vodnih stepenica na Tisi od kojih je pet predviđeno da bude na mađarskom, a jedna na srpskom sektoru toka (*tabela 9*).

Do danas su podignute i puštene u rad tri niske gravitacione zemljano-betonske brane, dve na mađarskoj (kod Tisaleka i Kiškerea) i jedna na srpskoj deonici (kod Novog Bečeja) toka kojoj će posebna pažnja biti posvećena u delu rada koji se odnosi na regulaciju Tise u našoj zemlji. Pored osnovne funkcije sve tri brane usmerene na pomenuto formiranje uspora, odnosno akumulacija, za potrebe navodnjavanja i obezbeđivanja sigurnije plovidbe, brane na mađarskom sektoru toka se koriste i za proizvodnju električne energije, što ovim objektima daje još veći privredni značaj.



*Slika 15. Betonska brana sa brodskom prevodnicom (levo) i hidroelektranom (desno) na Tisi kod Tisaleka na km 518 - nizvodno (foto: D. Pavić, 2004)*

*Brana kod Tisaleka* je podignuta na km 518<sup>10</sup> (km 518+200 oficijalne stacionaže), a u rad je puštena 1957. godine. Glavni deo ovog složenog hidrotehničkog, vodoprivrednog objekta predstavlja betonska brana sa tri prelivna polja sagrađena u osnovnom koritu između desnoobalne brodske prevodnice i levoobalne hidroelektrane (*slika 15*). U desnom priobalju na betonsku branu nastavlja se zemljana pregrada koja služi za zatvaranje inundacije tokom velikih voda. Uzvodno od brane je obrazovana akumulacija koja pri normalnom usporu definisanim kotom od 94,50 m a.v.<sup>11</sup> (gornja voda), ima dužinu oko 93 km i korisnu zapreminu od oko 10 mil. m<sup>3</sup>. U sastavu brane kod Tisaleka nalaze se još

<sup>10</sup> Podatak se razlikuje od onog navedenog u *tabeli 16* gde stoji da je izgradnja brane kod Tisaleka predviđena 4 km uzvodnije. Da je brana zaista podignuta na km 518 potvrđeno je tokom nautičko - ekološke ekspedicije 2004. godine.

<sup>11</sup> Prema podacima dobijenim u Mađarskoj kota gornje vode pri normalnom usporu je za 0,5 m viša od vrednosti navedene u *tabeli 16*.

pomenuta hidroelektrana (bliže levoj obali) lokalnog značaja snage 14 MW i jednokomorna brodska prevodnica (bliže desnoj obali) za brodove nosivosti do 1.350 tona. Dužina komore iznosi 85,0 m, širina 12,00 m, a dubina na pragu 3,00 m (Gavrilović, Dukić, 2002)

*Brana kod Kiškerea* predstavlja grandiozan hidotehnički objekat podignut na Tisinom km 404 (km 403+920 oficijalne stacionaže) koji je pušten u pogon 1973. godine. I kod ove brane glavne objekte predstavljaju betonska brana za zatvaranje glavnog korita, brana za zatvaranje inundacije, hidroelektrana i brodska prevodnica. Betonska brana za zatvaranje osnovnog korita, kao centralni objekat, nalazi se između desnoobalne hidroelektrane i levoobalne brodske prevodnice (*slika 16*). Ima pet protočnih polja pojedinačne širine 24,0 m, dok je širina stubova 3,60 m. Uzvodno od brane je formirana prostrana akumulacija koja pri normalnom usporu (87,5 - 88,00 m a.v.)<sup>12</sup> ima korisnu zapreminu od oko 300 mil. m<sup>3</sup>. Inače, uspostavljeni uspor se oseća do brane kod Tisaleka, odnosno u dužini od 114 km.



*Slika 16. Betonska brana sa broskom prevodnicom (desno) i hidroelektranom (levo) na Tisi kod Kiškerea na km 404 - nizvodno (foto: D. Pavić, 2004)*

Brana u inundaciji, sa 12 protočnih polja pojedinačne širine od 15 m, nalazi se 650 m jugoistočno od ostalih objekata i služi za održavanje uspora propuštanjem velikih voda. Pri proticajima iznad 1.700 m<sup>3</sup>/s brana u inundaciji se uključuje u propuštanje velikih voda sa svih 12 protočnih polja čime smanjuje uspor objekata u glavnom koritu i poboljšava raspored brzina. Hidroelektrana, snage 28 MW, sagrađena je u desnoobalnoj uvali pored betonske brane, dok je jednokomorna brodska prevodnica locirana uz levu obalu. Komora prevodnice, projektovane za brodove nosivosti do 1.350 tona, ima dužinu 85,0 m, širinu 12,00 m i dubinu na pragu 3,65 m (Varga i sar., 1990).

<sup>12</sup> Maksimalna visina normalnog uspora je za 0,50 m niža od predviđene kote navedene u *tabeli 16*.



## OBIM I EFEKTI REGULACIONIH RADOVA NA TISI NA SRPSKOM SEKTORU TOKA

U okviru pasivnih i aktivnih mera uređenja voda, počevši od dvadesetih godina 19. veka do danas, na toku Tise u našoj zemlji su sprovedeni brojni hidrotehnički zahvati. Pasivnim merama uređenja su obuhvaćeni regulacioni radovi u osnovnom koritu za malu i srednju vodu (proseci, paralelne građevine, traverze, naperi, obaloutvrde), kao i zahvati u major koritu za veliku vodu (odbrambeni nasipi). U cilju stvaranja povoljnih uslova za višenamensko korišćenje reke, u sklopu aktivnih mera uređenja voda, na Tisi je u našoj zemlji podignuta ranije pomenuta brana kod Novog Bečeja zahvaljujući kojoj je na uzvodnom sektoru obrazovan uspor koji se oseća u dužini od oko 180 km.

### PROSECI NA TISI NA SRPSKOM SEKTORU TOKA

U cilju bržeg sprovođenja Tisinih velikih voda<sup>13</sup>, odnosno sprečavanja stvaranja uspora i izlivanja reke iz korita uzvodno od izrazito naglašenih meandara, na srpskom sektoru toka je zaključno sa 1905. godinom izvedeno dvanaest proseka. Budući da svojim nizvodnim delom zalazi na teritoriju Srbije, pomenutim brojem veštačkih deonica korita je obuhvaćen i pogranični, Horgoški prosek, koji se uglavnom nalazi u granicama susedne Mađarske (*karta 7*). S obzirom da će ovde biti prikazan u celini, može se konstatovati da se analiza regulacionih radova, kada je u pitanju prosecanje meandara i skraćivanje toka, ovde ne odnosi samo na srpski deo toka nego na čitavu donju Tisu.

Prokopavanje proseka na donjem toku Tise započelo je gotovo 30 godina pre velikih planskih regulacionih radova preduzetih na sektoru od Tisaujlaka do ušća koji svoj pravi zamah dobijaju u drugoj polovini 19. veka. Naime, zbog izrazitog uspora i opasnosti od izlivanja vode na uzvodnom sektoru toka, koji je uzrokovala tzv. *sanadska osmica*, još 1823. godine je izvršeno prosecanje njenog nizvodnijeg, levog meandra dugog 6.250 m u kojem se danas nalazi mrtvaja Budžak. Tek je kasnije, u drugoj polovini 19. veka, od živog toka odvojen i desni meandar, poznatiji kao mrtvaja Pana (*karta 8*). Dakle, važno je pojasniti da je neposredno pre otpočinjanja velikih regulacionih radova na Tisi sredinom 19. veka, donji deo toka ove reke, dug 252 km, zapravo već bio skraćen za oko 5,5 km, odsecanjem nizvodnijeg meandra sanadske osmice. Prosek kojim je prosečana ova izrazito razvijena krivina, dužine svega nekoliko stotina metara, predstavlja stariji, nizvodniji deo Sanadskog proseka čijim je uzvodnim, delom 24 godine kasnije, prosečen i naspramni meandar. Znači, može se konstatovati da Sanadski prosek, iako prokopavan u dva navrata sa relativno velikom vremenskom distancom, predstavlja jednu celinu. Ipak, u službenim spisima (*Magyarország vizeinek statistikája*, 1891) pod Sanadskim prosekom se

<sup>13</sup> Podrazumeva se da proseci bez visokih odbrambenih nasipa podignutih duž njihove obe obale nisu u stanju propustiti velike vode Tise.

podrazumeva samo njegov uzvodniji deo prokopan u okviru velikih regulacionih radova tokom druge polovine 19. veka, tako da se kod skraćanja toka na posmatranom potezu razmatraju samo dužina desne krivine (Pana) i dužina novoprokopanog dela proseka<sup>14</sup> (karta 8).

Glavni radovi na skraćivanju toka Tise nizvodno od ušća Moriša, realizovani su između 1853. i 1863. godine u okviru Pašetijevog plana regulacije ove reke. U pomenutom periodu je izvršeno prosecanje jedanaest naglašenih krivina. Početkom 20. veka, tačnije između 1903. i 1905. godine, uzvodno od Martonoša je prokopan još jedan prosek, ukupno dvanaesti<sup>15</sup>. Prosecanje najuzvodnijeg meandra na srpskom sektoru toka izvršeno je u cilju sprečavanja intenzivnog potkopavanja leve obale koju je Tisa napadala po izlasku iz Horgošskog proseka, kao i otklanjanja opasnosti od izlivanja vode iz korita zbog uspora koji je tokom visokih vodostaja izazivala pomenuta krivina.

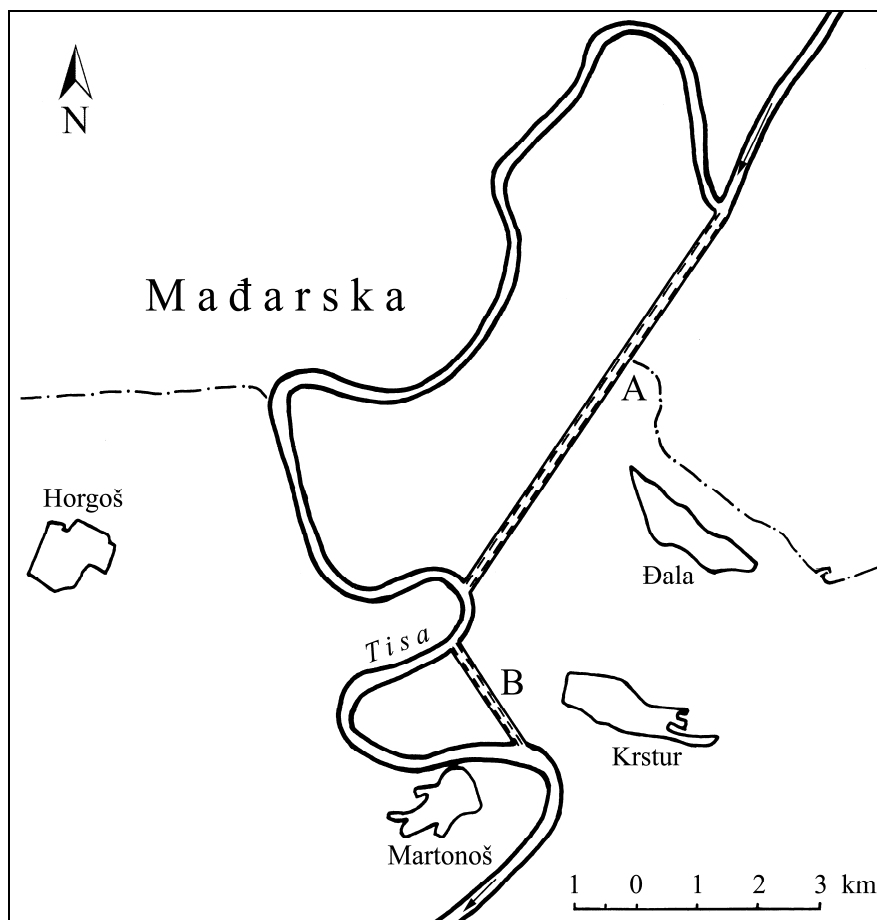
U delu rada koji sledi, uz kartografske priloge urađene na osnovu austrijskih vojnogeografskih karata (Militärkarte, 1:75.000) sa kraja 19. i početka 20. veka, predstavljeni su osnovni podaci pre svega o periodu izvođenja radova, zatim stacionaži izvedenih proseka i njihovoj dužini, kao i dužini odsečenih meandara i postignutom skraćanju toka (Magyarország vizeinek statistikája, 1891; Heinz, 1910). Proseci su analizirani redom počevši od najuzvodnijeg prema najnižvodnijem:

### 1. Horgoški (Vederhazijev) prosek (A):

- *prosek službeno zaveden pod rednim brojem: 90*
- *period prosecanja: 1855 - 1857. god.*
- *sektor toka: km 168 - 160 obalske stacionaže*
- *dužina proseka: 7.389 m*
- *dužina odsečenog meandra: 19.928 m*
- *skraćenje toka: 12.539 m*
- *dodatne intervencije: -*

<sup>14</sup> Ovo je glavni razlog što se u stručnoj literaturi susrećemo sa podatkom da je broj proseka na donjoj Tisi za jedan manji od broja veštačkim putem odsečenih meandara.

<sup>15</sup> Dakle, na donjoj Tisi je zaključno sa 1905. godinom izvedeno dvanaest proseka. U našoj stručnoj literaturi pominje se cifra od jedanest proseka prokopanih "od Segedina do ušća". Očigledno je da autori zanemaruju Martonoški prosek koji nije obuhvaćen Pašetijevim planom regulacije.



Karta 7. Horgoški (A) i Martonoški (B) prosek

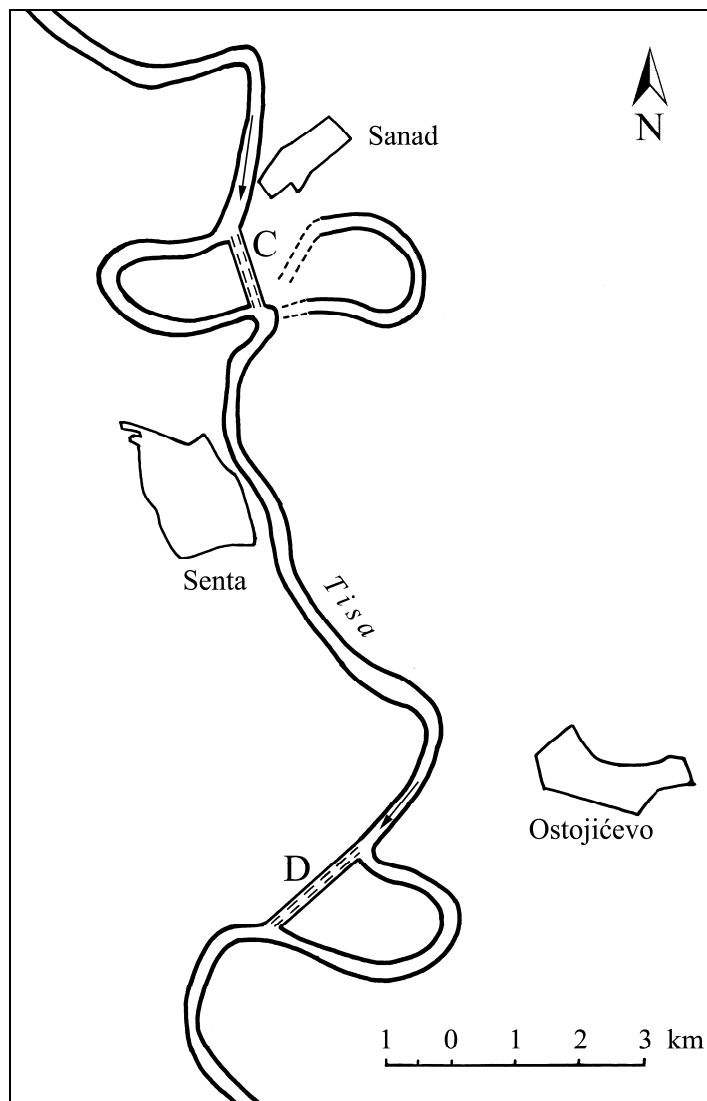
## 2. Martonoški prosek (B):

- prosek službeno zaveden pod rednim brojem: 91
- period prosecanja: 1903 - 1905. god.
- sektor toka: km 159 - 157 obalske stacionaže
- dužina proseka: 2.100 m
- dužina odsečenog meandra: 5.600 m
- skraćenje toka: 3.500 m
- dodatne intervencije: -

## 3. Sanadski prosek (C):

- prosek službeno zaveden pod rednim brojem: 92
- period prosecanja: 1855 - 1857. god.
- sektor toka: km 128 - 126 obalske stacionaže
- dužina proseka: 1.187 m

- dužina odsečenog meandra: 5.196 m
- skraćenje toka: 4.009
- dodatne intervencije: -



Karta 8. Sanadski (C) i Batkanjski (D) prosek

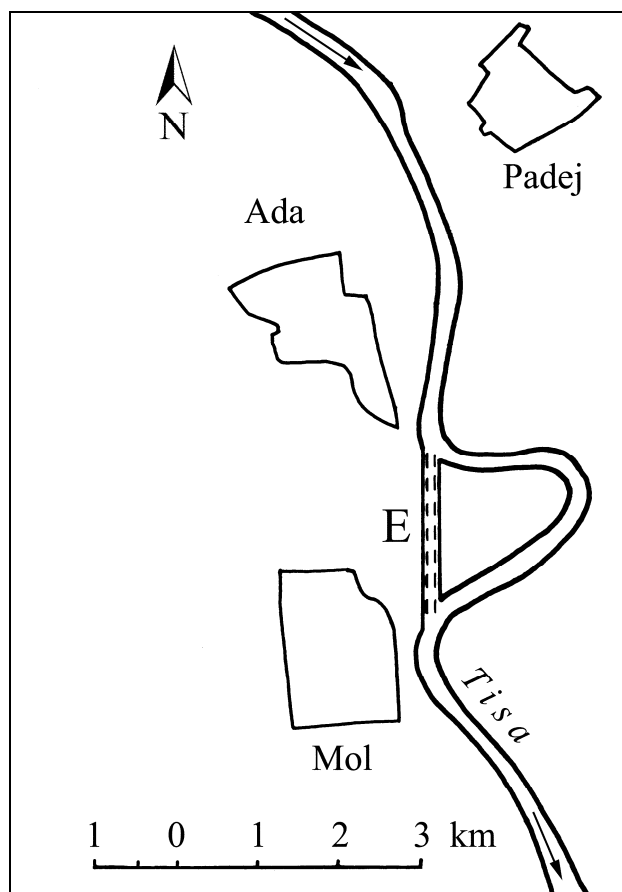
#### 4. Batkanjski prosek (D):

- prosek službeno zaveden pod rednim brojem: 93
- period prosecanja: 1856. god.
- sektor toka: km 116 - 114 obalske stacionaže
- dužina preseka: 1.659 m
- dužina odsečenog meandra: 5.748 m
- skraćenje toka: 4.089 m

- *dodatne intervencije*: osamdesetih godina 19. veka izvršeno naknadno proširivanje preseka, a 1890. godine kraci odsečenog meandra zatvoreni veštačkim nasipom visokim 2 m.

### 5. Adansko-molski prosek (E):

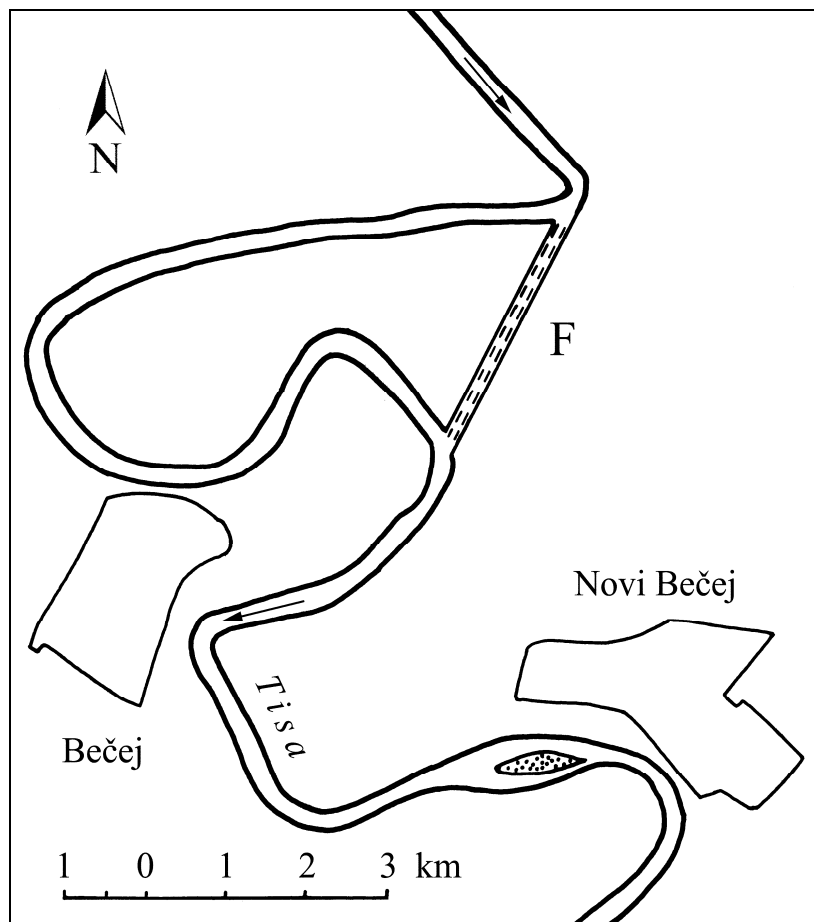
- *prosek službeno zaveden pod rednim brojem*: 94
- *period prosecanja*: 1855 - 1856. god.
- *sektor toka*: km 102 - 100 obalske stacionaže
- *dužina preseka*: 2.003 m
- *dužina odsečenog meandra*: 4.684 m
- *skraćenje toka*: 2.681 m
- *dodatne intervencije*: veštačko zatvaranje oba kraka odsečenog meandra zemljanim nasipom do visine obale izvršeno u zimu 1901/1902. godine



Karta 9. Adansko-molski prosek (E)

## 6. Arački prosek (F):

- prosek službeno zaveden pod rednim brojem: 95
- period prosecanja: 1860 - 1863. god.
- sektor toka: km 81 - 77 obalske stacionaže
- dužina proseka: 3.232 m
- dužina odsečenog meandra: 14.649 m
- skraćenje toka: 11.417 m
- dodatne intervencije: naknadno proširivanje proseka i zasipanje zemljom uzvodnog kraka odsečenog meandra izvršeno 1900. godine.

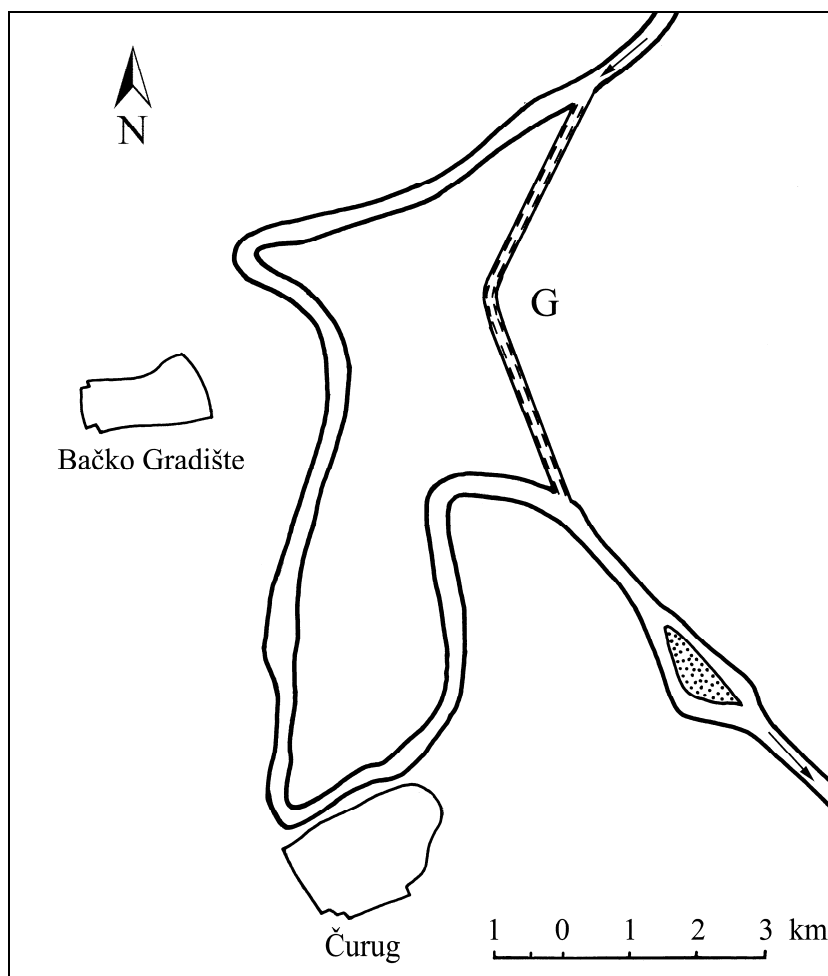


Karta 10. Arački prosek (F)

## 7. Borjaški prosek (G):

- prosek službeno zaveden pod rednim brojem: 96
- period prosecanja: 1853 - 1858. god.
- sektor toka: km 63 - 56 obalske stacionaže
- dužina proseka: 6.302 m

- dužina odsečenog meandra: 23.706 m
- skraćenje toka: 17.404 m
- dodatne intervencije: između 1897. i 1901. godine izvršeno naknadno proširivanje preseka, a zatim i zasipanje zemljom oba kraka odsečenog meandra.

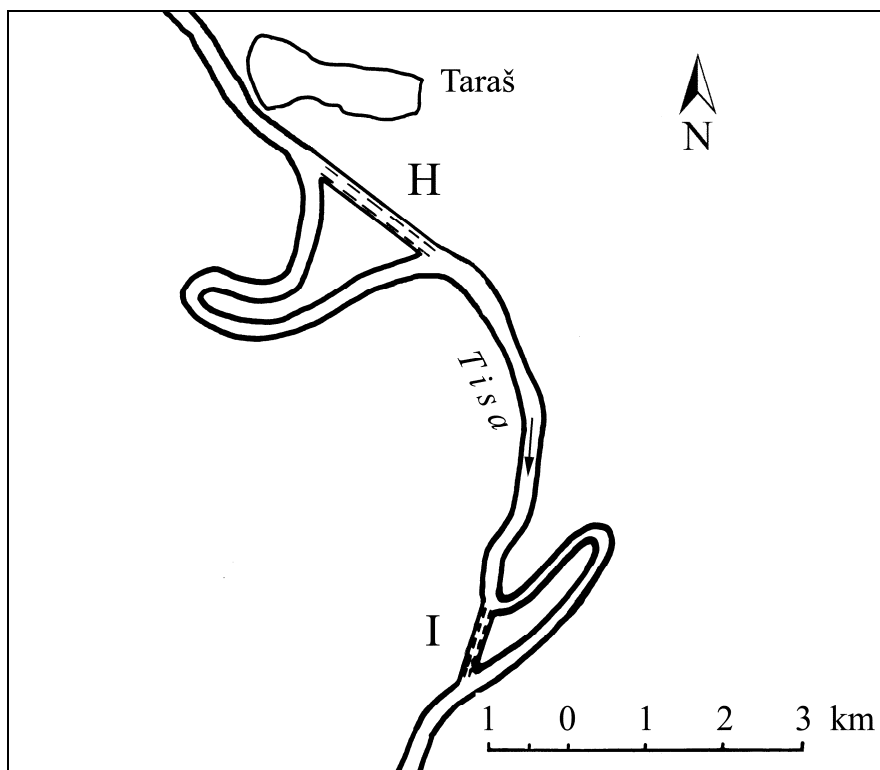


Karta 11. Borjaški prosek (G)

#### 8. Taraški prosek (H):

- prosek službeno zaveden pod rednim brojem: 97
- period prosecanja: 1860 - 1862. god.
- sektor toka: km 48 - 46 obalske stacionaže
- dužina preseka: 1.754 m
- dužina odsečenog meandra: 6.018 m
- skraćenje toka: 4.264 m

- *dodatne intervencije*: naknadno proširivanje proseka izvršeno tokom 1902. godine



Karta 12. Taraški (H) i Gornjožabaljski (I) prosek

### 9. Gornjožabaljski prosek (I):

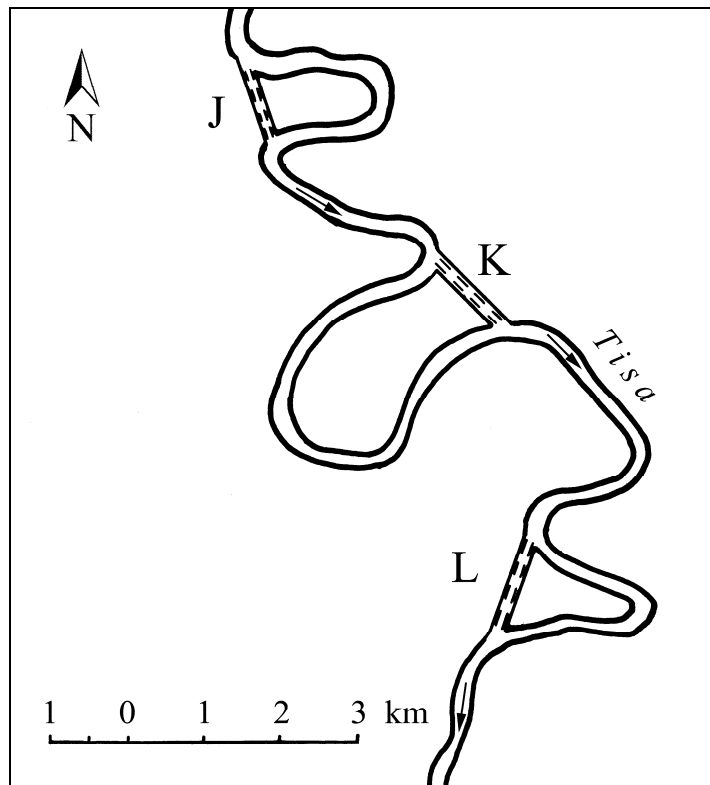
- *prosek službeno zaveden pod rednim brojem*: 98
- *period prosecanja*: 1860 - 1862. god.
- *sektor toka*: km 39 - 38 obalske stacionaže
- *dužina proseka*: 861 m
- *dužina odsečenog meandra*: 4.866 m
- *skraćenje toka*: 4.005 m
- *dodatne intervencije*: tokom 1889. izvršeno zatrpavanje ulaznog i izlaznog kraka odsečenog meandra nasipom od mešovitog materijala, dok je dve godine kasnije obavljeno povišavanje nasipa do visine obale.

### 10. Donjožabaljski prosek (J):

- *prosek službeno zaveden pod rednim brojem*: 99
- *period prosecanja*: 1860 - 1862. god.
- *sektor toka*: km 35 - 33 obalske stacionaže



- dužina preseka: 1.225 m
- dužina odsečenog meandra: 3.806 m
- skraćenje toka: 2.581 m
- dodatne intervencije: naknadno proširivanje preseka obavljeno 1897. godine.



Karta 13. Donjožabaljski (J), Donjoaradački (K)  
i Mošorinski (L) prosek

### 11. Donjoaradački prosek (K):

- prosek službeno zaveden pod rednim brojem: 100
- period prosecanja: 1860 - 1863. god.
- sektor toka: km 32 - 30 obalske stacionaže
- dužina preseka: 1.345 m
- dužina odsečenog meandra: 7.406 m
- skraćenje toka: 6.061 m
- dodatne intervencije: veštačko zatrpavanje oba kraka odsečenog meandra obavljeno 1899. godine.

## 12. Mošorinski prosek (L):

- *prosek službeno zaveden pod rednim brojem: 101;*
- *period prosecanja: 1863. god;*
- *sektor toka: km 26 - 24 obalske stacionaže;*
- *dužina preseka: 1.441 m;*
- *dužina odsečenog meandra: 4.003 m;*
- *skraćenje toka: 2.562 m;*
- *dodatne intervencije: zatrpavanje uzvodnog kraka zemljom izvršeno 1901. godine.*

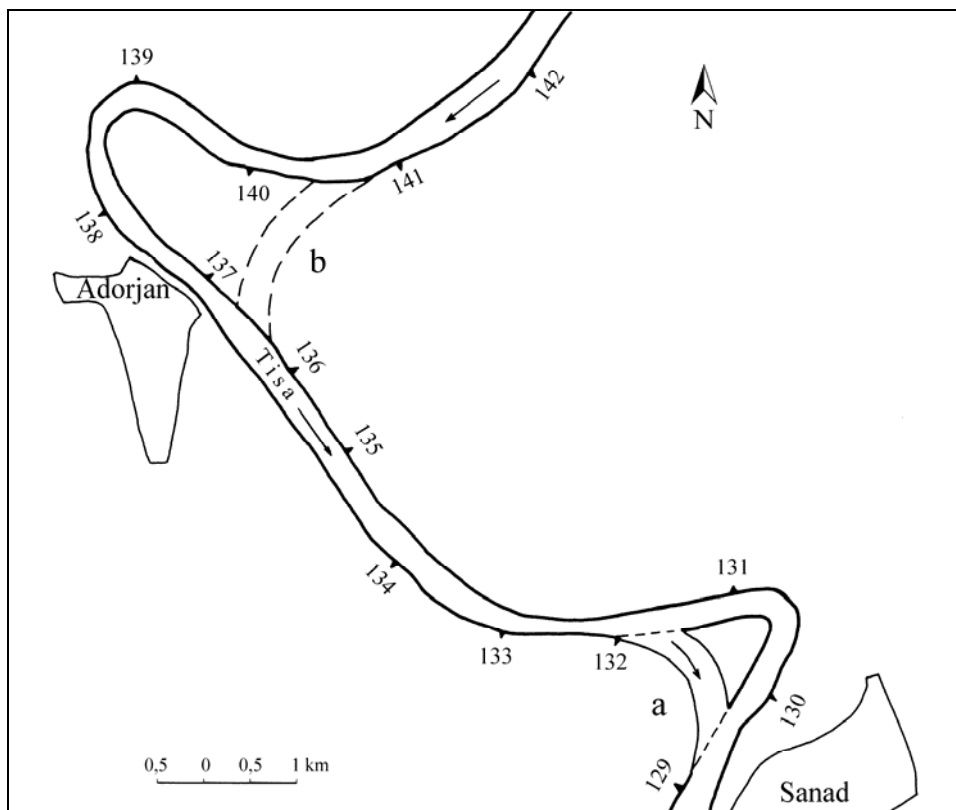
Prosecanjem dvanaest meandara na Tisi nizvodno od Segedina, u periodu od 1853. do 1905. godine, tretirani deo toka je skraćen za oko 75 km (ukupna dužina svih preseka iznosi oko 30,5 km, a dužina svih odsečenih meandara oko 105,6 km). Na taj način je deonica toka između Segedina i ušća, duga 247 km, skraćena na dužinu od 172 km, odnosno za 30,4%, dok je čitav donji tok Tise skraćen sa 252 km na 177 km ili za 29,8%. Pre opisanih regulacionih radova tok Tise u današnjim granicama Srbije imao je dužinu oko 230 km. Ako se uzme u obzir da je danas dužina srpskog sektora toka 164 km, može se konstatovati da skraćenje Tise u granicama naše zemlje iznosi 66 km, odnosno 28,7%.

Nakon izvedenog skraćanja problem ispravljanja toka Tise još uvek nije u dovoljnoj meri rešen. Konkretno u Srbiji Tisa i dalje teče izrazito meandarskim koritom koje naročito u naglašenim krivinama nema dovoljnu širinu, što se uz generalnu neujednačenost dimenzija poprečnog preseka<sup>16</sup> negativno odražava, u prvom redu na proticanje velikih voda. Iz tog razloga se neposredno nakon ekstremno visokih vodostaja 1970. ozbiljno pristupa rešavanju problema uređenja korita Tise za velike vode gde se između ostalog velika pažnja poklanja i izvođenju novih preseka. Naime, prvo studiozno generalno sagledavanje problematike uređenja korita Tise na sektoru toka kroz Srbiju dato je 1972. u studiji Instituta za vodoprivredu *Jaroslav Černi* pod nazivom *Hidrauličke analize varijantnih rešenja uređenja minor i major korita Tise za velike vode*. U studiji su ponuđene 23 varijante regulacionih radova, odnosno mera koje konkretno u minor koritu<sup>17</sup> obuhvataju prosecanja krivina, proširenje korita i uklanjanje rečnih ostrva. Budući da se nakon detaljnog sagledavanja stanja minor i major korita posebno problematičnom pokazala deonica od brane kod Novog Bečēja do državne granice, takođe od strane pomenutog Instituta, izrađene su 1980. i 1983. još dve studije: *Hidrauličke analize varijantnih rešenja uređenja minor i major korita reke Tise za velike vode na potezu od brane kod Novog Bečēja (km 61+400) do državne granice (km 160+980)* i *Dopunske hidrauličke analize varijantnih rešenja uređenja minor i major korita reke Tise za velike vode na potezu od brane kod Novog Bečēja (km 61+400) do državne granice (km 160+980)*.

<sup>16</sup> Reka nije uspela, kako se očekivalo, svojim erozivnim radom dovoljno produbiti i proširiti veštačke proseke zbog čega je u njima površina poprečnih preseka manja od površina preseka osnovnog korita na prirodnim deonicama toka.

<sup>17</sup> O predloženim merama u major koritu u ovoj, ali i novijim studijama, biće reči u delu rada koji se odnosi na odbrambene nasipe kao vodograđevine van osnovnog korita.

Na osnovu sve tri pomenute studije i sugestija SIZ-a za osnovno uređenja voda Vojvodine i Instituta za uređenje voda iz Novog Sada usvojeno je *Rešenje za uređenje korita Tise za velike vode na sektoru toka kroz Srbiju*. Prema ovom rešenju izvođenje novih preseka je predviđeno na delu toka od državne granice do brane. Naime, pored prosecanja oštih krivina kod Adorjana i Sanada, realizovanog tokom 80-tih godina prošlog veka na bazi prvoizrađene studije, pomenutim rešenjem je predviđeno izvođenje još dva preseka kojima bi se na deonicama naglašenih meandara kod Bačkog Petrovog Sela i Bečeja (u zoni inundacije *Ljutovo*) povećali proticajni profili korita za velike vode. Unatoč činjenici da je od donošenja rešenja prošlo više od dvadeset godina, ova dva preseka još uvek nisu izvedena.



Karta 14. Novosanadski prosek (a) i Adorjanski rasteretni kanal - kineta (b)  
(Jojić, 1984)

Dakle, tokom novije istorije na Tisi u našoj zemlji izvedeni su pomenuti preseki kod Adorjana i Sanada (karta 14). Zapravo kod Adorjana se ne radi o klasičnom preseku nego o tzv. rasteretnom kanalu, odnosno rovu ili kineti dugoj 1.400 m kojom reka protiče samo tokom visokih vodostaja kada voda delom izlazi iz osnovnog korita i preliva krunu pregrade na ulasku u kinetu. Kod Sanada, oko 4 km nizvodnije, prokopan je prosek dug 900 m kojim je “ublažena” veoma oštra krivina čime su višestruko poboljšani uslovi plovidbe. Na posmatranoj deonici toka Tisa permanentno teče i starim i novoprokopanim koritom bez obzira na aktuelni vodostaj, odnosno proticaj. Istina, reka većim delom protiče kraćom,

veštačkom deonicom korita kojom prolazi i plovni put. Ako se ove činjenice uzmu u obzir, sa pravom se može konstatovati da je tok Tise na sektoru sanadske oštre krivine skraćen za još 1 km, čime je dužina celokupnog toka reke smanjena na 965 km. Novonastalo stanje će se svakako morati uzeti u obzir kod revizije postojeće obalske, kao i računске stacionaže na sektoru uzvodno od Novosanadskog preseka<sup>18</sup>.

Na kraju je važno reći da je osim izvedene kinete kod Adorjana i preseka kod Sanada, kao i planiranih preseka kod Bačkog Petrovog Sela (1.300 m) i Bečeja ("plitki" prosek, odnosno kineta dužine 3.800 m), prvobitno (studija iz 1972. godine) bila razmatrana mogućnost izvođenja još nekoliko preseka na sektoru toka između brane kod Novog Bečeja i državne granice. Radi se o prosecima kojima bi bile prosečene naglašene krivine uzvodno od Kanjiže, uzvodno od Sente i nizvodno od Bačkog Petrovog Sela. Međutim, kasnije usvojenim rešenjem, kao jeftinija varijanta uređenja osnovnog korita, predloženo je njegovo proširivanje i produbljivanje čime bi se obezbedili bolji uslovi za proticanje velikih voda. Konkretno, proširenja i produbljenja osnovnog korita Tise su predviđena:

- u lučnom meandru kod Martonoša duž desne konveksne obale;
- u lučnom meandru uzvodno od Kanjiže duž leve konveksne obale;
- u lučnom meandru kod Novog Kneževca duž desne konveksne obale;
- u oštroj krivini uzvodno od Sente duž desne konveksne obale;
- u lučnom meandru između Mola i Bačkog Petrovog Sela duž desne konveksne obale i
- u nizvodnoj oštroj krivini kod Bačkog Petrovog Sela duž leve konveksne obale.

Konsultujući potiske vodoprivredne organizacije i naročito glavnog izvođača radova A.D. *Heraj Pinki* iz Novog Sada, do danas je izvedeno proširivanje Tisinog minor korita na gotovo svim predviđenim i na još nekoliko novih poteza. Naime, pomenuti radovi su realizovani:

- kod Martonoša u lučnom meandru duž desne konveksne obale u dužini od oko 1 km;
- kod Kanjiže i uzvodno od grada u lučnom meandru duž leve konveksne obale u dužini od oko 3,5 km;
- kod Novog Kneževca u lučnom meandru duž desne konveksne obale u dužini od oko 1 km;
- uzvodno od Sente u oštrom meandru duž desne konveksne obale u dužini od oko 2 km;
- kod Sente, nizvodno od mosta na uskoj pravolinijskoj deonici korita duž leve obale u dužini od oko 1.400 m;

---

<sup>18</sup> Prosek je od strane autora nazvan "Novosanadskim" iz razloga što se nešto nizvodniji prosek, kojim je u drugoj polovini 19. veka prosečena današnja mrtvaja Pana, naziva Sanadski.

- nizvodno od Sente, tačnije kod inundacije *Makoš* u lučnom meandru duž desne konveksne obale u dužini od oko 1 km;
- nizvodno od inundacije *Batka*, u lučnom meandru duž leve konveksne obale u dužini od oko 2,5 km;
- kod Mola u blagoj krivini duž leve konveksne obale u dužini od oko 2 km;
- u velikom lučnom meandru između Mola i Bačkog Petrovog Sela, duž desne konveksne obale u dužini od oko 1 km;
- u krivini pre ulaska u *Arački prosek*, uzvodno od Bečeja, duž desne konveksne obale u dužini od oko 1 km.

### REGULACIONE VODOGRAĐEVINE U OSNOVNOM KORITU

Usled erozivno - akumulativnog rada vodenih tokova neprestano dolazi do promena u rečnom koritu i na obalama. Naime, reke napadajući konkavne obale izazivaju njihovo rušenje ugrožavajući i same odbrambene nasipe. Istovremeno, nekontrolisanim prenosom velike količine materijala sa jednog na drugo mesto i njegovim nagomilavanjem najčešće duž konveksnih obala, ali i na proširenim pravolinijskim deonicama korita, izazivaju stvaranje novih sprudova. Na ovaj način dolazi do svojevrsnog pomeranja rečnog korita i promene oblika njegovog poprečnog profila, što naročito predstavlja veliki problem kod plovnih reka jer pomenute promene za posledicu imaju i pomeranje, odnosno premeštanje plovnog puta. Upravo u cilju sprečavanja ovih negativnih pojava, u osnovnom koritu se instaliraju regulacione vodograđevine. Sa aspekta opšte regulacije reka njihov zadatak je pre svega stabilizacija obala čime se postiže održavanje proračunate normalne širine i gabarita njenog osnovnog korita za malu u srednju vodu, zatim sprečavanje nagomilavanja leda i pojave tzv. "ledenih poplava" i sl. Kada su u pitanju plovne reke, kao što je Tisa, zadatak regulacionih građevina se može posmatrati i kroz prizmu obezbeđivanja sigurnih uslova plovidbe, odnosno stvaranja i održavanja potrebnih širina i dubina korita, kao i poluprečnika krivina u granicama koje omogućavaju bezbednu plovidbu (Petrović, 2000).

*Tabela 10. Regulacioni objekti na Tisi na srpskom sektoru toka izvedeni u periodu 1875 - 1970. god.*

R.br.	Naziv mesta	Obala	Građevina	Rečni km	Dužina m
01.	Krstur	leva	obaloutvrda, naper	156-155	1.500
02.	Krstur	leva	naper	153-151	2.000
03.	Kanjiža	desna	obaloutvrda	151-150	227
04.	Novi Kneževac	leva	obaloutvrda, naper	146-145	1.200
05.	Novi Kneževac	leva	kej	145-144	910
06.	Nadrljan	leva	obaloutvrda	141-140	700
07.	Nadrljan	desna	obaloutvrda	139-137	1.822
08.	Nadrljan	desna	obaloutvrda	134-132	1.644

09.	Senta	desna	obaloutvrda	128-127	464
10.	Sanad	leva	obaloutvrda, naper	126-125	1.000
11.	Senta	desna	obaloutvrda, kej	125-123	1.500
12.	Čoka	leva	naper	123-122	1.000
13.	Senta	desna	obaloutvrda	120-119	300
14.	Ostojićevo	leva	obaloutvrda, naper	119-116	2.380
15.	Ostojićevo	leva	obaloutvrda	115-114	525
16.	Padej	leva	obaloutvrda	111-109	1.240
17.	Padej	leva	obaloutvrda, naper	109-107	2.000
18.	Padej	leva	obaloutvrda, naper	107-105	1.250
19.	Mol	desna	obaloutvrda	99-98	603
20.	Mol	leva	obaloutvrda, naper	97-94	4.000
21.	Bačko P. Selo	desna	obaloutvrda	85-84	840
22.	Bečej	leva	obaloutvrda	81-80	345
23.	Bečej	desna	obaloutvrda, naper	73-68	4.000
24.	Bečej	leva	naper	72-71	1.000
25.	Novi Bečej	leva	obaloutvrda	69-68	178
26.	Novi Bečej	leva	obaloutvrda	68-67	667
27.	Novi Bečej	leva	obaloutvrda, naper	66-63	2.027
28.	Taraš	desna	obaloutvrda	48-47	340
29.	Babatovo	leva	obaloutvrda	43-42	435
30.	Žabalj	desna	obaloutvrda	37-35	1.130
31.	Žabalj	leva	paralelna građevina, traverza	35-33	1.360
32.	Bečkerečki ćošak	leva	obaloutvrda	28-27	680
33.	Žabalj	desna	paralelna građevina, traverza	27-25	960
34.	Mošorin	desna	obaloutvrda	22-21	650
35.	Mužlja	leva	paralelna građevina, traverza	18-16	1.040
36.	Titel	leva	paralelna građevina, traverza	15-14	1.010
37.	Titel	desna	paralelna građevina, traverza	14-13	1.200
38.	Knićanin	leva	paralelna građevina, traverza	7-5	970
39.	Titel	desna	paralelna građevina, traverza	5-3	1.200
40.	Knićanin	leva	paralelna građevina, traverza	2-1	520

Izvor: Drndarski, 1974.

Glavni radovi na podizanju regulacionih vodograđevina u osnovnom koritu Tise započeli su 1875. godine, nakon okončanja prokopavanja najvećeg broja preseka. Slobodno se može reći da se radi o regulacionim radovima tzv. drugog perioda koji su se uglavnom svodili na obezbeđivanje ruševnih obala na mestima gde su neposredno bili ugroženi i sami odbrambeni nasipi. Na sektoru toka u Srbiji glavina regulacionih objekata, u dužini od čak 45.777 m, izgrađena je u periodu od 1875. do 1970. godine (*tabela 10*). Kasnije je u više navrata vršena njihova rekonstrukcija, ali i podizanje novih vodograđevina, što je naročito bilo aktuelno u vremenu neposredno nakon ekstremno visokih voda 1970. godine kada su najveća oštećenja pretrpele obaloutvrde. Naime, za samo dve godine u okviru sanacionih radova na odbrambenim nasipima, pored popravke i rekonstrukcije starih, izvedeno je i trinaest novih obaloutvrda ukupne dužine 4.066 m (*tabela 11*).

Tabela 11. Obaloutvrde podignute na Tisi u srpskom delu toka između 1972. i 1974. god. u okviru radova na sanaciji odbrambenih nasipa nakon velike vode 1970. god.

R.br.	Naziv mesta	Obala	Rečni km	Dužina m
01.	Kanjiza	desna	151-150	210
02.	Novi Kneževac	leva	145-144	170
03.	Nadrljan	desna	138-137	334
04.	Nadrljan	desna	133-132	570
05.	Senta	desna	125-124	230
06.	Senta	desna	124-123	75
07.	Senta	desna	123-122	677
08.	Makoš	desna	120-119	360
09.	Bačko Petrovo Selo	desna	89-88	80
10.	Bačko Petrovo Selo	desna	83-82	230
11.	Bečej	leva	81-79	410
12.	Bečej	desna	73-72	100
13.	Bečkerečki Čošak	leva	27-26	600

Izvor: Drndarski, 1974.

Prema tome kako leže u odnosu na pravac kretanja vode, regulacione građevine mogu biti paralelne (podužne) i poprečne (Nešić, 1966). Među brojnim vrstama *paralelnih građevina*, u osnovnom koritu Tise u Srbiji izgrađene su obaloutvrde, prave paralelne građevine<sup>19</sup> i kejovi, dok su od *poprečnih regulacionih objekata* prisutni naperi i traverze. U težnji da se koriguju lokalna odstupanja i nepravilnosti u tečenju vode i razvoju osnovnog korita Tise u periodu između 1875. i 1914. godine pribegavalo se kombinovanoj izgradnji napera i paralelnih građevina sa traverzama. Kasnije se u cilju zaštite nasipa u potpunosti prešlo na podizanje obaloutvrda, čime se odustalo od ambicije da se utiče na promenu režima tečenja. Za izgradnju regulacionih vodograđevina u koritu Tise najviše je korišćen lomljeni kamen, zatim fašine<sup>20</sup> i betonski blokovi.

Osnovna namena *obaloutvrda* (slika 17) i *kejova* (slika 18) je zaštita konkavnih obala i nasipa duž istih od rušilačkog dejstva reke. Takođe, i *prave paralelne građevine* u kombinaciji sa *traverzama*, najčešće se koriste za regulaciju konkavnih obala i to na sektorima toka gde je neophodno da se građevina pravi u samom koritu kako bi se ublažile krivine. Pomenutim traverzama, kojima su prave paralelne građevine povezane sa obalom, sprečava se proticanje vode u međuprostoru između paralelne građevine i obale i smanjuje brzina vodene mase. Na taj način se povećava istaložavanje nanosa u međutraverznim poljima, što pospešuje stvaranje nove obale. Mada u koritu Tise u našoj zemlji ne postoji takav slučaj, važno je reći da se za potrebe sužavanja korita i povećavanja njegove dubine prave paralelne građevine mogu koristiti i za regulaciju pravolinijskih deonica toka kada se grade paralelno, duž obe obale.

<sup>19</sup> U tabeli 18 se pod paralelnom građevinom zapravo podrazumeva prava paralelna građevina.

<sup>20</sup> Mogu biti proste i punjene. Proste fašine se prave od snopova vrbovog pruča uvezanog žicom, dok se punjene fašine ili tonjače prave ispunjavanjem prostih fašina kamenjem ili šljunkom (Nešić, 1966).



Slika 17. Obaloutvrda od lomljenog kamena (levo) duž desne obale Tise na km 22 (foto: D. Pavić, 2004)



Slika 18. Kejski zid duž leve obale Tise kod Novog Kneževca na km 145 (foto: D. Pavić, 2004)

Najviše primenjivani tip poprečnih regulacionih vodograđevina u minor koritu Tise u Srbiji predstavljaju *naperi*. Radi se o regulacionim objektima koji se nikada ne grade pojedinačno nego u serijama tako da sastavni deo ovih složenih građevina predstavljaju i tzv. međunaperska polja. Zajedno sa drugim regulacionim objektima naperi regulišu pravac toka i doprinose sužavanju osnovnog korita, a samim tim utiču i na povećavanje njegove dubine. Po pravilu naperi se grade duž konveksnih obala ili bolje reći duž obala gde preovlađuje akumulacija transportovanog materijala koja može biti prisutna i duž konkava na izlasku iz meandra, kao i na prelazima između krivina (infleksijama), odnosno pravolinijskim deonicama korita. Naime, sve ove varijante su prisutne kod reke Tise u



Srbiji, što se vidi i na osnovu rasporeda napera (*tabela 10*) čija se samo jedna serija, od ukupno dvanaest, nalazi duž konveksne obale (km 126 - 125). U svakom slučaju naperi duž obala gde su izgrađeni usporavaju reku i slabe njenu transportnu moć usled čega dolazi do taloženja fluvijalnog materijala u međunaperskim poljima, a samim tim i ubrzanog formiranja nove obale bliže sredini toka.

## NASIPI KAO REGULACIONE VODOGRAĐEVINE VAN OSNOVNOG KORITA

Sporadično podizanje ozbiljnijih nasipa duž Tise započelo je još u 18. veku, dok je glavna gradnja odbrambene linije obavljena tokom druge polovine 19. veka, paralelno sa regulacijom osnovnog korita. Sve do 1975. godine, posle svake značajnije velike vode, vršeno je njihovo nadvišavanje i parcijalna rekonstrukcija. Tako je bilo i nakon ekstremno visokih voda 1970. godine<sup>21</sup> (trajale od sredine aprila do kraja juna) tokom kojih je Tisina odbrambena linija pokazala sve svoje slabosti i kada do još katastrofalnijih posledica na srpskom sektoru toka nije došlo samo zahvaljujući spremnosti ekipa koje su bile angažovane na odbrani od poplave. Glavni nedostaci nasipa ogledali su se u njihovoj nedovoljnoj visini registrovanoj na dužini od oko 90 km i visokoprocennoj poroznosti usled koje su se na velikom broju mesta pojavili izvori. Tokom petogodišnje sanacije (1971 - 1975) sanirano je oko šezdeset najslabijih lokaliteta među kojima najveću pažnju pobuđuju sektori kod Kanjiže, Adorjana, Sanada, Sente, Mola, Bačkog Petrovog Sela i Novog Bečeja. Sanacioni radovi su se prvenstveno svodili na popravku, pojačavanje, nadvišavanje, oblaganje, pa i izgradnju novih kraćih deonica nasipa (Jojić, 1984).

Međutim, svi ti zahvati, s obzirom na svoj interventni karakter, nisu obezbeđivali ujednačen stepen zaštite branjenom području i što je veoma važno naglasiti, nisu uticali na poboljšanje inače veoma loših uslova za proticanje velikih voda. Naime, pored brojnih meandara i često nedovoljne širine osnovnog korita, prepreku ravnomernom proticanju velikih voda Tise predstavljali su i neujednačeni međusobni razmaci desnoobalnih i levoobalnih odbrambenih nasipa (negde su preblizu, a negde suviše razmaknuti) koji su duž celokupnog tretiranog dela toka veoma često građeni parcijalno i bez poštovanja opšte koncepcije regulacionih radova prihvaćene tokom druge polovine 19. veka. Dakle, u samom startu trase odbrambenih nasipa na brojnim sektorima nisu odabirane u skladu sa zahtevima najpovoljnijih hidrauličkih rešenja, odnosno zahtevima koje postavlja dinamika rečnog toka, nego prema interesima veleposednika ili na osnovu izbora terena na kojima su uslovi za gradnju bili najpovoljniji. Konkretno, na deonicama gde su veleposednici imali snažan uticaj, kojima je glavni cilj bio zaštititi od plavljenja što veće površine plodnog priobalnog zemljišta, odbrambeni nasipi su građeni znatno bliže osnovnom koritu nego što je to bilo predviđeno. Na taj način su na sektorima toka gde je propusna moć osnovnog

<sup>21</sup> Prema klasifikaciji poplava, izvršenoj na bazi glavnih uzroka, visoka voda iz 1970. godine, pripada tzv. *poplavama izazvanim kišom i otapanjem snega*, koje su inače na Tisi najčešće (Gavrilović, 1981). O čudljivosti Tisinog režima govori i podataka da je tokom perioda 1772 - 1979. na ovoj reci bilo čak 39 poplavnih godina (Šimadi, Vagaš, 1979).

korita bila nedovoljna, nasipi međusobno suviše približeni čime su stvorena uska grla za proticanje velikih voda. U našoj zemlji karakteristični primeri ovakve gradnje su bili na levoj obali: između Krstura i Novog Kneževca, između inundacije *Batka* i Padeja i nizvodno od inundacije naspram Mola. Ipak, važno je naglasiti da je najveći deo preostalih deonica sa malim međusobnim razmakom odbrambenih nasipa planski realizovan u skladu sa povoljnim hidrauličkim uslovima koji su se pre svega bazirali na dovoljnoj veličini proticajnog profila osnovnog korita na odgovarajućim sektorima toka.

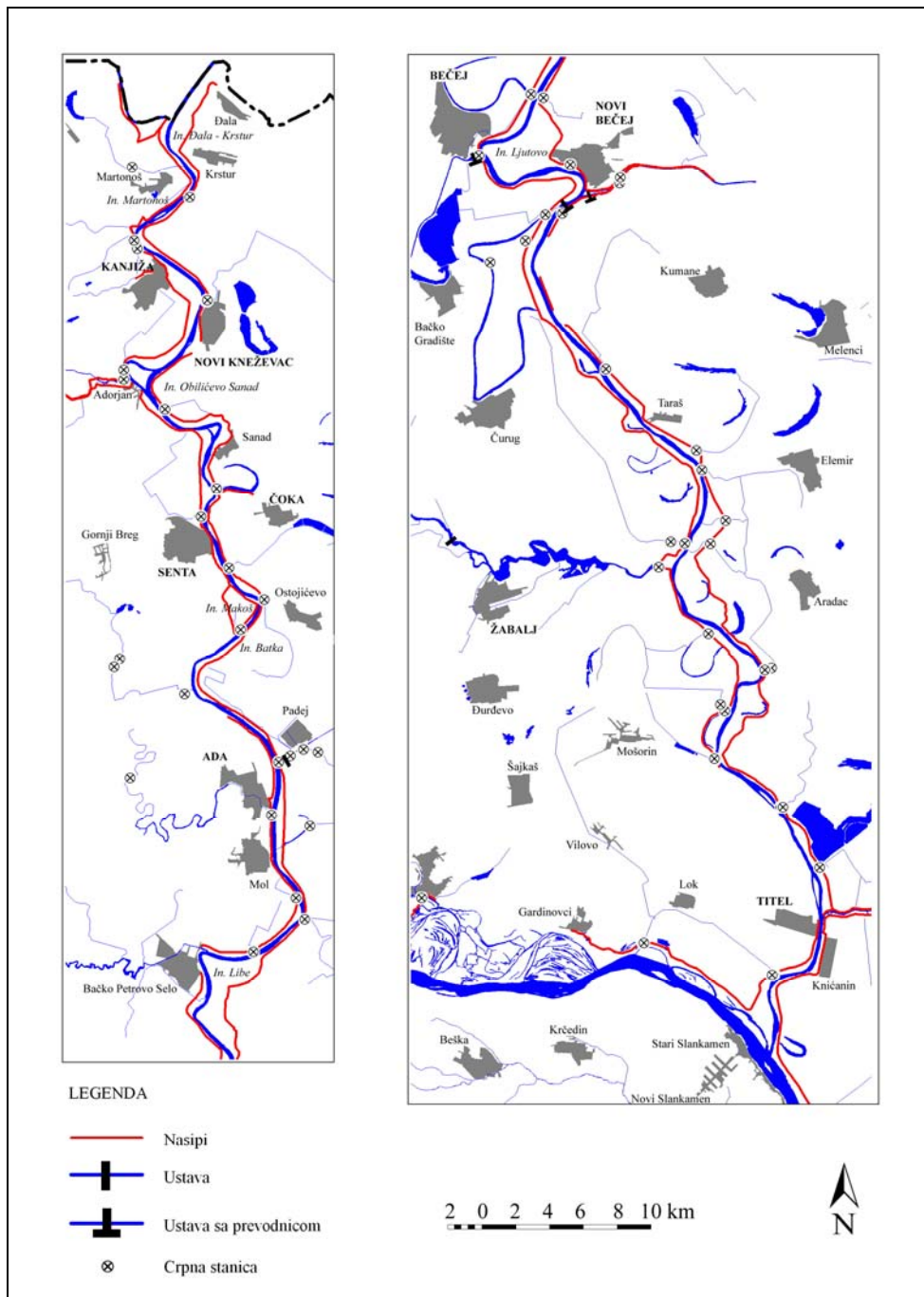
Suprotno deonicama gde su podizani međusobno veoma blizu, odbrambeni nasipi duž Tise su tokom druge polovine 19. veka veoma često planski građeni na velikoj udaljenosti od osnovnog korita. Naime, naspram delova toka gde su uslovi za proticanje velikih voda nepovoljni, kakvi su oštri meandri ili druge deonice gde osnovno korito nema dovoljnu širinu i dubinu, namerno su u nebranjenom pojasu ostavljane prostrane inundacione površine koje bi upravo tokom velikih voda služile kao kompenzacija<sup>22</sup> lošim uslovima tečenja u minor koritu<sup>23</sup>. Na ovaj način su duž Tise stvoreni brojni izduženi sektori sa velikim međusobnim razmakom desnoobalnih i levoobalnih odbrambenih nasipa. Samo je u našoj zemlji, ostavljanjem inundacija u nebranjenom pojasu, obrazovano desetak ovakvih proširenja. Najveća među njima su formirana u visini četiri banatske (*Đala-Krstur*, *Obilićevo-Sanad*, *Libe* i *Ljutovo*) i dve bačke (*Martonoš* i *Makoš*) inundacije (*karta 15*).

Osim sektora gde su planski podizani na znatnoj udaljenosti od osnovnog korita, deonice sa izrazito razmaknutim odbrambenim nasipima su obrazovane i kao posledica tzv. novonastalog stanja. Naime, proširenja su nastala kao rezultat naknadnog prosecanja meandara usled čega su ranije podignuti nasipi ostali duž konkavnih obala starih tokova. Takođe, deonice sa većim razmakom nasipa formirane su i tamo gde izvođači radova nisu poštovali predviđeni plan nego su birali trase gde su uslovi gradnje bili povoljniji. Najočigledniji primeri za ovako obrazovana proširenja su na sektorima Martonoške, Batkanjske i Ađansko-molske mrtvaje, kao i u nebranjenim inundacijama u banatskom priobalju naspram ušća Jegričke i nizvodno od poslednjeg Tisinog oštrog meadra u kojima se nalaze mrtvaje Vir, Aradački Ajlaš i Komonj (*karta 15*).

---

<sup>22</sup> Izlivanjem velikih voda u inundacije, koje poprimajući ulogu protočnih retencija rasterećuju osnovno korito, dolazi do snižavanja vodostaja, čime se smanjuje opasnost od preliivanja krune odbrambenih nasipa na deonicama gde su njihovi međusobni razmaci mali ili gde im je visina nedovoljna.

<sup>23</sup> Očigledno da je bilo znatno lakše povući trase odbrambenih nasipa na većoj udaljenosti od osnovnog korita nego izvršiti njegovu regulaciju (prosecanje, proširivanje, produbljivanje) na deonicama gde ono nije imalo dovoljnu propusnu moć.



Karta 15. Savremeni izgled glavne odbrambene linije u srpskom Potisju sa sistemo za odvodnjavanje (JVP Vode Vojvodine)

Pored do sada navedenih činioca, kojima se mogu dodati i neuređene šume u forlandu, dodatnu prepreku proticanju velikih voda Tise u našoj zemlji predstavljaju i tzv. *letnji nasipi* (slika 19) podignuti tokom prve polovine 20. veka. Radi se o niskim nasipima, visine obično 2 - 3 m sa krunom širine oko 3 m i najčešćim nagibom kosina 1:3, koje su vlasnici zemlje podigli neposredno uz osnovno korito kako bi smanjili učestalost plavljenja nebranjanih plodnih inundacionih površina. Izgrađeni su na sedam lokaliteta (pet u banatskom i dva u bačkom priobalju), a nazive su dobili po inundacijama koje su štili ili

još uvek štite od plavljenja tzv. manjih velikih voda<sup>24</sup> verovatnoće 7 - 10 godina (tabela 12).

Tabela 12. Letnji nasipi pored Tise

Naziv	Dužina m	Branjena površina ha
Đalinski	6.210	360
Obličevo-Sanad	8.721	620
Batka	2.450	380
Libe	10.833	800
Ljutovo	9.300	930
Makoš	4.395	300
Martonoš	5.383	300
<i>Ukupno</i>	<i>47.292</i>	<i>3.690</i>

Izvor: Cinkler, 1974.

Prema G. Vujić-Stojanović (1983) letnji nasipi imaju negativne efekte na proticanje velikih voda koje preko njih prelivaju, jer svojom konstrukcijom stvaraju dopunske otpore usled kojih se nivoi velikih voda dodatno izdižu. Ako se u obzir uzme i činjenica da letnji nasipi ne obezbeđuju sigurnu zaštitu plodnih inundacija od plavljenja, kako zbog nedovoljne visine, tako i zbog slabo otpornog prašinasto - peskovitog materijala od kojeg su građeni (zahtevaju stalno održavanje i popravku), opravdano se postavlja pitanje njihovog opstanka u perspektivi.



Slika 19. Levoobalni letnji nasip Ljutovo na kontaktu sa glavnim odbrambenim nasipom kod Novog Bečeja na km 67 (foto: D. Pavić, 2005)

Uzimajući u obzir sve pomenute nedostatke tiske odbrambene linije bilo je jasno da se njenom prostom sanacijom, nakon velike vode 1970. godine, neće suštinski rešiti problemi vezani za odbranu od poplava, kao i problemi koji su proizilazili iz lošeg stanja major korita. Zbog toga već 1978. godine, paralelno sa zahvatima u minor koritu, započinju

<sup>24</sup> Prema D. Milovanovu (1979) letnji nasipi *Libe* i *Ljutovo* obezbeđuju zaštitu od voda maksimalnog proticaja 2.800 m<sup>3</sup>/s, što odgovara vodostaju od +680 cm (kota od 78,67 m a.v) na vodomeru u Bečeju. Opažena najviša velika voda Tise iz 1970. godine je za oko 75 cm iznad krune pomenutih letnjih nasipa, a merodavna (stogodišnja) velika voda čak za 1,40 m.

ozbiljni radovi na sistemskoj rekonstrukciji odbrambene linije, koji svoj puni zamah dobijaju nakon 1983. godine, posle usvajanja ranije pomenutog *Rešenja za uređenje korita Tise za velike vode na sektoru toka kroz Srbiju*. Glavni zadaci sistemske rekonstrukcije (osim pojačavanja i nadvišavanja starih, uključuje i izgradnju novih odbrambenih nasipa po izmenjenim trasama) usmereni su ka:

- postizanju većeg stepena zaštite od poplava;
- uređenju major korita za proticanje velikih voda i
- trajnoj zaštiti od plavljenja većih inundacija, naročito onih delimično branjenih letnjim nasipima.

Od samog početka, nadvišavanje starih i izgradnja potpuno novih glavnih odbrambenih nasipa<sup>25</sup> duž Tise, sprovodi se na osnovu usvojenog vodostaja koji odgovara stogodišnjoj velikoj vodi (računski proticaj od  $Q_{1\%}=4.100 \text{ m}^3/\text{s}$ ) u profilu hidrološke stanice Senta, uz koincidenciju sa visokim vodostajem Dunava (verovatnoće 5%) na ušću kod vodomerne stanice Slankamen (Božić, 1981). Propisana zaštitna visina svih odbrambenih nasipa iznosi najmanje 1 m. Prema usvojenom rešenju predviđeno trajno zadolmljavanje određenog broja plodnih inundacionih površina, koje primajući velike vode značajno utiču na obaranje visokih vodostaja<sup>26</sup>, treba biti konpenzovano već opisanim regulacionim zahvatima u osnovnom koritu (proširivanje i produbljivanje) usmerenim na povećanje njegove propusne moći.

Posmatrajući srpski sektor toka u celini usvojeno rešenje najvećim delom uključuje pojačavanje i nadvišavanje postojećih odbrambenih nasipa<sup>27</sup>, dok je podizanje novih glavnih nasipa po izmenjenim trasama, kao i uklanjanje letnjih nasipa predviđeno na više poteza, ali samo na sektoru uzvodno od brane kod Novog Bečeja. Izuzimajući nekoliko deonica (npr. na desnoj obali nizvodno od ušća Jegričke i na levoj obali uzvodno od ušća Begeja) do danas su radovi vezani za pojačavanje i nadvišavanje postojećih odbrambenih nasipa u najvećoj meri privedeni kraju. Međutim, to se ne može reći i kada je u pitanju podizanje novih i uklanjanje letnjih nasipa, na čemu je istina urađeno mnogo, ali još uvek nedovoljno da bi se trenutno stanje moglo okarakterisati visoko zadovoljavajućim. Prema podacima nadležnih vodoprivrednih organizacija i *JVP Vode Vojvodine duž desne obale*, na sektoru od državne granice do brane kod Novog Bečeja, do danas su izvedeni sledeći radikalni poduhvati na odbrambenoj liniji:

- u zoni Martonoške mrtvaje glavni nasip izmešten bliže reci (trajna zaštita inundacije od plavljenja);

<sup>25</sup> Radi se o nasipima visine obično 5 - 6 m sa krunom širine oko 6 m i nagibom kosina 1:3.

<sup>26</sup> Pre sistemske rekonstrukcije odbrambene linije ukupna površina inundacija Tise do prvih odbrambenih nasipa u Srbiji je iznosila oko 78 km<sup>2</sup>, (nakon rekonstrukcije oko 20 km<sup>2</sup> manje) od čega je gotovo polovina branjena letnjim nasipima (oko 37 km<sup>2</sup>). Prema D. Milovanovu (1979) samo na području inundacija *Libe* i *Ljutovo* ukupni akumulacioni prostor iznosi gotovo 40 mil. m<sup>3</sup> (*Libe*: 19,6 mil. m<sup>3</sup> do kote 79,44 m a.v.; *Lutovo*: 20 mil. m<sup>3</sup> do kote 78,90 m a.v.).

<sup>27</sup> Na inicijativu opštinskih organa u Novom Kneževcu Đalinski letnji nasip nije uklonjen, nego je kvalitetno pojačan i nadvišen tako da danas predstavlja sigurnu zaštitu od desetogodišnje velike vode.

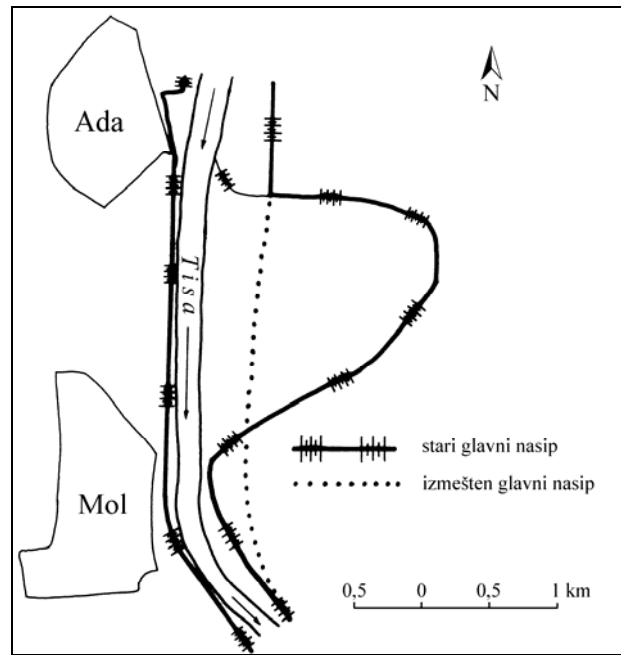
- u zoni inundacije *Martonoš* letnji nasip uklonjen, a glavni nasip izmešten bliže reci (trajna zaštita inundacije od plavljenja);
- u visini Kanjiže glavni nasip izmešten bliže reci (trajna zaštita inundacije iz urbanističkih razloga);
- u zoni inundacije *Makoš* letnji nasip uklonjen, a novi glavni nasip podignut bliže reci<sup>28</sup> (trajna zaštita inundacije od plavljenja).

Kada je u pitanju izgradnja novih odbrambenih nasipa, odnosno izmeštanje glavne odbrambene linije i uklanjanje letnjih nasipa, duž *leve obale* Tise su do sada realizovani sledeći zahvati:

- u visini Krstura glavni nasip izmešten bliže reci (trajna zaštita inundacije od plavljenja);
- u lučnom meandru uzvodno od Kanjiže glavni nasip izmešten dalje od reke (kompenzacija lošim uslovima tečenja u minor koritu, odnosno povećanje proticajnog profila);
- u zoni inundacije *Obilićevo-Sanad* uklonjen letnji nasip, a glavni nasip izmešten neposredno uz reku, s tim što je u visini adorjanske oštre krivine nasip podignut duž leve obale kinete, a ne pored prirodnog korita (trajna zaštita inundacije od plavljenja);
- uzvodno (prema Novom Kneževcu) i nizvodno (prema Sanadu) od novoizgrađenog nasipa u zoni inundacije *Obilićevo-Sanad* na relativno visokom terenu, podignute još dve trase glavnih nasipa (uspostavljanje kontinuiteta odbrambene linije);
- u zoni inundacije *Batka* uklonjen letnji nasip, a glavni nasip izmešten bliže minor koritu (trajna zaštita inundacije od plavljenja);
- uzvodno i nizvodno od inundacije *Batka* dve isupčene deonice glavnog nasipa odmaknute od reke (eliminisanje uskih grla u major koritu za proticanje velikih voda, odnosno povećanje proticajnog profila);
- u zoni inundacije *Ada-Mol (karta 16)* glavni nasip izmešten bliže reci (trajna zaštita inundacije od plavljenja), dok je nizvodno od inundacije isupčena deonica glavnog nasipa odmaknuta od reke (eliminisanje uskog grla u major koritu za proticanje velikih voda, odnosno povećanje proticajnog profila).

---

<sup>28</sup> Budući da nakon podizanja novog glavnog nasipa, stari nije uklonjen, u zoni inundacije *Makoš* danas postoje “dve glavne odbrambene linije”.



Karta 16. Rekonstrukcija odbrambene linije u zoni Ađansko-molske inundacije (Vujić-Stojanović, 1983)

Da bi rekonstrukcija tiske odbrambene linije u Srbiji bila privedena kraju, bar u onom delu koji se odnosi na izmeštanje i gradnju novih i uklanjanje letnjih nasipa, potrebno je realizovati još nekoliko zahtevnih poduhvata predviđenih usvojenim rešenjem:

- na desnoj obali, nizvodno od inundacije *Makoš*, izgraditi oko 7 km dug tzv. glavni nasip na visokom terenu (zaštita od plavljenja visokog terena tzv. *Žutog brega*);
- u zoni inundacije *Libe*, nakon planiranog prosecanja uzvodne oštre krivine kod Bačkog Petrovog Sela, glavni nasip izmestiti znatno bliže osnovnom koritu uključujući levu obalu preseka; ukloniti letnji nasip (trajna zaštita inundacije od plavljenja);
- u zoni inundacije *Ljutovo*, nakon predviđenog prokopavanja kinete, podići kružni glavni nasip između prirodnog i veštačkog korita, a postojeći glavni nasip izmestiti bliže levoj obali kinete; ukloniti letnji nasip (trajna zaštita inundacije od plavljenja).

U celini posmatrano današnjom glavnom odbrambenom linijom duž Tise u Srbiji, koja dakle još uvek nije u potpunosti rekonstruisana, u najvećoj meri je obezbeđena propisna zaštita od stogodišnje velike vode ( $4.100 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Jedina deonica na kojoj dolazi do izlivanja pri proticaju od oko  $3.300 \text{ m}^3/\text{s}$  (2% velika voda) jeste ona na desnoj obali nizvodno od inundacije *Makoš* u dužini od oko 7 km, gde je predviđena izgradnja pomenutog glavnog nasipa na visokom terenu. Takođe, važno je istaći da postoje i potezi duž toka gde nije obezbeđena usvojena zaštitna visina odbrambene linije koja iznosi najmanje 1 m iznad stogodišnje merodavne vode. Najbolji primeri su kejski zid u Senti na desnoj obali i



postojeći glavni nasip u zoni inundacije *Ljutovo*, na levoj obali gde je konkretno visina krune nasipa 40 - 50 cm iznad nivoa stogodišnje računске velike vode<sup>29</sup>. Inače, prema S. Vargi i sar. (1990) usvojena zaštitna visina odbrambenih nasipa obezbeđuje propuštanje i znatno većih voda od stogodišnjih, približno hiljadugodišnjih (0,1% v.v).



*Slika 20. Glavni odbrambeni nasip duž desne obale Tise kod km 37  
(foto: D. Pavić, 2005)*



*Slika 21. Glavni odbrambeni nasip duž leve obale Tise kod km 67  
(foto: D. Pavić, 2005)*

Pored do sada realizovanih zahvata u minor koritu (prosecanje krivina, proširivanje) korekcijama više trasa odbrambenih nasipa duž Tise na problematičnim deonicama (suženja i proširenja) u znatnoj meri su poboljšani uslovi tečenja velikih voda na sektoru toka u Srbiji. Međutim, još uvek ima deonica gde su ti uslovi daleko od zadovoljavajućih. Najčešće se radi o potezima gde postoje forlandi sa neuređenim šumama, navozima i još

<sup>29</sup> Kota merodavne stogodišnje velike vode u profilu 620 m uzvodno od brane kod Novog Bečeja iznosi 80,22 m a.v., što je u odnosu na kotu donje vode (79,98 m a.v.) više za 24 cm, odnosno za visinu uspora koji stvara sama konstrukcija brane (Jojić, 1984).



uvek neuklonjenim letnjim nasipima. Tako najlošije uslove za tečenje velikih voda u našoj zemlji imaju, inače najneuređenije deonice toka Tise u Srbiji, koje se nalaze kod Bačkog Petrovog Sela i Bečeja, odnosno u visini inondacija *Libe* i *Ljutovo*. Osim malog proticajnog profila osnovnog korita u oštrim krivinama, prepreku za oticanje velikih voda ovde predstavljaju postojeći letnji nasipi i činjenica da su glavni levoobalni nasipi izuzetno udaljeni od minor korita. Naime, usled opisanog stanja u visini inondacije *Libe* odbrambeni nasipi su međusobno razmaknuti do 2.900 m, a u visini inondacije *Ljutovo* oko 3.700 m. Postoje još dva poteza gde su glavni nasipi veoma razmaknuti. Radi se o deonicama kod Adorjana (do 1.850 m) i Sanada (2.500 m), ali su zahvaljujući izvođenju kinete, odnosno preseka uslovi za tečenje velikih voda veoma poboljšani. Prepreku slobodnom proticanju velikih voda predstavljaju i sektori toka gde su nasipi bliže nego što to dozvoljavaju hidraulički uslovi. Jedan od najboljih primera predstavlja deonica toka kod Sente gde je gradski kejski zid na desnoj obali od levoobalnog nasipa udaljen svega oko 300 m. Dakle, unatoč izvesnim korekcijama odbrambene linije, zahvaljujući kojima su poboljšani uslovi za tečenje velikih voda, međusobni razmak nasipa duž Tise u našoj zemlji je još uvek veoma neujednačen. U prilog ovoj konstataciji ide i podatak da su naprimer na sektoru uzvodno od brane odbrambeni nasipi najčešće međusobno razmaknuti u širokom dijapazonu između 300 m i 1.000 m (Varga i sar., 1990).



Slika 22. Crpna stanica Martonoš na desnoj obali Tise na km 157  
(foto: D. Pavić, 2005)

Prema podacima *JVP Vode Vojvodine* dužina aktuelne glavne odbrambene linije duž Tise u našoj zemlji iznosi oko 275 km, od čega na levoobalne glavne nasipe otpada oko 142 km, a na desnoobalne oko 133 km<sup>30</sup>. Današnjim trasama nasipa od Tisinih velikih voda u

<sup>30</sup> U granicama prirodnog sliva Tise u Srbiji ukupna dužina odbrambenih nasipa iznosi gotovo 500 km. Osim nasipa pored Tise od važnijih odbrambenih linija u slivu bitno je pomenuti nasipe duž Zlatice (30 km), duž Starog Begeja (72 km) i duž Plovnog Begeja (86 km).

vojvođanskom Potisju štiti se preko 260.000 ha<sup>31</sup> niskog priobalnog terena, od toga oko 190.000 ha u banatskom i oko 70.000 ha u bačkom priobalju. Koliki je značaj odbrambenih nasipa duž Tise kazuje i podatak da se njima od poplavnih talasa, pored većeg broja seoskih naselja, štite i gradovi, kako oni u priobalju poput Kanjiže, Novog Kneževca, Sente, Bečeja, Novog Bečeja, tako i gradovi udaljeniji od reke kao što su Kikinda i Zrenjanin. Svakako, ovde je važno naglasiti da je pored odbrambenih nasipa, koji predstavljaju osnovu pasivnih mera odbrane od poplava, duž Tise u Srbiji uspostavljen složen sistem za odvodnjavanje, koji čine **drenažni kanali i crpne stanice** (*karta 15*), čiji je zadatak sprečavanje indirektnog plavljenja (preko freatskih voda) nebranjene površine. Naime, visoke freatske vode sakupljene u kanalima, prepumpavaju se pomoću crpnih stanica u Tisu kao glavni recipijent (*slika 22*).

### BRANA KOD NOVOG BEČEJA

Osim što predstavlja najgrandiozniji hidrotehnički objekat na Tisi u srpskom sektoru toka i osnovu njenog aktivnog uređenja, zemljano-betonska brana kod Novog Bečeja, sagrađena na km 63 (km 62+988 oficijalne stacionaže) je ujedno i centralna i najveća hidrotehnička građevina Hs DTD, bez koje ovaj sistem ne bi mogao funkcionisati. Izgradnji brane se pristupilo tek nakon izrade većeg broja studija koje su se bavile utvrđivanjem zakonitosti vezanih za vodni režim Tise, na temelju kojih se došlo do zaključka da ova reka raspolaže dovoljnim količinama vode za vodosnabdevanje osnovne kanalske mreže u srpskom delu Banata. Pod rukovodstvom glavnog projektanta inž. Ljubomira Vajde gradnja brane je započela krajem 1970, trajala je narednih sedam godina, a zvanično je puštena u rad 27. 11. 1977. Sam uspor uspostavljen je 19. 08. 1975. godine do tada izgrađenim delom objekta.

Brana je građena u samom koritu Tise u dve faze pod zaštitom veštački podignutog zagata. U prvoj fazi sagrađen je deo objekta bliže banatskoj obali, tačnije: brodska prevodnica, četiri prelivna polja i prvi deo drumskog mosta i kranske staze. Za to vreme reka je tekla desnom polovinom korita koje je bilo veštačkim putem prošireno u dubini bačke obale. Pre početka druge faze izvođenja radova zagat je porušen, a reka preusmerena kroz izgrađeni deo objekta, čime su stvoreni uslovi za nastavak gradnje. U ovoj fazi su izgrađena preostala tri prelivna polja betonske brane, zatim zemljana brana, kao i preostali delovi drumskog mosta i kranske staze (Vajda, 1975).

Branom kod Novog Bečeja pregrađeno je korito Tise za veliku vodu (računski proticaj  $Q=4.750,0 \text{ m}^3/\text{sec}$ ) koje se na odabranom profilu nalazi između osovina odbrambenih nasipa na levoj i desnoj obali međusobno razmaknutih 520 m. Na pomenutoj dužini betonski deo brane je dug 213,5 m, zemljani deo 76,5 m, prevodnica i deponija pomoćnih zatvarača 51,0 m, dok ostatak ove složene hidrotehničke građevine čini zemljana pregrada (pretežno na desnoj strani korita) sa krunom iznad kote velike vode (Vajda, 1972).

<sup>31</sup> U celokupnom Potisju sistemom odbrambenih nasipa (oko 2.900 km) od poplava se brani oko 1,8 mil. ha površina (Putarić, 1981).

Glavni deo zemljano-betonske brane zapravo predstavlja *betonska brana* (slika 23) koja zauzima centralni i najveći deo u koritu Tise. Radi se o masivnoj građevini, u najvećoj meri sagrađenoj od armiranog betona sa pragom na koti od 68,00 m a.v. i krunom zida na koti od 86,50 m a.v. Betonska brana ima sedam prelivnih polja širine 24,5 m sa osovinskim razmakom od 30,5 m i sa stubovima širine 6 m. Temeljna ploča sa pragom ima karakteristike niskog, širokog prelivnog praga. Na prelivnim poljima brane se nalaze zatvarači (segmentni sa klapnom) pomoću kojih se ostvaruje projektovani režim uspora Tise. U sastav betonske brane ulaze i uzvodna betonska obloga dužine 15 m, kao i nizvodna betonska obloga, odnosno slapište, dužine 50 m.



Slika 23. Betonska brana na Tisi kod Novog Bečeja na km 63  
(foto: D. Pavić, 2005)



Slika 24. Zemljana pregrada - brana na Tisi kod Novog Bečeja na km 63  
(foto: D. Pavić, 2005)

U nastavku betonske brane prema bačkoj obali nalaze se još tri prelivna polja preko tzv. *zemljane pregrade - brane* (slika 24) koja inače betonsku branu povezuje sa desnim priobaljem. Kruna zemljane brane se nalazi na koti od 76,50 m, odnosno 0,5 m iznad kote maksimalnog uspora tako da je pri prolasku velikih voda zemljana brana prelivnog

karaktera. U cilju zaštite od erozivnog delovanja reke kruna (široka 15 m) i kosine zemljane brane su obložene betonskim pločama (Varga i sar., 1990).

Bliže levoj obali Tise, neposredno uz betonsku branu, sagrađena je *brodska prevodnica* (slika 25) za brodove do 1.350 tona nosivosti čija prosečna praktična propusna moć iznosi oko 2,12 mil. tona godišnje. Prevodnica se sastoji od uzvodne i nizvodne glave i komore i od uzvodnog i nizvodnog predpristaništa. Dužina komore iznosi 85,0 m, širina 12,00 m, a dubina na pragu 3,00 m. Uzvodno i nizvodno predpristanište u čitavoj dužini, od po 280 m, imaju odbojnu konstrukciju na obalnoj i rečnoj strani. Međusobno odstojanje rečne i obalne konstrukcije, odnosno korisna širina plovnog puta u predpristaništima, iznosi 40 m. Obe kapije na broskoj prevodnici su dvokrilne sa hidrauličkim pogonskim mehanizmima za otvaranje i zatvaranje. Maksimalno trajanje punjenja, odnosno pražnjenja komore u slučaju najveće denivelacije traje oko 10 minuta, a ceo proces prevođenja najviše 30 minuta<sup>32</sup>. Na uzvodnom predpristaništu, komori i nizvodnom predpristaništu postoji semafora signalizacija u skladu sa saobraćajnim propisima.



Slika 25. Brodska prevodnica u okviru brane kod Novog Bečeja na km 63 (foto: D. Pavić, 2004)

Na kraju opisa brane sa prevodnicom važno je pomenuti da se u okviru ove kompleksne građevine nalaze još: most sa kolovozom širine 7 m (koristi se za javni drumski saobraćaj) i dve pešačke staze sa širinom od po 1,5 m, zatim kranske staze za kretanje portalnog kрана za postavljanje pomoćnih zatvarača, potom deponije pomoćnih zatvarača sagrađene na levoj obali i komandna zgrada podignuta na levoj strani objekta, neposredno uz brodsku prevodnicu (Varga i sar., 1990).

Osnovna *funkcija* brane kod Novog Bečeja se svodi na usporavanje malih i srednjih Tisinskih voda i formiranje vodne stepenice, odnosno uspora (slika 26) zahvaljujući kojem je

<sup>32</sup> Dana 20. 07. 2004. godine pri uzvodnoj plovidbi punjenje komore je trajalo oko 12 minuta, a ceo proces prevođenja oko 21 minut; dana 09. 10. 2004. godine pri nizvodnoj plovidbi pražnjenje komore je trajalo oko 8 minuta, a proces prevođenja oko 17 minuta.



tokom čitave godine preko vodozahvatnih ustava kod Novog Bečeja i Padeja omogućeno gravitaciono upuštanje do  $120 \text{ m}^3/\text{sec}$  vode u osnovnu kanalsku mrežu Hs DTD u Banatu. Gornja voda je definisana kotom normalnog uspora koja se kreće u dijapazonu 74,50 - 75,50 m a.v. Tokom letnjih meseci izrazito sušnih godina visina uspora se može održavati na maksimalnih 76,00 m a.v., dok se tokom zime ili za potrebe odvodnjavanja Banata visina uspora može oboriti i na 74,00 m a.v. Pri normalnom usporu, koji se oseti u dužini od oko 180 km (do Čongrada), ostvaruje se korisna zapremina akumulacije od oko 50 mil.  $\text{m}^3$ . Osim gravitacionog snabdevanja kanalske mreže Hs DTD u Banatu, obrazovanjem uspora na sektoru uzvodno od brane su stvoreni povoljniji uslovi za zahvatanje vode iz reke od strane drugih korisnika prvenstveno za potrebe navodnjavanja. Takođe, obezbeđeni su i povoljniji uslovi plovidbe, a smanjen je i obim regulacionih radova u koritu Tise uzvodno od brane (Varga i sar., 1990).



*Slika 26. Akumulacija neposredno uzvodno od brane kod Novog Bečeja na km 64 (foto: D. Pavić, 2004)*

Poseban značaj brane i obrazovane akumulacije manifestuje se u tzv. aktivnoj odbrani od poplava. Naime, pre nailaska poplavnog talasa, u cilju stvaranja povoljnih uslova za prijem velikih voda, spuštanjem zatvarača na brani akumulacioni prostor se prazni. Ako kojim slučajem u posmatranom kritičnom periodu postoji deficit voda u banatskom delu kanalske mreže Hs DTD, obaranju visokih vodostaja značajno može doprineti i gravitaciono upuštanje Tisinih voda preko vodozahvatnih ustava kod Novog Bečeja i Padeja u pomenuti deo hidrosistema.

## UREĐENJE VODA U BAČKOJ I BANATU

Poglavlje koje se odnosi na uređenje voda u granicama Bačke i Banata<sup>33</sup>, uključujući i prirodni sliv Tise u Srbiji, predstavlja jedno od ključnih u ovom radu. Naime, upravo usled preduzetih hidrotehničkih mera, a naročito izgradnje višenamenskog Hidrosistema *Dunav-Tisa-Dunav*, došlo je do drastičnih hidroloških promena u pomenutim delovima Vojvodine. S obzirom na temu rada svakako da su najznačajnije one promene koje su dovele do formiranja čitave mreže unutrašnjih plovnih puteva, kao i promene koje su prouzrokovale svojevrsno “razbijanje” prirodnih slivova na prostoru Bačke i Banata.

Ozbiljniji hidrotehnički radovi na posmatranom području otpočinju još u prvoj polovini 18. veka i to najpre u **Banatu**. Radovi su bili vezani, pre svega za regulaciju korita Starog Begeja, prokopavanje Begejskog kanala i za regulaciju Tamiša. Glavni ciljevi ovih poduhvata bili su isušivanje prostranih zamočvarenih površina i odbrana od poplava. Od ozbiljnijih hidrotehničkih mera na području Banata izvedenih tokom 18. veka važno je pomenuti prokopavanje još dva kanala - *Brzavskog* i *Terezijinog*. Prvi kanal je prokopan zbog izušivanja niskog vodoplavnog zemljišta oko Brzave, a drugi radi odvođenja suvišnih voda sa područja prostrane alibunarske depresije. I tokom 19. i početka 20. veka u Banatu se realizuju brojni hidrotehnički radovi od kojih su najznačajniji kanalisanje, odnosno produbljivanje Plovnog Begeja (izvedeno izgradnjom sedam ustava, od čega četiri na teritoriji Srbije) i regulacija korita Zlatice. Takođe, bitno je naglasiti da se tokom 18, 19. i početka 20. veka, u cilju odbrane od poplava, duž vodotoka i kanala u Banatu, radi na izgradnji i utvrđivanju odbrambene linije.

Na području **Bačke** hidrotehnički radovi otpočinju kasnije, tačnije u drugoj polovini 18. veka, kada su sa kolonizacijom (naročito Nemaca) stvorene veće potrebe za plodnim obradivim zemljištem. U novonastalim uslovima bilo je neophodno preduzimanje mera na isušivanju prostranih zabarenih površina. Prvi značajniji rezultati u sakupljanju suvišnih unutrašnjih voda i njihovom odvođenju u Crnu baru<sup>34</sup>, postignuti su 1785. godine u okolini Kule i Vrbasa, nakon kopanja odvodnog kanala između ovih naselja. Projektant kanala bio je Jožef Kiš na čiju je inicijativu, u naredne dve godine, kanal produžen do Sivca, čime je i u okolini ovog naselja rešen problem isušivanja prostranih bara. Kanal *Sivac - Vrbas - Crna bara*, dug oko 30 km, predstavljao je osnovu za novu veliku ideju Jožefa Kiša koja se odnosila na stvaranje velikog unutrašnjeg plovnog puta između Dunava i Tise. Naime, prokopavanjem nove kanalske trase između Sivca i Bačkog Monoštora i kanalisanjem Crne bare, između Vrbasa i Bačkog Gradišta, stvoren je, oko 105 km dug, kanal *Dunav - Tisa* kojim je plovni put između Bačkog Monoštora i Bačkog Gradišta skraćen za oko 200 km.

<sup>33</sup> Nakon izgradnje Hs DTD i dovođenja u hidrološku vezu celokupnih teritorija Bačke i Banata, izdvojeno posmatranje preduzetih hidrotehničkih mera samo u granicama prirodnog sliva Tise, gubi svaki smisao.

<sup>34</sup> Crna bara je predstavljala prirodni vodotok, dug oko 47 km, koji je najvećom dužinom teкао jugozapadnim i južnim obodom Srednje bačke lesne zaravni. Počinjala je u okolini Sivca, a završavala ušćem u Tisu kod Bačkog Gradišta. Izraženiji deo njene doline, nizvodno od Vrbasa pa do aluvijalne ravni Tise, iskorišćen je kao povoljna morfološka predispozicija za izgradnju nizvodne trase Velikog bačkog kanala.

U cilju obezbeđivanja što povoljnijih plovidbenih uslova visinska razlika od oko 7,5 m, između Dunava (kod Bačkog Monoštora) i Tise (kod Bačkog Gradišta), savladana je izgradnjom pet ustava sa brodskim prevodnicama kod: Bačkog Monoštora, Malog Stapara, Vrbasa, Srbobrana i Bačkog Gradišta. Radovi na realizaciji ovog projekta, čiji su tvorci Jožef Kiš i njegov brat Gabor, trajali su od 1793. do 1801. godine. Zbog pomeranja korita Dunava sredinom 19. veka (1854 - 1856) vodozahvat na ovoj reci je izmešten oko 10 km uzvodnije, kod Bezdana, gde je izgrađena prva betonska prevodnica u Evropi projektanta Joanesa Mihalika. Krajem istog veka (1896) zbog regulacionih radova na Tisi, ušće kanala je izmešteno nešto uzvodnije, kod Bečeja, gde se i danas nalazi. Izmeštanje je izvedeno prokopavanjem kanalske trase između Bačkog Gradišta i Bečeja, duge oko 8 km, na čijem je završetku izgrađena nova brodska prevodnica na električni pogon. Kanal *Bezdan - Bečej*, dužine 123 km, kojim je plovidba između ishodišnih mesta, skraćena za oko 160 km, tokom istorije je imao različite nazive. Tako je u vreme Austrougarske nosio naziv *Kanal Franje Josipa*, u vreme Kraljevine Jugoslavije *Kanal kralja Petra I*, a nakon Drugog svetskog rata *Veliki bački kanal*.

Osim izmeštanja vodozahvata i ušća Velikog bačkog kanala, tokom 19. veka na području Bačke, realizovani su još neki grandiozni hidrotehnički zahvati za koje je ponajviše zaslužan Ištvan Tir. U periodu od 1871. do 1875. prokopana su još dva kanala: *Bajski* (44,5 km od čega u našoj zemlji 12,7 km) i *Mali Stapar - Novi Sad* ili *Mali bački kanal* (oko 68 km). Osnovni zadatak Bajskog kanala (sa dve ustave-prevodnice) jeste dodatno gravitaciono vodosnabdevanje Velikog bačkog kanala, a kanala *Mali Stapar - Novi Sad* (sa četiri ustave-prevodnice), u prvom redu, obezbeđivanje uslova za navodnjavanje delova južne Bačke, a zatim i plovidba. Na kraju ovog istorijskog pregleda nezaobilazno je naglasiti da se, kao i na području Banata, duž vodotoka i kanala u Bačkoj od 18. veka vrši podizanje i utvrđivanje odbrambenih nasipa (Milošev, 2002).

## HIDROSISTEM DUNAV-TISA-DUNAV

Unatoč svim hidrotehničkim merama preduzetim do Drugog svetskog rata na području Bačke i Banata, suštinsko i sveobuhvatno rešavanje vodoprivrednih problema (odvodnjavanje, navodnjavanje, vodosnabdevanje, plovidba i dr.) u ovim regijama počinje da se realizuje tek nakon izgradnje hidrosistema *Dunav-Tisa-Dunav*<sup>35</sup>. Odluku o izgradnji pomenutog hidrosistema donela je Vlada NR Srbije 20. juna 1947. godine na predlog njegovog idejnog tvorca, inž. Nikole Mirkova. Već narednog meseca započeli su prvi istražni radovi na terenu, a u septembru je osnovana *Direkcija za izgradnju kanala Dunav-Tisa-Dunav*. U prvobitnoj formi projekat je nosio naziv *Veliki kanal Dunav-Tisa-Dunav*, koji je predviđao postojanje jednog magistralnog kanala sa većim brojem ogranaka. Nakon sistematskih istraživanja na terenu ova koncepcija je napuštena i prihvaćen je izmenjeni

<sup>35</sup> Za područja severne Bačke i pojedinih delova Banata, koja su nakon izgradnje Hs DTD ostala van domašaja preraspodele vode, urađeni su projekti za manje regionalne višenamenske hidrosisteme - *Severna Bačka* (podsystemi: *Plazović, Tisa - Palić, Telečka, Mali Idoš, Srbobran, Beljanska bara i Ada*) i *Banat* (podsystemi: *Novi Kneževac, Kikinda, Nova Crnja - Žitište i Nadela*), čiji su pojedini delovi završeni i pušteni u rad (*JVP Vode Vojvodine*).

projekat pod nazivom *Osnovna kanalska mreža hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav* (u daljem tekstu: Hs DTD; hidrosistem). Intenzivna izgradnja kanalske mreže Hs DTD otpočela je čitavu deceniju kasnije, tačnije 1957. i trajala je do 1977. godine (Gavrilović, Dukić, 2002).

### Tehnički opis i princip rada

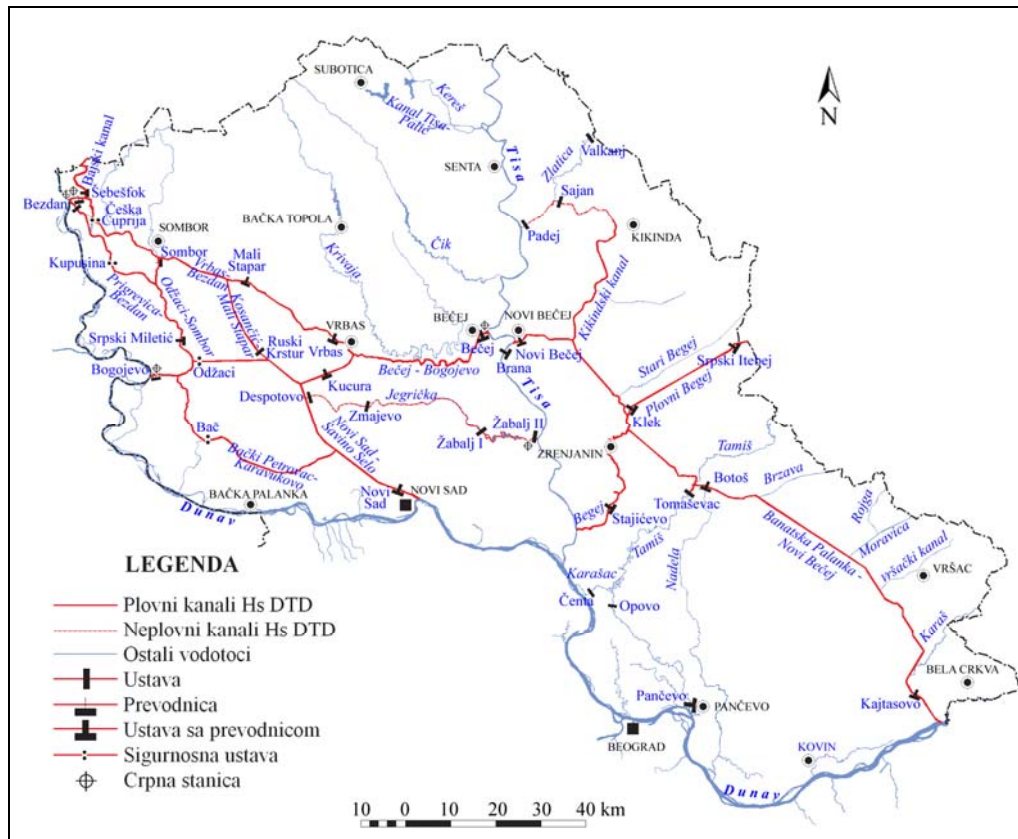
Hidrosistem DTD predstavlja jedan od najvećih višenamenskih regionalnih hidrosistema u Evropi, a po svom značaju ulazi i u red najznačajnijih sistema te vrste u Svetu. Može se podeliti u dve zasebne celine, bačku i banatsku, koje su međusobno malo zavisne. Poput vodenog mosta povezuje ih zagaćena Tisa uzvodno od brane kod Novog Bečeja, centralnog hidrotehničkog objekta hidrosistema. Na ovaj način, neposredno uzvodno od brane, stvoren je svojevrsan hidročvor gde se ukrštaju “žive” vode, što je u potpuno prirodnim uslovima nepoznato. Dakle, reka Tisa se može posmatrati i kao središnji hidrološki objekat Hs DTD, zahvaljujući kojem su njegove dve velike celine, bačka i banatska, povezane u jedinstven sistem. U prilog ovoj konstataciji ide i činjenica da Tisa ima ključnu ulogu u funkcionisanju Hs DTD. Naime, ova reka je jedan od glavnih recipijenata voda iz njegovog bačkog dela i ujedno osnovni vodosnabdevač kanalske mreže u Banatu.

**Bački deo Hs DTD** se sastoji iz razgranate kanalske mreže koju čine deonice potpuno novih, kao i više ili manje rekonstruisanih starih kanala i kanalisanih prirodnih tokova i depresija (Mostonga, Jegrička, Crna bara). U okviru ovog dela hidrosistema mogu se izdvojiti sledeće deonice kanala (*karta 17*): *Bajski* (12,7 km), *Vrbas - Bezdán* (80,9 km), *Kosančić - Mali Stapar* (21,1 km), *Prigrevica - Bezdán* (31,7 km), *Odžaci - Sombor* (27,8 km), *Bečej - Bogojevo* (90,0 km), *Bački Petrovac - Karavukovo* (52,0 km), *Novi Sad - Savino Selo* (39,1 km) i *Jegrička* (65,4 km). Ukupna dužina svih pomenutih kanalskih deonica iznosi 420,8 km

Vodosnabdevanje bačkog dela Hs DTD se vrši iz Dunava, gravitaciono i pumpanjem, preko vodozahvata koji se nalaze kod Bezdána i Bogojeva. Naime, gornji deo hidrosistema (kanali: *Vrbas - Bezdán*, *Bajski* i *Kosančić - Mali Stapar*) snabdeva se vodom gravitaciono preko *Bajskog kanala* u količini do  $6 \text{ m}^3/\text{s}$  (regulisano međudržavnim sporazumom), kao i uz pomoć crpnih stanica *Bezdán I*, kapaciteta do  $6 \text{ m}^3/\text{s}$  (trenutno nije u funkciji), i *Bezdán II*, kapaciteta do  $12 \text{ m}^3/\text{s}$ . Vodosnabdevanje donjeg dela hidrosistema prvenstveno se vrši putem vodozahvatne ustave *Bezdán* (tri prelivna polja veličine  $5 \times 4,2 \text{ m}$ ) preko koje je moguće gravitaciono upuštanje u kanalsku mrežu do  $60 \text{ m}^3/\text{s}$  vode. Donji deo hidrosistema snabdeva se vodom i preko pumpne stanice *Bogojevo*, kapaciteta do  $15 \text{ m}^3/\text{s}$ , u sklopu koje postoji i gravitacioni vodozahvat-vodoispust. Inače, crpne stanice *Bogojevo* i *Bezdán II* pripadaju reverzibilnom tipu, što znači da se preko njih osim vodosnabdevanja može vršiti i evakuacija suvišnih voda iz kanalske mreže u iznosu od  $15 \text{ m}^3/\text{s}$ , odnosno  $12 \text{ m}^3/\text{s}$ . Glavni vodoispusti bačkog dela Hs DTD nalaze se na Dunavu, kod Novog Sada, i na Tisi, kod Bečeja i istočno od Žablja. Radi se o ustavama *Novi Sad*, *Bečej* i *Žabalj II* preko kojih se voda iz kanalske mreže gravitaciono ispušta u Dunav, odnosno u Tisu, ali i o crpnim



stanicama *Bečej* ( $20 \text{ m}^3/\text{s}$ ) i *Žabalj* ( $16 \text{ m}^3/\text{s}$ ) pomoću kojih se voda iz kanala prepumpava u Tisino korito. Ukupni instalisani kapacitet odvodnjavanja u Bačkoj iznosi  $156 \text{ m}^3/\text{s}$ .



Karta 17. Hidrosistem DTD (JVP Vode Vojvodine)

Pored pomenute četiri, na kanalima Hs DTD u Bačkoj, postoji još devet regulacionih ustava (karta 17) kojima se reguliše nivo vodenog ogledala u kanalskoj mreži. Radi se o ustavama: *Šebešfok*, *Srpski Miletić*, *Kucura*, *Mali Stapar*, *Vrbas*, *Ruski Krstur*, *Despotovo*, *Zmajevo* i *Žabalj*. Takođe, ovde se nalaze i četiri tzv. sigurnosne ustave: *Češka Ćuprija*, *Kupusina*, *Odžaci* i *Bač*. Njihov zadatak je lokalizacija poplava u slučaju prodora prve odbrambene linije na Dunavu. S obzirom da su kanali Hs DTD u Bačkoj najvećim delom plovni u red najvažnijih hidrotehničkih objekata ulaze i brodske prevodnice<sup>36</sup>: *Bezdan* ( $65,0 \times 9,1 \times 2,5$ ), *Mali Stapar* ( $62,4 \times 8,1 \times 2,5$ ), *Sombor* ( $85,0 \times 12,0 \times 3,0$ ), *Bogojevo* ( $85,0 \times 12,0 \times 3,0$ ), *Srpski Miletić* ( $85,0 \times 12,0 \times 3,0$ ), *Novi Sad* ( $85,0 \times 12,0 \times 3,0$ ), *Vrbas* ( $85,0 \times 12,0 \times 3,0$ ), *Kucura* ( $85,0 \times 12,0 \times 3,0$ ) i *Bečej* ( $85,0 \times 12,0 \times 3,0$ ). Izgrađene su u okviru istoimenih ustava, prve dve u 19. veku, a ostale tokom izgradnje Hs DTD (Likić, 2002).

<sup>36</sup> Na kanalu *Bezdan - Baja (Bajski kanal)*, u okviru ustave *Šebešfok*, postoji stara brodska prevodnica, izgrađena 1875. godine, koja se ne spominje jer je potpuno van funkcije i danas služi kao ustava.



Slika 27. Ustava Bečej na ušću kanala Bečej - Bogojevo u Tisu (km 73)  
(foto: D. Pavić, 2004)



Slika 28. Crpna stanica Žabalj neposredno pre ušća Jegričke u Tisu (km 37)  
(foto: D. Pavić, 2005)

**Banatski deo Hs DTD** je specifičan po tome što se sastoji od jednog glavnog magistralnog kanala, koji se pruža od Tise, kod Novog Bečeja, do Dunava, kod Banatske Palanke, i usput preseca ili prihvata vodotoke koji dotiču iz susedne Rumunije (*karta 17*). Naime, od severozapada prema jugoistoku magistralni kanal *Banatska Palanka - Novi Bečej* (147,3 km) najpre prihvata vode *Starog* (37,4 km) i *Plovnog Begeja* (31,2 km). Zatim preseca tok *Tamiša* (116,8 km), a dalje prema jugoistoku prihvata vode *Brzave* (19,9 km), *Moravice* (17,8 km) sa *Rojgom* (12,4 km), *Vrščkog kanala* (21,0 km) i *Karaša* (30,0 km). I tok *Zlatice* (35,5 km), koji se nalazi severnije od magistralnog kanala, spojen je sa istim preko *Kikindskog kanala* (50,3 km) čija glavna trasa ide kanalisanim koritom nekada prirodnog vodotoka Galacke. Svi prihvaćeni i presečeni kanali, kao i regulisani i rekonstruisani prirodni vodotoci, zajedno sa osnovnom kanalskom mrežom Hs DTD u

Banatu čine jednu hidrotehničku celinu. Prema Statutu *JVP Vode Vojvodine* u osnovnu kanalsku mrežu banatskog dela hidrosistema, čija je dužina 276,1 km, ulaze sledeći kanali: *Banatska Palanka - Novi Bečej*; *Plovni Begej*; *Begej*; *Tamiš* (deonica duga svega 2,2 km - od mesta ukrštanja sa magistralnim kanalom do ustave *Tomaševac*); *Kikindski kanal* i *Zlatica* (deonica duga 10,3 km - od spoja sa Kikindskim kanalom do ušća u Tisu). Zajedno sa ostalim navedenim kanalima i regulisanim vodotocima dužina kanalske mreže u Banatu iznosi 560,2 km.

Vodosnabdevanje kanalske mreže banatskog dela Hs DTD vrši se isključivo gravitaciono, što je omogućeno stvaranjem ranije pomenutog uspora na Tisi uzvodno od brane kod Novog Bečēja. Glavni vodozahvat se nalazi upravo kod pomenutog grada (do 120 m<sup>3</sup>/s), odnosno na početku magistralnog kanala *Banatska Palanka - Novi Bečej*, dok je zahvat manjeg kapaciteta instalisan kod Padeja, na ušću *Zlatice* (do 12 m<sup>3</sup>/s). Na pomenutim vodozahvatima su izgrađene upusno-ispusne ustave, koje osim vodosnabdevanja, omogućavaju i evakuaciju suvišnih voda tokom vlažnijeg dela godine iz banatskog dela kanalske mreže Hs DTD u Tisu. No, glavni gravitacioni ispusti banatskog dela hidrosistema, nalaze se na ustavama *Stajićevo* i *Kajtasovo*. Preko prve ustave voda se *Begejom* odvodi u Tisu, a preko druge, glavnim magistralnim kanalom u Dunav. Ukupni instalisani kapacitet odvodnjavanja u Banatu iznosi 170 m<sup>3</sup>/s.



Slika 29. Ustava Novi Bečej na početku kanala *Banatska Palanka - Novi Bečej* na km 65 Tisinog toka (foto: D. Pavić, 2004)

Uz upusno-ispusne (*Novi Bečej* i *Padej*) i ispusne (*Stajićevo* i *Kajtasovo*) ustave, unutar osnovne kanalske mreže Hs DTD u Banatu postoji još pet regulacionih ustava: *Klek*, *Itebej*, *Tomaševac*, *Botoš* i *Sajan* (karta 17). Prve dve su izgrađene početkom 20. veka, a ostale tokom izgradnje hidrosistema. S obzirom da u vodorežimskom smislu čine jednu celinu sa banatskim delom Hs DTD, važno je spomenuti i *Graničnu* ustavu (ili *Valkanj*) na *Zlatici*, kao i sistem ustava *Pančevo-Opovo-Čenta* na regionalnom sistemu *Donji Tamiš* izgrađenom u okviru zaštite od negativnog uticaja uspora formiranog na Dunavu nakon izgradnje brane *HE Đerdap I*. Budući da je osnovna kanalska mreža Hs DTD u Banatu

najvećim delom plovna, pored starih brodskih prevodnica, *Klek* (64,0x9,7x2,4) i *Srpski Itebej* (72,1,0x9,7x2,4), koje se nalaze na *Plovnom Begeju*, izgrađene su i četiri nove: *Novi Bečej* (85,0x12,0x3,0), *Stajićevo* (85,0x12,0x3,0), *Botoš* (85,0x12,0x3,0) i *Kajtasovo* (85,0x12,0x3,0). Mada se nalazi van hidrosistema, vredna je pomena i brodska prevodnica *Pančevo* (85,0x12,0x3,0).

Visinski posmatrano celokupan Hs DTD je podeljen na tzv. "bazene" pod kojima se podrazumeva jedan ili veći broj kanala uokviren ustavama, brodskim prevodnicama i crpnim stanicama, koje regulišu protok i nivo vode u pripadajućem bazenu. U bazenima se diriguje vodni režim pomoću regulacionih ustava u skladu sa tehničkim mogućnostima i odgovarajućim pravilnicima. Na području Bačke postoji osam, a u Banatu šest izdvojenih bazena kojima se stepenasto savladava visinska razlika od oko 16 m, koja odgovara padu Dunava između Bezdana i Banatske Palanke:

- Bazen I - prevodnica *Bezdan*, c.s. *Bezdan I*, c.s. *Bezdan II*, ustava *Šebešfok*, prevodnica *Sombor*, ustava i prevodnica *Mali Stapar* i ustava *Ruski Krstur*;
- Bazen II - ustava i prevodnica *Mali Stapar*, ustava i prevodnica *Vrbas*;
- Bazen III - ustava *Bezdan*, prevodnica *Sombor*, ustava i prevodnica *Srpski Miletić*;
- Bazen IV - ustava *Ruski Krstur*, ustava i prevodnica *Srpski Miletić*, prevodnica *Bogojevo*, c.s. *Bogojevo*, ustava i prevodnica *Novi Sad*, ustava i prevodnica *Kucura* i ustava *Despotovo*;
- Bazen V - ustava i prevodnica *Vrbas*, ustava i prevodnica *Kucura*, prevodnica *Bečej*, c.s. *Bečej* i ustava *Bečej*;
- Bazen VI - ustave *Despotovo* i *Zmajevo*;
- Bazen VII - ustave *Zmajevo* i *Žabalj*;
- Bazen VIII - ustava *Žabalj* i c.s. *Žabalj*;
- Bazen IX - ustava *Padej*, ustava *Sajan* i *Granična (Valkanj)* ustava;
- Bazen X - ustava *Sajan*, ustava *Novi Bečej*, prevodnica *Novi Bečej*, ustava i prevodnica *Stajićevo*, ustava i prevodnica *Klek*, ustava *Tomaševac*, ustava i prevodnica *Botoš*;
- Bazen XI - ustava i prevodnica *Srpski Itebej* i državna granica;
- Bazen XII - ustava i prevodnica *Klek* i ustava i prevodnica *Srpski Itebej*;
- Bazen XIII - ustava i prevodnica *Botoš* i ustava i prevodnica *Kajtasovo*;
- Bazen XIV - brana na Tisi i državna granica.

Jedinstvenu tehničku celinu sa pomenutim bazenima čini i tzv. *Donji Tamiš* koji se sastoji od dve stepenice. Prva se nalazi nizvodno od ustave *Tomaševac* pa do ustava *Opovo* i *Čenta*, a druga nizvodno o ustave *Opovo* pa do ušća Tamiša u Dunav, kod Pančeva (Rajić, 2002).

O veličini celokupnog Hs DTD, kao građevinskog objekta, najbolje govore sledeći podaci (*JVP Vode Vojvodine*):

- ukupna dužina osnovne kanalske mreže Hs DTD iznosi oko 697 km od čega je u Bačkoj oko 421 km, a u Banatu oko 276 km kanala. Ako se kanalskoj mreži dodaju i vodotoci i kanali koje preseca ili prima magistralni kanal na području

Banata, a koji sa banatskim delom hidrosistema čine jednu hidrotehničku celinu, dužina kanalske mreže iznosi oko 980 km;

- na samom hidrosistemu izgrađene su 23 regulacione ustave (13 u Bačkoj i 9 u Banatu) uključujući i branu na Tisi. Izvan hidrosistema postoje još četiri regulacione ustave, jedna na *Zlatici* i tri na *Donjem Tamišu*;
- izgrađene su 4 sigurnosne ustave;
- na samom hidrosistemu izgrađeno je 16 brodskih prevodnica (9 u Bačkoj i 6 u Banatu) uključujući i prevodnicu u okviru brane na Tisi. Izvan hidrosistema, na *Tamišu* kod Pančeva, postoji još jedna brodska prevodnica;
- instalirano je 6 velikih crpnih stanica, uključujući i crpku kod Pančeva, koje služe za dodatno vodosnabdevanje kanalske mreže, kao i za prebacivanje suvišne vode iz kanala u Dunav i Tisu;
- izgrađeno je 86 čeličnih i betonskih mostova (64 drumska, 21 železnički i 1 pešački);
- iskopano je oko 130 mil. m<sup>3</sup> zemlje;
- ugrađeno je oko 500.000 m<sup>3</sup> betona i dr.

### Zadaci i namena

U najopštijem smislu zadatak višenamenskog Hs DTD je kompleksno uređenje voda na području koje pokriva. Da se radi o veoma kompleksnom zadatku govori podatak da se isti sastoji iz sledećih segmenata koji se mogu sagledati i sa aspekta namene hidrosistema: *odvodnjavanje; navodnjavanje; prihvatanje voda sa teritorije susednih zemalja; vodosnabdevanje naselja i industrije; prihvatanje i odvođenje upotrebljenih (odpadnih) voda; zaštita kvaliteta voda; plovidba; šumarstvo; ribarstvo; rekreacija, sport i turizam*. Zbog kontinuiteta u izlaganju vezanom za Hs DTD, u ovom delu rada biće prezentovani osnovni podaci o većini pomenutih zadataka hidrosistema. Naime, o uslovima plovidbe na kanalima i o značaju kanalske mreže za sportsko-rekreativne i turističke aktivnosti biće reči u okviru poglavlja koje razmatra predispozicije za razvoj nautičkog turizma na Tisi.

**Odvodnjavanje i navodnjavanje**, kao meliorativne mere, na područjima Bačke i Banata, koja su tokom jednog dela godine ugrožena suvišnim spoljnim i unutrašnjim vodama (oko 1,5 mil. ha), a u drugom se suočavaju sa oskudicom vode, predstavljaju najvažnije zadatke Hs DTD. Obe funkcije omogućene su izgradnjom preko 15.000 km detaljne kanalske mreže, instalisanjem horizontalne cevne drenaže na površini od oko 18.000 ha i uz pomoć 135 pumpnim stanicama ukupnog kapaciteta 186 m<sup>3</sup>/s. Hidrosistemom je omogućeno odvodnjavanje oko 1.060.000 ha površine od čega oko 550.000 ha sa teritorije Bačke i oko 510.000 ha sa područja Banata. Vršiti se gravitaciono, kombinovano i pumpanjem. Instalirani kapacitet naležućih sistema za odvodnjavanje (ukupno ih je 251) u Bačkoj iznosi, ranije pomenutih, 156 m<sup>3</sup>/s, a u Banatu 170 m<sup>3</sup>/s, dakle ukupno 326 m<sup>3</sup>/s. Hidrosistemom se odvodnjava i oko 159.000 ha površine sa teritorije Mađarske i oko 285.000 ha sa teritorije Rumunije. Ukupna godišnja količina prihvaćene i



evakuisane vode od strane Hs DTD iznosi oko 250 mil. m<sup>3</sup>. Svakako, ovde je veoma važno pomenuti da hidrosistem ima značajnu ulogu u odbrani od poplava od spoljnih voda. Naime, prihvatajući deo velikih voda prvenstveno Dunava, Tise i Tamiša, Hs DTD rasterećuje korita ovih reka i umanjuje mogućnost probijanja odbrambenih nasipa.

Hidrosistem DTD pruža mogućnost za navodnjavanje oko 510.000 ha obradivih površina, od toga oko 210.000 ha u Bačkoj i oko 300.000 ha u Banatu. Da bi se ove površine mogle navodnjavati potrebno je u bački deo kanalske mreže dovesti maksimalnih 96 m<sup>3</sup>/s, a u banatski 120 m<sup>3</sup>/s vode. I dok su u oblasti odvodnjavanja u potpunosti postignuti projektom predviđeni efekti, to se ne može reći i za funkciju navodnjavanja. Naime, trenutno je pod zalivnim sistemima, koji koriste vodu iz Hs DTD, svega oko 60.000 ha obradivih površina. Glavni razlozi za ovakvo stanje su nedostaci savremene opreme za navodnjavanje i stručnog kadra za eksploataciju (Rajić, 2002).

**Vodosnabdevanja naselja i industrije**, prema projektu veoma značajna funkcija Hs DTD, prvenstveno zbog zagađenja vode u kanalskoj mreži, svedena je samo na snabdevanje vodom za tehničke potrebe 19 industrijskih postrojenja (12 u Bačkoj i 7 u Banatu). Prema podacima *JVP Vode Vojvodine* ukupna prosečna godišnja količina zahvaćene vode za ove potrebe iznosi oko 17,2 mil. m<sup>3</sup>.

**Prihvatanje prečišćenih upotrebljenih (otpadnih) voda** industrije i naselja i njihovo **odvođenje** do glavnih recipijenata, Dunava i Tise, trebalo je da predstavlja jednu od najznačajnijih uloga Hs DTD. Međutim, u uslovima naglog razvoja savremene poljoprivrede i podizanja prehrambenih (najveći zagađivač) i drugih industrijskih postrojenja, koja uglavnom ne poseduju sisteme za prečišćavanje otpadnih voda (svega oko 15% upotrebljenih voda se prečišćava), ova uloga nije realizovana. Velikoj koncentraciji štetnih supstanci u kanalima Hs DTD svakako doprinose i relativno mali protok i brzina oticanja vode, što za posledicu ima nisku sposobnost samoprečišćavanja, odnosno autopurifikacije. Na samom Hs DTD nalazi se oko 250 većih zagađivača (najveći u zoni: Crvenke, Vrbasa, Kule, Novog Sada i Zrenjanina), koji prema proceni direktno ili indirektno (preko detaljne kanalske mreže, gravitacionim ulivima ili putem potisnih vodova) ispuštaju godišnje u osnovnu kanalsku mrežu oko 40 mil. m<sup>3</sup> otpadnih voda sa velikim emisionim vrednostima zagađenja. Ovome treba dodati i zagađenja koja u kanalsku mrežu vodotocima i kanalima dospevaju iz susednih Rumunije i Mađarske. U opisanim uslovima neophodno je povećavanje protočnosti, odnosno razblaživanja (osvežavanja) vode u kanalskoj mreži. To se postiže upuštanjem iz Dunava i Tise u kanale hidrosistema oko 1,3 mlrd. m<sup>3</sup> vode godišnje čime se u najvećem delu kanalske mreže kvalitet vode održava u nivou III klase. Među najopterećenije deonice kanala Hs DTD, koje se po kvalitetu vode ne mogu svrstati ni u jednu klasu, su kanal *Vrbas - Bezdán* (nizvodnije od Vrbasa) i *Begej* (nizvodnije od Zrenjanina). Postoje i kanalske deonice koje nisu u potpunosti zagađene. Naime, u relativno čistije vodne ekosisteme Hs DTD, sa kvalitetom vode uglavnom u okviru II klase, sa povremenim prelascima u III klasu, čine kanali: *Bezdán - Baja (Bajski)*, *Kosančić - Mali Stapar*, *Vrbas - Bezdán* (od hidročvora *Vrbas* do *Bezdána*), *Novi Sad - Savino Selo* i *Bački Petrovac - Karavukovo*.

Nizak nivo zaštita Hs DTD, koji za posledicu ima ugroženost kvaliteta vode vodnog resursa u celini, predstavlja jedan od velikih problema. S tim u vezi nameće se pitanje održivog razvoja i integralnog upravljanja i gazdovanja vodnim resursom kao nacionalnim blagom. Upravo neadekvatan nivo zaštite kvaliteta vode i životne sredine uopšte predstavlja kočnicu održivog razvoja. Da se radi o izuzetno ozbiljnoj problematici govori i podatak da je Evropska Unija do sada donela oko 300 raznih propisa (deklaracije, rezolucije, odluke, naredbe, propisi i dr.) o zaštiti životne sredine gde je zaštita voda najpotpunije regulisana oblast. Primera radi regionalna *Konvencija o saradnji na zaštiti i korišćenju reke Dunav*, doneta u Sofiji 1994. godine, koju je potpisalo 11 Podunavskih država (tadašnja SR Jugoslavija nije potpisnik), sadrži principe i politiku održivog razvoja Zemlje i životne sredine koji je proklamovan u Rio de Ženeiru 1992. godine, uz rešenost EU da se on primeni u dolini reka koje su bile kolevke razvoja kulture i civilizacije u Evropi. Zbog realizacije postavljenih ciljeva formirana je *Međunarodna komisija za zaštitu Dunava*, kao i njen Sekretarijat sa sedištem u Beču (ICPDR). Posebno mesto u toj politici zauzima Dunavski basen, što znači da će sve više dopirati zahtevi za preduzimanje konkretnijih mera zaštite voda vodnih ekosistema Hs DTD. U vezi sa tim, svakako da je od izuzetnog značaja unapređenje bilateralne saradnje sa Mađarskom i Rumunijom, uspostavljene u cilju zaštite kvaliteta vode pre više od 35 godina. Do sada je naročito dobre rezultate dala saradnja sa Mađarskom. Naime, donešeno je nekoliko bitnih dokumenata u oblasti kvaliteta vode, vrši se zajedničko ispitivanje kvaliteta na graničnim profilima, primenjuje se zajednička metodologija u oceni stanja i tendencije promena, sačinjen je zajednički plan u slučaju havarijskih zagađenja, odvija se razmena rezultata i informacija o bitnim promenama u pogledu režima voda, ostvarena je saradnja nadležnih laboratorija i sl. Saradnja sa Rumunijom se svodi na zajedničko ispitivanje kvaliteta voda po istoj metodologiji, kao i na saradnju laboratorija, ali nedostaje zajednički usvojena metodologija u vezi sa ocenom stanja i promena kvaliteta, kao i planovi mera u vezi havarijskih zagađenja (Kilibarda, Bugarski, 2002).

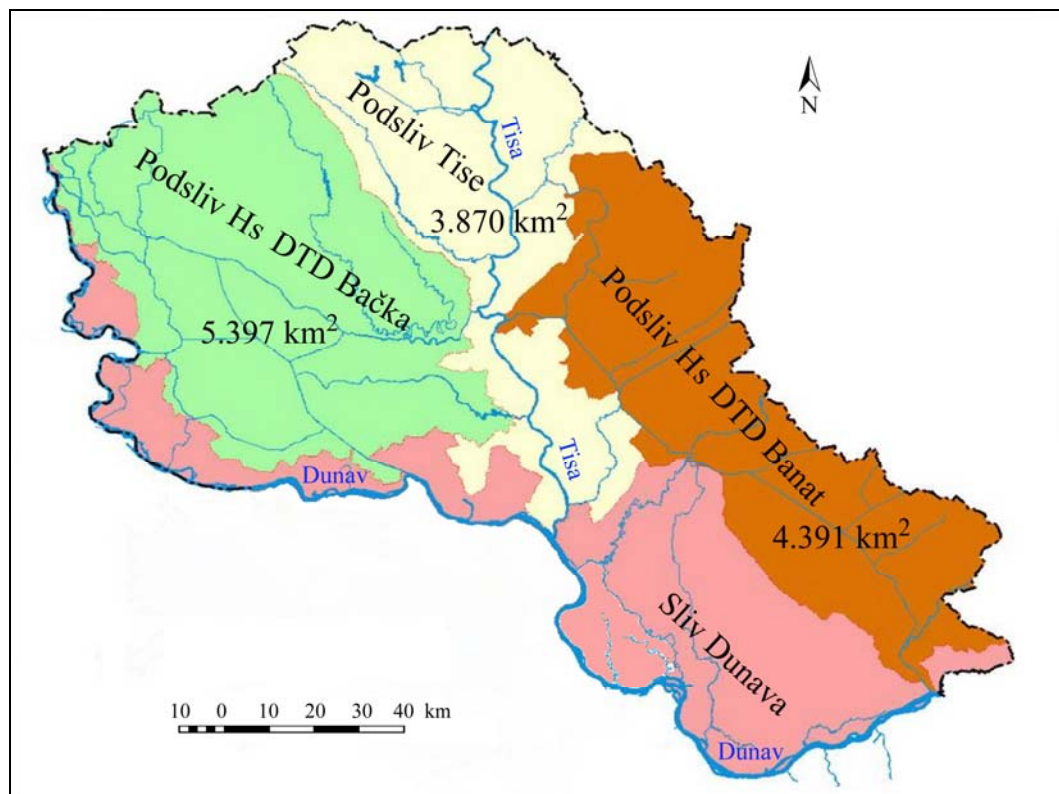
**Šumarstvo** na prostoru Bačke i Banata, naročito se razvija nakon izgradnje Hs DTD. Više od 2.000 ha povoljnog šumskog zemljišta pored kanala, postojanje šumskih rasadnika, potrebna mehanizacija, zalivni sistemi i kvalitetna radna snaga, čine bazu za uzgoj različitih šumskih vrsta (bela vrba, EA topola, bela toplola, jablan, bagrem, sitnolisni ili sibirski brest, poljski jasen i dr.).

**Ribarstvo** takođe predstavlja jednu od važnih privrednih delatnosti za čiji su razvoj stvoreni dobri uslovi izgradnjom Hs DTD, odnosno povećanjem akvatorije na području Bačke i Banata za preko 3.000 ha i omogućavanjem vodosnabdevanja brojnih ribnjaka. Kanali, koji nisu izloženi ozbiljnijim zagađenjima, planski se poribljavaju, tako da imaju veliki značaj za privredni i sportski ribolov. Postojeća produkcija ribe za pojedine deonice kanalske mreže se kreće u dijapazonu od 46 kg/ha do 83 kg/ha. Prema podacima JVP *Vode Vojvodine*, do sada je duž osnovne kanalske mreže, na slabije produktivnim, zaslanjenim zemljištima, izgrađen 21 ribnjak (11 u Bačkoj i 10 u Banatu) ukupne površine oko 5.230 ha na kojima se godišnje izlovi oko 8.000 t ribe. Kanalsku mrežu Hs DTD i okolne ribnjake naseljava oko 30 vrsta riba iz osam porodica (*Esocidae*, *Cyprinidae*, *Siluridae*, *Ictaluridae*,

*Anguillidae*, *Contrarchidae*, *Percidae* i *Gobiidae*) sa dominacijom srebrnog karaša i značajnim učešćem pojedinih ekonomski važnih vrsta kao što su: šaran, štika, smuđ, som, beli amur, beli i sivi tolstolobik i dr. (Radišić i sar., 2002).

### PROBLEM RAZGRANIČENJA SLIVOVA U BAČKOJ I BANATU NAKON IZGRADNJE HS DTD

Problem razgraničenja slivova većine vodotoka, pa tako i Dunava i Tise, kao glavnih recipijentata voda u Bačkoj i Banatu, postao je veoma ozbiljan nakon izgradnje i puštanja u rad Hs DTD i uspostavljanja na velikim površinama tzv. dirigovanog vodnog režima, o čemu je delimično bilo reči tokom određivanja granica istraživanog područja. Naime, razgranatom kanalskom mrežom, koju čine kanalisani prirodni vodotoci i novopropkopani kanali, pojedini delovi Bačke i Banata se istovremeno odvodnjavaju (istina, često u veoma različitim odnosima) i u Dunav i u Tisu, tako da sa aspekta krajnjeg recipijenta pripadaju slivovima obeju reka. Ako se u obzir uzme i činjenica da u zavisnosti od potreba, odnosno režima rada, Hs DTD pruža mogućnost brojnih kombinacija prijema i evakuacije voda, onda je potpuno jasno da se pri takvim uslovima, na području Bačke i Banata, ne može povući jasna linija razgraničenja između slivova Dunava i Tise. Dakle, hidrološka situacija u Bačkoj i Banatu, nastala nakon puštanja u rad Hs DTD, nameće pitanje traženja novih rešenja u vezi sa pomenutom problematikom.



Karta 18. Podslivovi u Bačkoj i Banatu (JVP Vode Vojvodine)



Jedno od takvih jeste rešenje do kojeg su došli stručnjaci iz *JVP Vode Vojvodine* prilikom razvoja (uz pomoć GIS tehnologije) tzv. *Vodoprivrednog informacionog sistema* (VIS) proisteklog iz zakonske obaveze Preduzeća da racionalno gazduje vodama. Među glavnim preduslovima za razvoj VIP-a bio je novi detaljan popis vodenih tokova (poslednji urađen 1924. god.) čijom je realizacijom stvoren tzv. *Šifarnik vodotokova*. Tokom izrade šifarnika, razrađen je sistem šifriranja vodotoka prilagođen našim uslovima, a po uzoru na sistem primenjen u Sjedinjenim Američkim Državama (Reach file<sup>37</sup>). Šifriranjem je postignuto da svaka šifra jednoznačno određuje vodotok, sve recipijente do glavnog recipijenta, položaj i obalu ušća vodotoka, karakter tečenja, sliv i podslivove. Upravo stanovište da se uz svaki vodotok, počevši od najmanjeg pa do najvećeg, bilo da je prirodni ili veštački, mora posmatrati i njegovo celokupno slivno područje u saglasnosti je sa EU-WFD (The European Union Water Framework Directive).

U cilju što kvalitetnije analize događaja vezanih za upotrebu voda, padavine, odbranu od poplava, akcidente i sl., na području Bačke i Banata, koje u celini pripada slivu Dunava, R. Bajcetic i M. Milosevic (2004) izdvajaju manje slivne jedinice, odnosno podslivove do nivoa IV reda. S obzirom na temu rada ovde su naročito interesantna rešenja vezana za podslivove I reda. Naime, koristeći smernice EU-WFD, pomenuti autori na teritoriji Bačke i Banata, pored područja koje se direktno odvodnjava prema Dunavu (sliv Dunava), a nije obuhvaćeno sistemom za odvodnjavanje Hs DTD, izdvajaju i tri podsliva I reda (*karta 18*). Radi se o podslivu Tise (3.870 km<sup>2</sup>), kao i o podslivovima Hs DTD Bačka (5.397 km<sup>2</sup>) i Hs DTD Banat (4.391 km<sup>2</sup>).

Na osnovu ponuđenog rešenja, prezentovanog na *Univerzitetu za tehnologiju i ekonomiju* u Budimpešti 2004. godine, može se zaključiti da su autori prilikom određivanja granica podslivova I reda u Bačkoj i Banatu poseban značaj dali definisanju slivnog područja Hs DTD. Usled hidrološko-hidrauličkih karakteristika, izuzetne složenosti i veličine površine koju hidrosistem odvodnjava, autori su smatrali da sliv HsDTD (9.788 km<sup>2</sup>), sa dva nezavisna dela u Bačkoj i Banatu, treba posmatrati nezavisno čime je uvedena sasvim nova slivna kategorija. Na osnovu takvog polazišta veliki broj kanalisanih vodotoka i kanala, koji se tokom čitave godine ulivaju samo u Tisu ili u Dunav, svrstani su, zajedno sa pripadajućim slivnim područjima, u sliv Hs DTD. Time je konkretno površina prirodnog sliva Tise (9.362 km<sup>2</sup>) smanjena za čak 59%. Unatoč činjenici da su autori prilikom određivanja slivnih područja u Bačkoj i Banatu koristili smernice EU-WFD, opravdano se nameće pitanje da li ponuđeno rešenje ima elemente realnog i konačnog? Ono što je sigurno, u uslovima uspostavljenog dirigovanog vodnog režima i prokopavanja sasvim novih kanalskih deonica, razgraničenje slivnih područja najvišeg ranga u Bačkoj i Banatu, čak i u uslovima uspostavljanja potpuno novih slivnih kategorija (podsliv Hs DTD), može predstavljati jedino stvar kompromisa, što je u skladu sa ranije izrečenom konstatacijom.

<sup>37</sup> Reach file-ovi (RF3-alfa) su serija hidrografskih baza podataka o površinskim vodama u SAD. Kreirani su od strane USEPA (United States Environmental Protection Agency) da bi se uspostavio red u hidrološkim potrebama, omogućilo pozicioniranje, uvela jedinstvena identifikacija svake vodene površine i odslikale njene karakteristike (tzv. reach cod).

## **OPŠTE HIDROLOŠKE KARAKTERISTIKE SLIVA TISE U SRBIJI**

S obzirom na izuzetno kompleksan karakter ovog poglavlja neophodno je izneti nekoliko osnovnih teza koje se odnose na metodologiju po kojoj je ono obrađeno. Naime, nakon glavnih osobina podzemnih, tačnije freatskih i termomineralnih voda, u ovom delu rada je predstavljena savremena slika površinske hidrografije sliva Tise u Srbiji, koja u znatnoj meri predstavlja rezultat snažnog delovanja antropogenog činioca. U okviru površinskih voda prvo su obrađene Tisine pritoke i drugi manji vodeni tokovi, a zatim i jezera i bare u slivu kao delovi hidrografske mreže Tise. Budući da predstavlja osnovni predmet istraživanja, reka Tisa, tačnije njen tok, zatim uzdužni profil, širina i dubina, analizirani su u zasebnom, drugom delu poglavlja. S obzirom da je Hs DTD ranije detaljno obrađen, o delu kanalske mreže koji se nalazi u granicama sliva Tise i predstavlja sastavni deo njegove površinske hidrografije, ovom prilikom neće biti diskutovano.

### **PODZEMNE VODE**

U skladu sa temom rada ovde će biti reči o osnovnim karakteristikama freatske izdani i o termomineralnim vodama. Naime, plitkoj izdani je posvećena posebna pažnja zbog njene neposredne ili posredne veze sa rekom Tisom kao centralnim površinskim hidrološkim objektom i glavnim recipijentom voda u slivu. U okviru ovog naslova značajno mesto zauzimaju i termomineralne vode, konkretno u priobalju Tise, koje zahvaljujući svojim lekovitim svojstvima mogu imati važno mesto u razvoju banjškog, pa samim tim i nautičkog turizma u srpskom Potisju.

### **FREATSKA IZDAN**

#### **Rasprostranjenje i dubina**

Zahvaljujući hidrogeološkim prilikama koje vladaju u granicama sliva Tise u Srbiji, pre svega neprekidnoj zastupljenosti mladekvartarnih sedimenata intergranularne poroznosti koji se javljaju u vrhu geološkog stuba, freatska izdan ima kontinuirano rasprostranjenje na čitavom istraživanom području. U zavisnosti od dubine na kojoj se nalaze podinske vodonepropusne, najčešće glinovite formacije<sup>38</sup>, i naročito od karakteristika reljefa, nivo

<sup>38</sup> Ako se izuzmu manja odstupanja vodonepropusni slojevi se najčešće na lesnim zaravnima nalaze na dubinama 8 - 16 m, na lesnim terasama na 5 - 10 m, a u aluvijalnim ravnima na 2 - 4 m (Kukin, Stojšić, 1975).

freatske izdani, koji prati visinske odnosne na topografskoj površini, leži na različitim dubinama. Generalno, sa opadanjem nadmorske visine dubina prve izdani se smanjuje. Iz pomenute pravilnosti iskače veći deo Subotičke pešcare gde su zabeležene neočekivano male dubine nivoa izdani. U cilju sticanja što realnije predstave o dubini freatske izdani u granicama istraživanog područja u daljem tekstu biće predstavljeni glavni rezultati istraživanja vezani za ovu problematiku do kojih su došli S. B. Marković (1996) i D. Pavić (2002) tokom istraživanja vodnog režima freatske izdani u srpskom delu Banata i u Bačkoj.

S obzirom da je Subotička pešcara najviša geomorfološka celina u slivu za očekivati je da je i dubina prve izdani ovde najveća. Međutim, zbog izrazito plitko položene vodonepropusne osnove izdanski nivo se nalazi veoma plitko, naročito u centralnim i istočnim delovima pešcare. To potvrđuju vrednosti srednjih mesečnih dubina freatske izdani za tridesetogodišnji period na bunaru B-12 koje se kreću od 1,59 m (u maju) do 2,07 m (u septembru i oktobru). U zapadnom delu pešcare dubina je primetno veća. Prema vrednostima izmerenim na bunaru B-16 dubine se kreću između 5,28 m, tokom maja i 5,86 m, tokom oktobra (*tabela 13*). Srednja godišnja dubina plitke izdani na prvom bunaru iznosi svega 1,81 m, a na drugom 5,58 m.

*Tabela 13. Srednje mesečne dubine freatske izdani (m) na Subotičkoj pešcari za bunare B-12 i B-16 u periodu 1951-1980. god.*

Mes.	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>B-12</b>	1,76	1,67	1,62	1,61	1,59	1,68	1,81	1,95	2,07	2,07	2,02	1,93
<b>B-16</b>	5,67	5,63	5,45	5,35	5,28	5,36	5,47	5,60	5,73	5,86	5,76	5,80

*Izvor: Dnevnicima osmatranja dubine freatske izdani u Vojvodini (1951-1980)*

Na lesnim zaravnima freatska izdan leži znatno dublje. Primera radi u severnom delu Srednje bačke lesne zaravni (B-41) srednje mesečne dubine za višegodišnji period se kreću od 8,48 m (u julu) do 8,64 m (u decembru). U južnom delu zaravni (B-188) srednje mesečne dubine su nešto manje. Kreću se od 7,55 m, tokom maja, do 8,42 m, tokom novembra (*tabela 14*). Srednja godišnja dubina izdani u prvom slučaju iznosi 8,84 m, a u drugom 7,96 m. Ovde je važno naglasiti da ekstremne dubine izdanskog nivoa tokom sušnog dela godine u nekim delovima lesne zaravni redovno prelaze vrednosti od 10 m.

*Tabela 14 Srednje mesečne dubine freatske izdani (m) na Srednjoj bačkoj lesnoj zaravni za bunare B-41 i B-188 u periodu 1951-1980. god.*

Mes.	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>B-41</b>	8,62	8,59	8,61	8,56	8,52	8,50	8,48	8,53	8,56	8,60	8,63	8,64
<b>B-188</b>	8,20	8,01	7,76	7,61	7,55	7,57	7,73	7,93	8,12	8,28	8,42	8,35

*Izvor: Dnevnicima osmatranja dubine freatske izdani u Vojvodini (1951-1980)*

Na prostranom području lesne terase slobodni nivo freatske izdani najčešće se nalazi na dubinama 2 - 5 m. To potvrđuju i vrednosti srednjih mesečnih dubina izdanskog nivoa registrovanih u južnom delu Bačke lesne terase, tačnije severozapadno od Žablja (B-323),

kao i na zapadu Novobečejsko-zrenjaninske lesne terase, u ataru sela Kumane (B-129). Izmerene dubine na prvom bunaru kreću se između 2,55 m, u aprilu i 3,22 m, u oktobru, a na drugom bunaru između 4,57 m, tokom aprila i 4,92 m, tokom novembra (*tabela 15*). Prosečna godišnja dubina freatske izdani na pijezometru B-323 iznosi 2,89 m, a na bunaru B-129, 4,76 m.

*Tabela 15. Srednje mesečne dubine freatske izdani (m) na lesnoj terasi za bunare B-323 i B-129 u periodu 1951-1980. god.*

Mes.	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>B-323</b>	2,98	2,80	2,64	2,55	2,60	2,68	2,78	2,98	3,14	3,22	3,21	3,12
<b>B-129</b>	4,83	4,75	4,67	4,57	4,67	4,72	4,78	4,84	4,81	4,77	4,92	4,83

*Izvor: Dnevnicima osmatranja dubine freatske izdani u Vojvodini (1951-1980)*

Najmanju dubinu freatska izdan ima u aluvijalnim ravnima, naročito u uskim lučnim depresijama koje predstavljaju napuštene rečne tokove gde izdanske vode često izbijaju na topografsku površinu stvarajući tako zabarene sredine. Neračunajući ekstremne vrednosti može se konstatovati da se dubine plitke izdani u aluvijalnim područjima sliva Tise u Srbiji najčešće kreću od 1 m do 3 m. U prilog ovoj konstataciji idu i vrednosti srednjih mesečnih dubina freatske izdani koje su izmerene u niskim aluvijalnim terenima u priobalju Tise kod Bačkog Petrovog Sela (B-195) i kod Padeja (B-57).

*Tabela 16. Srednje mesečne dubine freatske izdani (m) u aluvijalnoj ravni Tise za bunare B-195 i B-57 u periodu 1951-1980. god.*

Mes.	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>B-195</b>	2,34	2,06	1,69	1,44	1,39	1,48	1,76	2,10	2,43	2,65	2,68	2,47
<b>B-57</b>	2,48	2,35	2,22	2,13	2,06	2,11	2,11	2,25	2,39	2,43	2,46	2,42

*Izvor: Dnevnicima osmatranja dubine freatske izdani u Vojvodini (1951-1980)*

Minimalnu srednju mesečnu dubinu prva izdan u priobalju Tise u oba slučaja ima tokom maja i ona za bunar B-195 iznosi 1,39 m, a za bunar B-57, 2,06 m. Takođe, i maksimalna srednja mesečna dubina izdani javlja se u istom mesecu, tačnije u novembru i ona u bačkom delu aluvijalne ravni ima vrednost od 2,68 m, a u banatskom delu 2,46 m (*tabela 16*). Srednja godišnja dubina prve izdani za bunar B-195 iznosi 2,04 m, a za bunar B-57, 2,28 m.

Mada se radi o manjem području ovde je važno reći da se freatska izdan i u najnižem delu Itebejske depresije takođe nalazi veoma plitko. Prema vrednostima izmerenim na pijezometru B-115, koji se nalazi u ataru sela Banatsko Karađorđevo, minimalna srednja dubina izdanskog nivoa, od 1,54 m, javlja se tokom aprila, a maksimalna, od 2,92 m, tokom novembra.

## Režim i pravci oticanja

Kolebanje slobodnog nivoa prve izdani je u direktnoj zavisnosti prvenstveno od vladajućih klimatskih, odnosno temperaturno-padavinskih prilika, a potom i od geomorfoloških, hidroloških i pedoloških karakteristika, zatim osobina biljnog pokrivača i antropogenih činioca. Prema istraživanjima S. B. Markovića (1996) i D. Pavića (2002) u najvećem delu sliva Tise u Srbiji maksimalan vodostaj freatska izdan ima tokom aprila i maja, što je prvenstveno posledica povoljnog klimatskog vodnog bilansa tokom prva tri meseca u godini. Važno je naglasiti da na pojavu majskog maksimuma, koji je uglavnom zastupljen u Potisju, utiče i maksimalan vodostaj na Tisi koji se javlja tokom aprila kada se rečne vode podzemno slivaju prema priobalnoj zoni. Najniži vodostaj u granicama istraživanog područja prva izdan ima u oktobru i novembru. Razlog tome je u prvom redu višemesečni negativan klimatski vodni bilans koji je prisutan tokom čitavog vegetacionog perioda.

Prema dominantnim prirodnim i antropogenim činiocima u granicama istraživanog područja mogu se izdvojiti četiri tipa vodnog režima freatske izdani (Stojšić, 1994):

- **klimatski** kao najzastupljeniji tip režima je izdvojen na osnovu dominantnog uticaja klimatskih, prvenstveno temperaturno-padavinskih prilika. Zastupljen je na Subotičkoj peščari, lesnim zaravnima i lesnoj terasi;
- **hidrološki** tip je formiran pod direktnim uticajem površinskih vodotoka, u prvom redu Tise. Prvenstveno je rasprostranjen u uskom priobalnom pojasu aluvijalne ravni ove reke;
- **klimatsko-hidrološki** tip režima se prostire u zoni sučeljavanja klimatskih i hidroloških činilaca, odnosno u široj zoni aluvijalnih ravni, kao i na kontaktu ove reljefne celine sa višom diluvijalnom terasom;
- **klimatsko-antropogeni** i **hidrološko-antropogeni** tip režima predstavlja antropogenim putem modifikovan prirodni režim. Zastupljen je u onim delovima istraživanog područja u kojima su izvršeni hidrotehnički radovi (prokopavanje kanalske mreže Hs DTD, stvaranje uspora na Tisi nakon izgradnje brane kod Novog Bečeja i sl.).

Prema istraživanjima S. B. Markovića (1996) i D. Pavića (2002) u granicama istraživanog područja se u odnosu na oscilacije nivoa freatske izdani mogu izdvojiti:

- **umereni** ili **ujednačeni** tip vodnog režima je najrasprostranjeniji i uglavnom se poklapa sa rasprostranjenjem klimatskog tipa režima. Minimalne oscilacije slobodnog izdanskog nivoa su posledica, kako veoma ujednačenog pritanja atmosfernih voda, kao jedinog oblika hranjenja izdani, tako i značajne dubine nivoa čime je izdan zaštićena od intenzivnog procesa evapotranspiracije;

- **varijabilni** tip vodnog režima prve izdani uglavnom se javlja u priobalju Tise tako da po rasprostranjenju odgovara hidrološkom tipu režima. Naglašena varijabilnost izdanskog nivoa ovde je prvenstveno posledica uticaja variranja vodostaja na reci u uslovima intenzivne vodorazmene između vodotoka i izdani u uskoj priobalnoj zoni. Međutim, nakon stvaranja uspora na Tisi uzvodno od brane kod Novog Bečēja (1975. godine) varijabilnost nivoa freatske izdani u priobalju reke na sektoru od brane do državne granice postaje daleko manja. Takođe, značajne oscilacije nivoa prve izdani su prisutne i u najvećem delu Itebejske depresije, kao i u depresijama u slivu Jegričke. Uzrok tome je u prvom redu slivanje freatskih voda sa oboda depresija prema njihovim nižim delovima, a zatim i intenzivna evapotranspiracija kojoj su izložene plitke izdanske vode;
- **jako varijabilni** tip vodnog režima freatske izdani u granicama istraživanog područja ima veoma malo rasprostranjenje. Javlja se samo u centralnom, najnižem delu Itebejske depresije prema kojem se odvodnjavaju sve vode unutar ove reljefne celine. Naglašene oscilacije izdanskog nivoa su posledica intenzivnog hranjenja izdani, na jednoj i izražene evapotranspiracije, na drugoj strani.

Pored vertikalnog kretanja freatske izdani, odnosno variranja njenog slobodnog nivoa, izdanska voda se kreće i horizontalno, što je posledica različitih apsolutnih visina na kojima leži izdan. Poput površinskih i freatske vode se kreću prema najnižem terenu, odnosno recipijentu koji odvodnjava određenu teritoriju. U najvećem delu istraživanog područja freatske vode se slivaju prema Tisi, a donji bazis prema kojem gravitiraju je zapravo nivo Dunava u zoni ušća Tise. I dok se u banatskom delu istraživanog područja podzemno razvođe gotovo poklapa sa topografskim, u bačkom delu to nije slučaj. Naime, krajnji zapadni delovi Srednje bačke lesne zaravni i Bačke lesne terase, koji pripadaju topografskom slivu Tise, podzemno se odvodnjavaju prema Dunavu. Na osnovu izloženog može se zaključiti da se ipak najveći deo istraživanog područja tokom čitave godine direktno ili indirektno podzemno sliva prema Tisi, što je u skladu sa generalnim padom terena. To se ne može reći i za najniže delove aluvijalne ravni Tise u kojima se tokom kraćeg dela godine podzemne vode kreću potpuno suprotno, znači od reke prema priobalju. Ova pojava se najčešće dešava tokom visokih prolećnih vodostaja na Tisi.

Manji vodotoci i kanali Hs DTD predstavljaju lokalne bazise prema kojima su usmerene freatske vode čiji smer kretanja odstupa od generalnog samo u blizini pomenutih recipijenata (Pavić, 2002). Važno je naglasiti da u granicama istraživanog područja postoje i takvi lokaliteti gde horizontalno kretanje freatskih voda potpuno odstupa od opšteg pravca oticanja usmerenog prema Potisju. Radi se o prostoru sa izraženom neotektonskom aktivnošću, tačnije o Itebejskoj depresiji gde freatske vode otiču prema njenom najnižem delu koji se nalazi u ataru Banatskog Karađorđeva (Marković, 1996).

## TERMOMINERALNE VODE

Prva saznanja o postojanju termomineralnih voda u Vojvodini dobijena su krajem 19. i početkom 20. veka bušenjem arteških bunara. Iz veoma dubokih arteraca, čija je dubina dostizala i 600 m, neretko je izbijala topla voda obogaćena mineralima. Upravo takvi arteški bunari sa termomineralnom vodom su najčešće korišćeni za podizanje javnih kupatila i banja. Saznanja o rasprostranjenju i kvalitetu termomineralnih voda su umnogostručena sa početkom istraživanja nafte i gasa u Vojvodini (1949. god.) usled kojih su izbušene mnogobrojne bušotine dubine i preko 2.000 m. Dvadeset godina kasnije, bušenjem prve istražne bušotine u Subotici, započela su i prva sistematska istraživanja termomineralnih voda u Pokrajini. Od tada pa do kraja 20. veka izbušene su 73 hidrotermalne bušotine u Vojvodini, od čega 42 u Bačkoj, 18 u Banatu i 13 u Sremu. Ukupno je izbušeno 62.847 m, što znači da je prosečna dubina bušotina 860 m. Optimalna izdašnost bušotina na samoizliv kretala se u rasponu 10 - 15 l/s, a izlazne temperature vode 45 - 65°C (Milosavljević, Vidović, 1999).

Pomenutim sistematskim istraživanjima, sprovedenim u cilju potrage za naftom, gasom i geotermalnom energijom na prostoru Vojvodine su u zavisnosti od istorijsko-geoloških uslova utvrđene tri dubinske zone važne sa aspekta proučavanja termomineralnih voda. Idući od površine prema unutrašnjosti litosfere zone se smenjuju sledećim redom (Aksin i dr, 1976; Aksin i dr, 1984):

- zona sedimenata kvartarne, paludinske i gornjopontijske starosti stvaranih u slatkovodnoj sredini;
- zona sedimenata donjopontijske i panonske starosti stvaranih u bočatnoj vodenoj sredini;
- zona sedimenata prepanonske starosti stvaranih u marinskim uslovima.

Prema D. Protiću (1995) prva zona ima najveću debljinu na severu Bačke i Banata (oko 2.000 m), dakle u granicama sliva Tise. Temperatura i mineralizacija vode rastu sa dubinom i ovde imaju vrednosti 25 - 75 °C, odnosno 1,0 - 9,0 g/l.

Druga izdvojena zona najveću debljinu (do 1.500 m) takođe ima u severoistočnim delovima Vojvodine, odnosno u banatskom delu istraživanog područja. Ovde je temperatura vode veoma različita, a najčešće su joj vrednosti 60 - 80°C, dok u najdubljim delovima temperatura prelazi i 100°C. Krenuvši od plićih prema dubljim delovima litosfere mineralizacija vode se u drugoj zoni kreće u rasponu 4 - 20 g/l.

U geološkoj građi treće zone, koja takođe ima svoje rasprostranjenje u granicama istraživanog područja, učestvuju sarmatske, tortonske te pretortonske i terciarne naslage. U njenim dubljim delovima temperature vode su preko 100°C, a u najdubljim i do 150°C. U ovoj zoni je najizraženija mineralizacija vode koja dostiže vrednost i do 40 g/l .

Na osnovu dubine zaleganja hidrogeoloških kolektora, zatim geotermalnog gradijenta koji se u Vojvodini kreće u rasponu 4,5 - 7,5°C/100 m, kao i fizičko-hemijskih osobina

termomineralnih voda, izvršena je tzv. geotermalna rejonizacija Vojvodine. Prema pomenutoj rejonizaciji u Pokrajini su izdvojena područja gde se mogu dobiti vode sa izlaznim temperaturama višim od 80°C, zatim područja sa izlaznim temperaturama 50 - 80°C i područja sa izlaznim temperaturama vode nižim od 50°C. Posebno su izdvojene zone sa ispucalim krečnjačkim i dolomitskim formacijama iz kojih izbijaju termomineralne vode sa izlaznim temperaturama 45 - 75°C. Izuzimajući poslednju zonu u granicama sliva Tise su zastupljena ostala tri izdvojna područja (Milosavljević, Vidović, 1999).

Dakle, u granicama prirodnog sliva Tise Srbije postoji znatan broj mesta gde na površinu izbijaju termomineralne vode. Radi se o brojnim arteškim bunarima i hidrotermalnim bušotinama (Palić, Subotica, Kula, Vrbas, Srbobran, Temerin, Bački Petrovac, Kanjiža, Bečej, Kikinda i dr.). S obzirom da se nalaze u neposrednoj blizini Tise, ovom prilikom će biti nešto više reči o termomineralnim vodama u Bečeju (km 73) i Kanjiži (km 147) koje bi svakako mogle imati izuzetan značaj između ostalog i za razvoj nautičkog turizma u Potisju.

### Termomineralne vode Bečaja

Bečejske termomineralne vode su otkrivene početkom 20. veka i to sasvim slučajno kada je nakon podizanja nasipa na desnoj obali Tise u do tada plavljenj inundacionoj ravni primećeno izbijanje zapaljivog gasa. Zbog moguće eksploatacije gasa u energetske svrhe tadašnji vlasnik mlina je 1904. godine dao da se izbuši bunar dubok 390 m iz kojeg je izbila topla voda žute boje obogaćena zapaljivim gasovima. Do 1964. godine u blizini prvog izbušeno je još pet arteških bunara (*tabela 17*).

*Tabela 17. Arteški bunari Bečejskog banjskog kupatila*

Bunar	Godina bušenja	Dubina m	Temperatura vode °C	Izdašnost l/min	Pijezometarski nivo m	Boja
K-1	1904.	390	32	230	+ 8,5	žuta
K-2	1904.	350	28-31	200	+ 5,0	žuta
K-3	1904.	280	27	180	+ 3,0	žuta
K-4	1904.	250	24	160	+ 2,0	žuta
K-5	1926.	300	-	-	-	žuta
K-6	1964.	452	35	190	+ 3,4	žuta

*Izvor: Laškov, 1982.*

Termomineralna voda svih bunara Bečejskoj banjskog kupatila potiče iz paludinskih peskovitih slojeva. Hemijska analiza vode, koju je izvršio Institut za medicinsku hidrologiju i klimatologiju u Beogradu davne 1956. godine na do tada izbušenih pet bunara, pokazuje sledeće rezultate (Laškov, 1982):

- voda svih pet bunara ima alkalnu reakciju (pH 7,8 - 8);
- suvi ostatak iznosi 1,26 - 2,11 g/l;
- karakteristični joni u vodi su: natrijum (0,217 - 0,760 g/l), hidrokarbonat (1,220 - 1,990 g/l) i hlor (0,029 - 0,157 g/l);



- od lekovitih sastojaka prisutni su: jod, brom, gvožđe, ugljen-dioksid i sumpor-vodonik;
- voda je svetlo žute boje, a nakon stajanja dobija mrko žutu boju;
- voda je bez mirisa i sadrži 0,2 - 0,3 g/l organskih materija;
- voda je okarakterisana kao alkalna, zemnoalkalna murijatična, slabo kisela hipoterma sa znatnim učešćem joda i broma.

Pomenutih šest bunara danas nisu u funkciji zbog havarije na bušotinskoj opremi. Za vodosnabdevanje banjškog kupatila koristi se termomineralna voda iz nove bušotine (Bč-2/H) duboke 1.020 m koja je izbušena 1985. godine u Goranskom parku nedaleko od banje. Izdašnost ove bušotine, koja zahvata vodu sa dubine 890 - 971 m, iznosi 28,3 l/s. Voda je žute boje, a njena temperatura na izlasku iznosi 63°C (Protić, 2005).

Zahvaljujući termomineralnim vodama Bečej je postao banjško mesto. Naime, odmah po otkrivanju termomineralne vode 1904. godine u Bečeju je izgrađeno banjško kupatilo, koje je od tada često menjalo nazive (Sumporna banja, Jodna banja, Kupatilo-Bečej) i vlasnike. Od 1978. godine nalazi se u sastavu Doma zdravlja "Predrag Hadnađev" kao radna jedinica - *služba rehabilitacije*. Mada se bavi banjškom delatnošću Bečejska banja ni danas nema status banje. Njene lekovite termomineralne vode su pogodne za lečenje stomačnih bolesti, bolesti jetre, slezine, ginekoloških oboljenja i dr. (Marković, 1980). Van banjškog kompleksa, u samom gradu Bečeju, postoji još pet javnih bunara izbušenih od 1894. do 1939. godine čiju lekovitu vodu stanovništvo koristi u terapeutske svrhe pijenjem.

### Termomineralne vode Kanjiže

Lekovita termomineralna voda u blizini Kanjiže, na temelju koje je podignuta jedna od najpoznatijih banja u Srbiji, prvi puta je otkrivena 1908. godine nakon bušenja 198 m dubokog arteškog bunara, koji se nalazi zapadno od grada u rejonu zvanom *Pašnjak*. Temperatura vode koja je izbijala iz ovog bunara bila je 27°C. Nedaleko od ovog ubrzo je izbušen novi, nešto plići bunar koji je davao vodu temperature 17,2 °C. Bunari su ukupno davali 300 - 350 l/min vode. Hemijskom analizom vode izvršenom od strane Zavoda za zdravstvenu zaštitu iz Beograda utvrđeno je da voda iz ovih bunara ima:

- alkalnu reakciju (pH 8,3);
- suvi ostatak od 1,21 g/l;
- ukupnu težinu utvrđenih minerala za prvi bunar 1,57 g/l, a za drugi 1,24 g/l;
- od karakterističnih jona: natrijum (0,495 g/l) i hidrokarbonat (0,970 g/l);
- od lekovitih sastojaka: vodonik-sulfid (1,2 mg/l), ugljen-dioksid (1.000 mg/l), jod i fluor;
- osobine alkalno kisele hipoterme.

U blizini Kanjiže, pored puta koji spaja ovaj grad sa Novim Kneževcom, 1977. godine izbušena je, od strane *Naftagas-a* iz Novog Sada, hidrotermalna bušotina KŽ-1H duboka

1.147 m. Vodonosnu sredinu termomineralnoj vodi, koja na izlasku iz bušotine ima temperaturu od 47°C, predstavljaju paludinski peskoviti i peskovito-glinoviti slojevi koji leže na dubinama 664 - 679 m i 724 - 744 m. Hemijska analiza, koju je obavio Zavod za interne bolesti iz Beograda, pokazuje da lekovita voda iz bušotine KŽ-1H ima:

- slabo alkalnu reakciju (pH 8,6);
- suvi ostatak od 1,63 g/l;
- ukupnu težinu utvrđenih minerala od 2,13 g/l;
- karakteristične jone: natrijum (0,570 g/l), hidrokarbonat (1,398 g/l) i hlor (0,098);
- lekovite sastojke: vodonik-sulfid (1,7 g/l), brom i gvožđe;
- odlike natrijum-, hidrokarbonatne i sulfidne hiperterme.

Na svega 1,5 km od banjskog kompleksa 1983. godine izbušena je i druga bušotina pod nazivom KŽ-2H. Detaljnom balneolološkom analizom, izvršenom 1994. od strane Medicinskog fakulteta u Beogradu, utvrđeno je da voda iz ove bušotine ima izuzetno lekovita svojstva (tabela 18).

Tabela 18. Fizičko-hemijske karakteristike termomineralne vode iz bušotine KŽ-2H

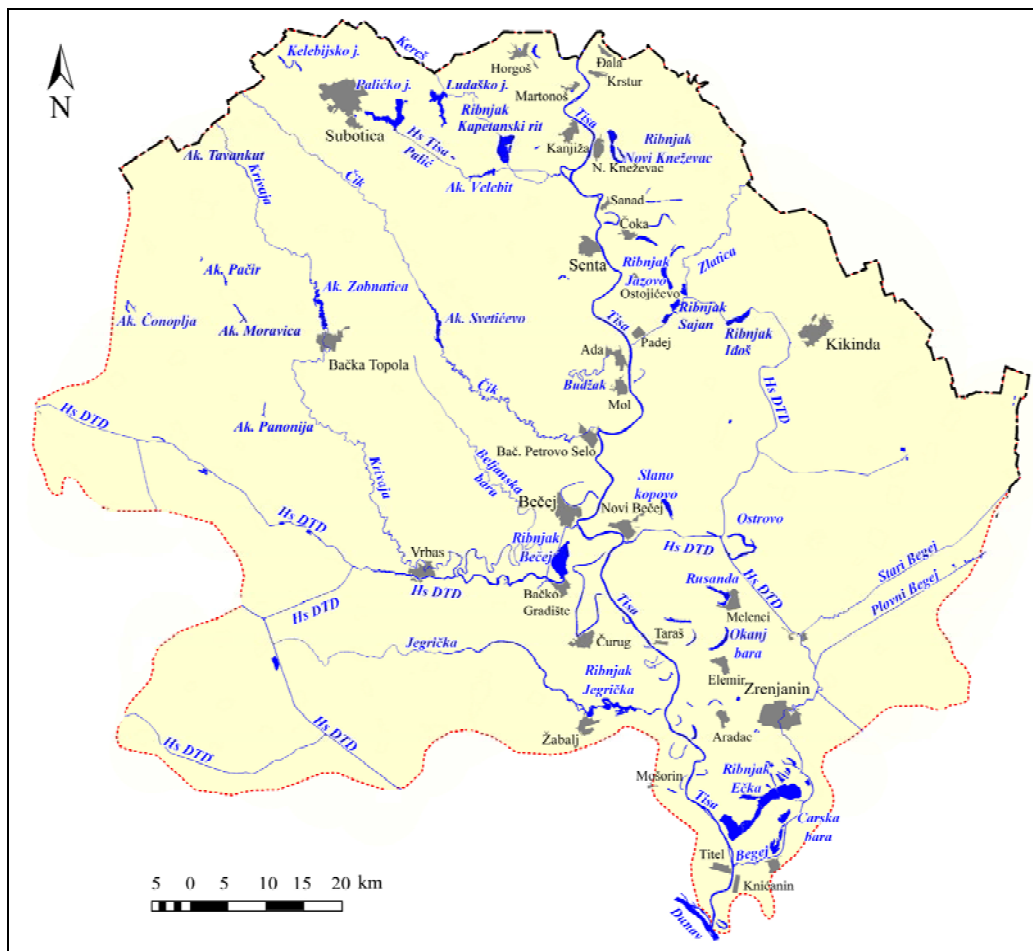
Temperatura vode	64°C
PH vrednost	8,60
Potrošnja KMnO <sub>4</sub>	106,00 mg/l
<b>KATJONI</b>	<b>mg/l</b>
1. Natrijum Na+1	1100,00
2. Kalijum K+1	9,00
3. Kalcijum Ca+2	2,00
4. Magnezijum Mg+2	1,90
5. Gvožđe Fe+3	0,34
6. Stroncijum Sr+2	0,80
<b>ANJONI</b>	<b>mg/l</b>
1. Hlorid Cl-1	61,40
2. Hidrokarbonat HCO 3-1	2550,00
3. Fosfat P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -	1,00
4. Jodid J-1	1,60
5. Bromid Br-1	1,00
6. Bor	5,00
7. Fluorid F-1	6,30
Slobodnog ugljendioksida CO <sub>2</sub>	100,00
Vodonik sulfida	1,50
Ukupno rastvorenih sastojaka	3840,34
Ispitivani uzorak vode spada u kategoriju natrijum - hidrokarbonatno -jodno - bromidno - sulfidno - alkalnu hipertermnu mineralnu vodu.	

Izvor: Banja Kanjiža, 2005.

Prema podacima dobijenim u *Banji - Kanjiži* njena termomineralna voda, kao i lekovito blato, pogodni su za lečenje degenerativnog, hroničnog zapaljenskog i ekstraartikularnog reumatizama. Takođe, u Banji se uspešno otklanjaju posledice zadobijene nakon povreda perifernog nervnog sistema, koštano - zglobnog aparata, kao i teška postoperativna stanja (stanja postoperativne ortopedije, stanja posle operacije kičme i dr.). Osim primarne lečilišne funkcije *Banja - Kanjiža* je poznata i po svom sportsko - rekreativnom značaju. Naime, gostima i pacijentima, osim dobrih smeštajnih kapaciteta (hoteli *Aquamarin*, *Akvapanon*, *Lupus* i stacionar *Abella*), na raspolaganju stoje: dva zatvorena bazena, sauna, izuzetno opremljena sportska dvorana pogodna za razne sportove, fudbalski i teniski tereni, kao i drugi sadržaji.

## POVRŠINSKE VODE

Pored reke Tise, kao najvećeg i glavnog hidrološkog objekta u slivu, površinsku hidrografiju istraživanog područja čine manji vodeni tokovi, od kojih se većina uliva u Tisu, zatim brojna jezera fluvijalnog, eolskog i veštačkog porekla, kao i razgranata kanalska mreža Hs DTD (karta 19).



Karta 19. Hidrološka karta sliva Tise u Srbiji (JVP Vode Vojvodine)

## GLAVNE KARAKTERISTIKE MANJIH VODOTOKA

Tisa na teritoriji Srbije sa desne, bačke, strane prima Kereš, Čik, Budžak i Jegričku, dok joj sa područja Banata pritiču Zlatica i Begej. Ostali stalni značajniji vodotoci u granicama prirodnog sliva Tise u Srbiji su Krivaja i Beljanska bara (*karta 19*). Pre sprovedenih regulacionih radova na području Bačke i Banata, Tisa je na sektoru toka kroz našu zemlju primala još dve pritoke - Crnu baru i Galacku koje su nakon uključivanja u Hs DTD prestale da postoje makar i kao kanalisani konsolidovani vodotoci. Danas koritom Crne bare prolazi nizvodna trasa Velikog bačkog kanala, a koritom Galacke glavna trasa Kikindskog kanala, o čemu je bilo reči u delu rada koji se odnosi na uređenje voda u Bačkoj i Banatu.

U daljem tekstu biće predstavljene osnovne karakteristike Tisinih pritoka u Srbiji, počevši od najuzvodnije prema najnižvodnijoj, a zatim i osnovni podaci o Krivaji i Beljanskoj bari. Pomenuti vodotoci, zajedno sa Tisom, čine rečnu mrežu koja u granicama istraživanog područja ima gustinu (po *Neumann-u*) od 0,073 km/km<sup>2</sup>, što je u skladu sa gustinom rečne mreže u ravničarskom delu Vojvodine koja po D. Dukiću (1984) iznosi 0,075 km/km<sup>2</sup>.

$$D = \frac{\sum L}{F} = \frac{684}{9362} = 0,073 \text{ km/km}^2$$

**Kereš** predstavlja desnu i ujedno najseverniju pritoku Tise u Srbiji. Nastaje iz jedne veće depresije (136 m a.v.) ispunjene vodom koja se nalazi južno od grada Kiškunhalaša u susednoj Mađarskoj. U našu zemlju ulazi kod Jasenovačke šume, a zatim u dužini od oko 14 km teče državnom granicom. Na čitavom potezu od izvorišta do oko 2 km severno od Ludaškog jezera Kereš ima generalni pravac severozapad - jugoistok. Zatim skreće više prema jugu, odnosno prema Ludaškom jezeru kojem ovaj vodotok zapravo predstavlja i pritoku i otoku. Od Ludaškog jezera Kereš zauzima najpre istočni, zatim jugoistočni i ponovo istočni smer koji zadržava do ušća. U Tisu se uliva uzvodno od Adorjana (oko 76 m a.v.), na njenom km 138 (*slika 30*).



Slika 30. Ušće Kereša u Tisu na km 138 (foto: D. Pavić, 2005)

Dužina Kereša iznosi 81 km, od čega je u Mađarskoj 38 km, a u Srbiji 43 km toka. U našoj zemlji Kereš krivudavim koritom najpre prolazi kroz Subotičku peščaru, zatim predstavlja granicu između peščare i Srednje bačke lesne zaravni, a donjim tokom teče preko lesne terase. U gornjem i delu srednjeg toka dolina Kereša je veoma naglašena, dok nizvodnije, na lesnoj terasi, dolinu ove rečice čine veće i manje depresije. Pri samom ušću dolina Kereša je slabo morfološki naglašena (Tomić, 1978). Ukupan pad vodotoka na uzdužnom profilu iznosi 60 m, a prosečan 74 cm/km.

Kereš se hrani atmosferskim vodama izlučenim na slivnu površinu (oko 970 km<sup>2</sup>), zatim podzemnim proceđivanjem freatskih voda, ali i izvorima koji se nalaze na kontaktu peska i lesa. Radi se o vodotoku koji je tokom vlažnijih godina (1924, 1942. i 1956) izazivao poplave, a u sušnijim (1946, 1949. i 1952) potpuno presušivao. Najviši vodostaji na Kerešu javljaju se tokom prolećnih, a najniži tokom letnjih meseci. Prosečan proticaj ovog vodotoka za višegodišnje period iznosi 3,13 m<sup>3</sup>/s (Tomić, 1978). Na osnovu analize dugogodišnjih podataka može se zaključiti da Kereš raspolaže sve manjom količinom vode (nekada je proticaj dostizao i 18 m<sup>3</sup>/s). Ovo je posledica pošumljavanja peščarskih površina i drugih antropogenih zahvata na samoj reci i njenom slivnom području. Ipak, glavni razlog za smanjenu količinu vode u koritu predstavlja činjenica da Kereš zapravo više ne dotiče iz Mađarske pošto je na tom delu toka reka pregrađena i pretvorena u prostrane ribnjake. Međutim, eksploatacijom treseta severno od Subotice, ogolićeni su freatski horizonti, usled čega su stvorena veštačka jezera čija voda otiče Kerešom. Takođe, reka se vodom hrani i suvišnom jezerskom vodom iz Ludaškog jezera, inače povezanim sa Palićkim jezerom odušnim kanalom *Palić - Ludaš* (Hovány, 1998).

**Zlatica** je leva pritoka Tise koja izvire u susjednoj Rumuniji. Na teritoriju srpskog dela Banata ulazi iz severoistočnog pravca oko 3,5 km istočno od sela Vrbica. U narednih 35 km generalno teče prema jugozapadu i u Tisu se uliva nizvodnije od Padeja na njenom km 105 (slika 31) na apsolutnoj visini od oko 75,5 m. Ukupna površina sliva Zlatice iznosi oko 455 km<sup>2</sup> (Tomić, 1989).



Slika 31. Ušće Zlatice u Tisu na km 105 (foto: D. Pavić, 2004)

Brojni odsečeni i napušteni meandri širom prostrane aluvijalne ravni ukazuju na činjenicu da je Zlatica nekada imala odlike divlje reke. Na ovakav zaključak navodi i tzv. “most sa devet grla” kojim je ova reka premošćena oko 2,2 km istočno od Crne Bare, a koji je projektovan za daleko moćniji vodotok nego što je Zlatica danas. Upravo divlji karakter Zlatice bio je presudan za veoma rano otpočinjanje radova na njenoj regulaciji. Prema D. Milovanovu (1972) prve regulacione radove na Zlatici izveli su još stari Sloveni tokom 6. i 7. veka. Od tada pa sve do druge polovine 19. veka ova čudljiva reka bila je predmet stalnih intervencija manjeg obima. Ozbiljniji radovi su otpočeli tek posle 1881. godine kada je po savetu grofa Nako Kalmana osnovano “Udruženje za zaštitu Zlatice od unutrašnjih i površinskih voda i za odvodnjavanje”. Za samo 20 godina iskopani su brojni kanali, podignuti novi i dograđeni postojeći nasipi. Glavni kanal dug 117,5 km, sa dnom širokim 7 m, predstavlja zapravo nasipima omeđeno regulisano korito Zlatice prema kojem se stiču sporedni kanali. Tokom ovih obimnih regulacionih radova s kraja 19. i početka 20. veka izvršeno je i veštačko prosecanje većeg broja meandara, a sagrađena je i ustava na ušću kod Padeja. Unatoč veštačkom ispravljanju toka, Zlatica i danas velikim delom naše zemlje, tačnije na sektoru između državne granice i Jazova, teče uglavnom meandarskim koritom, dok je nizvodno, do ušća tok gotovo pravolinijski. U periodu od 1961. do 1970. izvedeni su novi veliki regulacioni poduhvati u koritu Zlatice. Najpre je na granici između Srbije i Rumunije korito ove reke pregrađeno još jednom ustavom. Zatim je poslednjih 10 km korita produbljeno i prošireno, a potom je ovaj kanalisani sektor toka spojen sa Kikindskim kanalom, odnosno sa osnovnom kanalskom mrežom Hs DTD (Bogdanović, Marković, 2005).

Najviše vodostaje Zlatica uglavnom ima od sredine marta i do sredine aprila, kada proticaji u donjem toku dostižu vrednosti od oko 24 m<sup>3</sup>/s. Dešava se da tokom izuzetno vlažnih perioda koritom ove reke protekne i do 68 m<sup>3</sup>/s vode (Milovanov, 1972). Usled obimnih hidrotehničkih zahvata koji su preduzeti u njenom koritu i slivu Zlatica više nema prirodni režim. U zavisnosti od vodostaja na Tisi i od ukupnih hidroloških prilika u slivnom



području nivo vode u koritu Zlatice je uglavnom dirigovan od strane čoveka. Tokom malih voda na Tisi ustava na ušću je otvorena i Zlatica se gravitaciono uliva u ovu reku. Međutim, za vreme visokih Tisinih vodostaja, ustava se zatvara, a voda se iz Zlatice u Tisu prebacuje uz pomoć crpne stanice (oko 4 m<sup>3</sup>/s). U isto vreme se delimično ili potpuno zatvara i ustava na državnoj granici sa Rumunijom tako da Zlatica tada na čitavom sektoru toka kroz Vojvodinu predstavlja zapravo akumulaciju koja prihvata oko 7 mil m<sup>3</sup> suvišnih voda koje se sa područja vojvođanskog dela sliva u reku ubacuju uz pomoć crpnih stanica (Milovanov, 1972). Unatoč svim izvedenim poduhvatima, problem velikih prolećnih voda Zlatice, definitivno je rešen tek nakon njenog spajanja sa Kikindskim kanalom, odnosno kanalskom mrežom Hs DTD. Naime, u Kikindskom kanalu, oko 250 m uzvodno od spoja sa Zlaticom, izgrađena je ustava koja se u zavisnosti od vodostaja na reci zatvara i otvara. U vreme malih vodostaja na Tisi i gravitacionog oticanja Zlatice ustava je zatvorena. Međutim, kada su Tisini vodostaji visoki i kada su ustave na Zlatici zatvorene, ustava na Kikindskom kanalu se otvara i propušta suvišne akumulirane vode iz narasle Zlatice u kanalsku mrežu (Bogdanović, Marković, 2005).

**Budžak** ili **Adanska bara** predstavlja kratki vodotok, dužine oko 25 km, koji teče lesnom dolinom generalnog pravca zapad - istok formiranom na diluvijalnoj terasi zapadno od Ade. Vodom se snabdeva prvenstveno iz povećane depresije koja se nalazi severozapadno od pomenutog naselja, tačnije u podnožju onog dela Srednje bačke lesne zaravni koji se naziva Gornji breg. Sliv površine oko 350 km<sup>2</sup>, Budžak odvodnjava prema Tisi u koju se uliva na njenom km 103 kao desna pritoka (*slika 32*). Zapravo, voda se iz ovog malog vodotoka u Tisu prebacuje pomoću crpne stanice.



*Slika 32. Ušće Budžaka u Tisu na km 103 (foto: D. Pavić, 2005)*

U većem delu godine Budžak raspolaže malom količinom vode. Jedino u vlažnom prolećnom periodu ova rečica ima nešto više vodostaje i proticaje. Nažalost merenja ovih elemenata rečnog režima se ne vrše. Orijentacije radi P. Tomić (1978) tokom svojih istraživanja navodi da u vlažnom prolećnom periodu proticaj Budžaka dostiže vrednosti i do 5 m<sup>3</sup>/s.

Čik predstavlja desnu pritoku Tise dugu 95 km. Nastaje na području pustare Čikerije (oko 130 m a.v.), severoistočno od Kobinog sela u pograničnom pojasu prema susednoj Mađarskoj. Zadržavajući čitavom dužinom generalni jugoistočni smer oticanja ova reka je svoju dolinu tipa lesnog dola, širine i do nekoliko stotina metara, najvećim delom formirala na Srednjoj bačkoj lesnoj zaravni, a manjim delom na lesnoj terasi. Počevši od izvorišnih delova toka, Čik nakon pustare Čikerije najpre protiče kroz pustare Šebešić i Verušić, zatim prolazi zapadno od sela Višnjevca, a potom i kroz naselje Čantavir. Zadržavajući pomenuti jugoistočni smer Čik nastavlja kroz pustaru Tornjoš, zatim pored seoskih naselja Novog Orahova, Gunaroša i Obornjače nakon čega se spušta na lesnu terasu da bi se kod Bačkog Petrovog Sela ulio u Tisu na njenom km 89 (slika 33). Pri normalnom uspor na Tisi ušće Čika se nalazi na apsolutnoj visini od oko 75 m, što znači da ova reka ima ukupan pad oko 55 m ili prosečno 58 cm/km. Dolina Čika je u gornjem toku, od pustare Čikerije do pustare Šebešić, sastavljena od većih ili manjih depresija ispunjenih ujezerenom vodom koja egzistira tokom cele godine. Nizvodno od pustare Šebešić dolina ima odlike tipičnog lesnog dola širine 120 - 150 m (ponegde i do 1.000 m) i dubine 18 - 20 m (Tomić, 1978). Rečno korito je oko sela Višnjevca veoma krivudavo, a nizvodno, kroz Čantavir i pustaru Tornjoš pa sve do Svetićeva, ono je pravo i kanalisano. Na ovom sektoru toka je nakon podizanja brane kod Svetićeva, za potrebe navodnjavanja, formirana istoimena akumulacija. Nizvodno od Svetićeva pa sve do nadomak Bačkog Petrovog Sela korito Čika ponovo meandrira. Poslednjih nekoliko kilometara toka Čik je kanalom preusmeren tako da se u Tisu uliva severno od Bačkog Petrovog Sela, a ne južno kako je to bilo pre kanalisanja. Ovaj hidrotehnički poduhvat je realizovan 1907. godine u cilju spašavanja Donjeg Petrovačkog rita od poplavnih voda Čika (Tomić, 1978).



Slika 33. Ušće Čika u Tisu na km 89 (foto: D. Pavić, 2005)

U izvorišnim delovima Čik se snabdeva vodom iz izvora velikog peščarskog zaleđa u susednoj Mađarskoj. Takođe, vodom se hrani podzemnim procedivanjem freatskih voda, kao i površinskim slivanjem padavina izlučenih na površinu sliva (oko 750 km<sup>2</sup>). Osim



nekoliko manjih dolova i depresija, koji samo u vlažnijem delu godine imaju vode, Čik nema drugih pritoka. Važno je reći da određenu količinu vode Čik dobija i iz arteških bunara kojih ima u naseljima kroz koja protiče (Tomić, 1978). Generalno, ovaj vodotok ima veoma malo vode koja je često umrtvljena u koritu. Naime, B. Bukurov (1983) navodi da pri niskoj vodi proticaja uopšte nema, pri normalno maloj vodi proticaj iznosi svega oko 1 m<sup>3</sup>/s, pri normalno velikoj vodi protok Čika je oko 12 m<sup>3</sup>/s, a pri najvećoj vodi oko 15 m<sup>3</sup>/s. Takođe, važno je napomenuti da u ekstremno sušnim uslovima, korito Čika gotovo u potpunosti može ostati bez vode, što se u najvećem delu toka poslednji put dogodilo tokom izrazito suvog leta 2003. godine.

**Jegrička** je autohtoni bački vodotok koji nastaje i gotovo čitavom svojom dužinom teče južnom bačkom lesnom terasom. Samo kraćim delom toka, pre samog ušća, ova reka je svoje korito usekla u aluvijalnoj ravni Tise. Razgranati rečni sistem Jegrička je formirala u granicama prostranog slivnog područja čija površina iznosi oko 1.440 km<sup>2</sup>. Ovaj južnobački vodotok nastaje na širokom prostoru u depresijama severozapadnog (87 m a.v.), zapadnog (84 m a.v.) i jugozapadnog (84 m a.v.) dela južne bačke lesne terase gde nastaju dva izvorišna kraka, tzv. Severna (oko 40 km) i Jugozapadna Jegrička (oko 20 km). Pomenuti izvorišni kraci se spajaju kod Despotova formirajući tako glavni tok Jegričke koji generalnim pravcem zapad - istok teče u dužini od oko 65 km. Na ovom sektoru toka Jegrička prima nekoliko manjih pritoka formiranih u depresijama koje se nalaze severno i južno od glavnog toka. Sa leve strane joj pritiče Ugarska bara, a sa desne Velika bara, Alparska bara, Vuga, Beli kanal i Mala bara. Najznačajnija među njima je desna pritoka Mala bara (oko 22 km) koja se u Jegričku uliva kod Žablja.



Slika 34. Ušće Jegičke u Tisu na km 37 (foto: D. Pavić, 2005)

Poslednjih dvadesetak kilometara toka Jegrička ima veoma izraženu dolinu u kojoj se severoistočno od Žablja nalazi i najniža izohipsa na Bačkoj lesnoj terasi apsolutne visine od svega 73,5 m. Na ovom delu Jegrička ima širinu 200 - 1.000 m. Ova povoljna prirodna predispozicija je 1954. godine iskorišćena za izgradnju ribnjaka površine oko 420 ha (Milošev, Radić, 1996). Konačno, Jegrička se kao desna pritoka, preko ustave i crpne

stanice, uliva u Tisu na njenom km 37 (*slika 34*) na apsolutnoj visini od oko 73 m. Ukupan pad ove reke iznosi oko 7 m ili prosečno 12 cm/km. Važno je naglasiti da je Jegrička imala karakter prirodnog vodotoka do osamdesetih godina 19. veka kada su na njenom donjem, a zatim i srednjem delu toka sprovedeni prvi hidrotehnički radovi u cilju uvođenja mera zaštite od suvišnih unutrašnjih voda. Danas, nakon novijih hidrotehničkih zahvata, a naročito posle uvođena njenog glavnog toka (od Despotova do ušća) u osnovnu kanalsku mrežu Hs DTD (krajem 60-tih godina 20. veka), ova "reka" poprima dirigovani režim. Iz pomenutih razloga Jegrička se više ne može smatrati prirodnim vodotokom nego pre kanalom.

**Begej** je leva i ujedno najznačajnija pritoka Tise u Srbiji. Čine ga dva kraka, Stari Begej i Begejski kanal, odnosno Plovni Begej. Stari Begej ulazi na teritoriju Srbije južno od Hetina, a Plovni Begej severoistočno od Srpskog Itebeja. Kraci paralelno teku prema jugozapadu sve do visine Kleka gde se spajaju, tačnije gde se Stari Begej uliva u Plovni Begej. Na taj način se obrazuje jedinstveni tok (Begej ili Kanal Begej) koji dalje teče kroz Zrenjanin, zatim pored Ečke, Stajićeva i Perleza nastavljajući do samog ušća u Tisu koje se nalazi oko 3 km uzvodno od Knićanina, odnosno naspram Titela na Tisinom km 10 (*slika 35*) na apsolutnoj visini od 72,7 m. Od mesta formiranja jedinstvenog toka do izlaska iz Zrenjanina Begej generalno teče prema jugozapadu, zatim povija prema jugoistoku, a kod Stajićeva ponovo prema jugozapadu. Ovaj smer zadržava do Perleza gde skreće prema zapadu i tako teče do ušća u Tisu.



*Slika 35. Ušće Begeja u Tisu na km 10 (foto: D. Pavić, 2004)*

*Stari Begej* izvire u podnožju planine Lipove u susednoj Rumuniji, na apsolutnoj visini od 250 m. Glavni tok ove reke nastaje spajanjem tri izvorišna kraka bujičnog karaktera: Beregoa, Njarada i Jera. Dužina Starog Begeja iznosi 138 km, od čega kroz Srbiju teče u dužini od 37 km. Od ukupne površine sliva ovog vodotoka, koja iznosi 3.135 km<sup>2</sup>, Srbiji pripada 895 km<sup>2</sup> (Milovanov, 1987).

*Plovni Begej* ili *Begejski kanal* izvire u Krašovskim planinama (Pojana Ruske) ispod vrha Padeš u susednoj Rumuniji na apsolutnoj visini od 1.135 m. Dužina vodotoka, uključujući i jedinstveni deo toka od Kleka do ušća, iznosi 244 km, a ukupna površina slivnog područja 3.430 km<sup>2</sup>. Kroz Srbiju, Plovni Begej (32,2 km), zajedno sa Kanalom Begej (34,8 km), teče u dužini od 67 km, dok je površina sliva u granicama naše zemlje 1.189 km<sup>2</sup>.

Usled obimnih *regulacionih i melioracionih radova* izvedenih u protekla tri veka na Begeju i u njegovom slivu nastale su krupne hidrografske promene. Naime, Begej spada u red reka na kojima su počele prve melioracije u Panonskoj niziji za šta je bilo više razloga. Jedan od glavnih bila je činjenica da je veći deo sliva Begeja (65%) imao karakter plavnog i močvarnog zemljišta. Takođe, bitni razlozi su ležali i u vojno-strategijskim, političkim i ekonomskim interesima Austrije čije su vlasti tokom 18. veka uočile da je za Banat veoma važno postojanje vodenog puta kojim bi bili spojeni Temišvar i Bečkerek (Zrenjanina), dva velika privredna centra u regiji. Ozbiljniji hidrotehnički poduhvati na današnjem Starom Begeju započeli su početkom 18. veka, zahvaljujući kojima su ubrzo isušene prostrane močvare kroz koje se reka probijala. Tada su bez vode ostale i brojne manje pritoke među kojima je i tzv. Turski Begej koji je većim delom tekao kroz Vojvodinu i kao desna pritoka se ulivao u Stari Begej kod Itebeja. Pomenuti hidrotehnički poduhvati na Starom Begeju podrazumevali su skraćenje njegovog korita na sektoru toka od Sakalhaza kod Temišvara do Banatskog Dvora koje je izvršeno između 1718. i 1723. godine. Pre ove regulacije izvršena je regulacija Starog Begeja i na sektoru uzvodno od Temišvara gde je reka imala bujični karakter. Radovi su imali za cilj što brže sprovođenje velikih voda iz uzvodnog u sektor toka nizvodno od Temišvara. S obzirom da skraćeno korito Starog Begeja nije imalo dovoljnu propusnu moć za velike prolećne vode i da su poplave i dalje predstavljale veliki problem u slivu, pristupilo se prokopavanju sasvim novog korita, tzv. Begejskog kanala ili Plovnog Begeja, znatno povoljnijeg za plovidbu. Kanal između Temišvara i naselja Klek, dužine 70 km, prokopan je u periodu od 1734. do 1756. godine. Od tada postoje dva Begeja, odnosno Stari Begej i Plovni Begej (Milovanov, 1972). U cilju poboljšanja plovidbenih uslova Plovnim Begejom, prema projektu holandskog inženjera *Fermonta*, između ovog vodotoka i Tamiša su prokopana dva kanala, oba na teritoriji Rumunije, zapadno od Lugoša. Uzvodniji kanal, kod Koštelja, služi za dovođenje voda iz Tamiša u Begej za vreme njegovih niskih vodostaja. Donjim spojnim kanalom, prokopanim kod Malog Topolovca, odvode se suvišne vode iz Begeja u Tamiš u cilju sprečavanja poplava u dolini Begeja.

Unatoč svim intervencijama problem sa poplavama tokom ekstremno visokih vodostaja nije rešen tako da su u 19. veku podizani novi i nadograđivani stari nasipi. Međutim, poplava iz 1870. pokazuje da ni to nije dovoljno pa se pristupa novim intervencijama. U periodu od 1886. do 1897. izvršeno je povišavanje nasipa, kanalisanje korita Starog Begeja (za merodavnu veliku vodu od 53 m<sup>3</sup>/s, sa padom od 3,6 cm/km) i produbljivanje Begejskog kanala izgradnjom sedam ustava, odnosno plovidbenih stepenica. Četiri ustave su podignute na području Srbije (I-Titel, II-Ečka, III-Klek, IV-Itebej), a tri u Rumuniji (V-Otelek, VI-S. Mihalj, VII-Topolovac). Ovim rešenjem je predviđeno da se na najuzvodnijoj

stepenici reguliše proticaj u Begejskom kanalu u dijapazonu 5,0 - 83,5 m<sup>3</sup>/s, što je moguće zahvaljujući pomenutim spojnim kanalima sa Tamišom (Milovanov, 1972).

Opisanim poduhvatima povećana je propusna moć oba korita, time umanjena opasnost od poplava i što je naročito važno, poboljšani su uslovi plovidbe Begejskim kanalom kojim su sada mogli ploviti dunavski brodovi sa gazom do 2 m. Pored svih zahvata poplave su se ponovo javile 1932. i 1935. kada je izvršeno novo produbljivanje korita Plovnog Begeja za oko 60 cm, kao i razmicanje i povišavanje nasipa čime je povećana propusna moć kanalskog korita. No, 1940. godine voda ponovo probija nasipe i plavi prostrane "branjene" površine, zbog čega se nakon Drugog svetskog rata pristupilo uključivanju Begeja u Hs DTD (Bogdanović, Marković, 2005).

Glavni radovi na uključivanju Begeja<sup>39</sup> u jedan od najgrandioznijih hidrosistema u Evropi i Svetu obavljani su u periodu od 1946. do 1971. godine, kada je reka rekonstruisana duž čitavog toka u Srbiji. Najkrupniji zahvati su preduzeti na sektoru toka nizvodno od Kleka pa do ušća u Tisu. Naime, na ovoj deonici izvršeno je prosecanje naglašenijih meandara čime je tok znatno ispravljen i skraćen za 10 km. Stara trasa toka u Perleskom ritu je potpuno napuštena, a novo korito je premešteno ka levoj ivici rita, dok je duž desne strane korita izgrađen novi, sigurniji odbrambeni nasip. Na ovaj način je praktično izmešteno i samo ušće Begeja u Tisu. Pomenutim poduhvatima naročito je povećan protočni profil korita Plovnog Begeja. Pored opisanih zahvata u navedenom periodu velika je pažnja posvećena i postojećim ustavama na Plovnom Begeju. Naime, zastarele ustave sa prevodnicama kod Knićanina i Ečke su zamenjene novom i većom kod Stajićeva, dok su stare ustave sa prevodnicama kod Kleka i Srpskog Itebeja rekonstruisane. Zahvaljujući novoj ustavi sa prevodnicom kod Stajićeva uspešno se regulišu odnosi između visokih vodostaja Tise i Begeja, a poboljšani su i uslovi propuštanja leda i naročito plovidbe (Bogdanović, Marković, 2005). Naime nova prevodnica kod Stajićeva je znatno veća od starih kod Knićanina i Ečke. Dužina njene komore iznosi 85 m, širina 12 m, a dubina vode na pragu 3 m. Nakon njenog puštanja u rad omogućena je plovidba do Zrenjanina brodovima na sopstveni pogod, nosivosti do 1.350 tona. Stare rekonstruisane prevodnice kod Kleka i Srpskog Itebeja imaju manje dimenzije tako da omogućavaju plovidbu brodovima nosivosti do 650 tona (Gavrilović, Dukić, 2002).

Na osnovu izloženog može se zaključiti da je Stari Begej imao odlike prirodnog vodotoka sve do kanalisanja dela njegovog korita koje je izvedeno u periodu od 1886. i 1897. godine. Korito je kanalisano na sektoru dugom 75 km, koji počinje od Sakalhaza (oko 10 km zapadno od Temišvara), a završava ušćem u Plovni Begej. Gotovo pravolinijsko kanalisano korito Starog Begeja sa obe strane je ograđeno nasipima koji su na pojedinim potezima razmaknuti i više stotina metara (npr. kod Banatskog Dvora nasipi su međusobno udaljeni oko 800 m). Od Plovnog Begeja, sa kojim je gotovo paralelno, kanalisano korito Starog Begeja je udaljeno 3 - 4 km (Gavrilović, Dukić, 2002).

---

<sup>39</sup> Nizvodno od Jankovog Mosta u dužini od 9 km glavni kanal DTD u Banatu *Banatska Palanka - Novi Bečej* prolazi koritom Begeja.

Takođe, bitno je naglasiti da se u našoj stručnoj literaturi Begejskim kanalom ili Plovnim Begejom naziva celokupan tok Begeja iako epitet plovnog ovaj vodotok ima samo na sektoru toka od Temišvara do ušća u Tisu, što je manje od polovine ukupne dužine reke (244 km). Naime, na pomenutoj deonici dugoj 118 km (prosečan pad dna u našoj zemlji je 0,095‰, a u Rumunji 7,88‰), korito Begeja se može podeliti na dva dela. Od Temišvara do ušća Starog Begeja ono predstavlja karakterističnu, gotovo pravolinijsku trasu kanalskog tipa sa nasipima sa obe strane. Nizvodno od ušća Starog Begeja pa do ušća u Tisu, Begej (Kanal Begej) je uglavnom zadržao prirodno rečno korito, istina delimično skraćeno i izmešteno.

Nakon svih preduzetih regulacionih radova, naročito posle njegovog uključivanja u HS DTD, Begej poprima dirigovani rečni režim. Uticaj čoveka na regulisanje količine vode u koritu Begeja najizraženije je tokom vlažnih i sušnih perioda godine. Analizirajući vodostaje za višegodišnji period na Begeju nizvodno od Kleka, tačnije na vodomernoj stanici u Zrenjaninu, mogu se izvesti sledeći zaključci (Bogdanović, Marković, 2005):

- maksimalni vodostaji se javljaju tokom proleća, u aprilu, a zatim u maju i junu. Posledica su intenzivnog topljenja snega na Karpatima i izlučivanja prolećnih kiša;
- minimalne vodostaje Begej ima tokom zime, u januaru i februaru, što je posledica niskih temperatura, odnosno izlučivanja padavina u obliku snega.

Begej u Tisu prosečno unosi oko 50 m<sup>3</sup>/s vode. Kanalisano korito je projektovano za maksimalni proticaj od 83,5 m<sup>3</sup>/s, tako da se višak vode, koji tokom proleća dospeva iz neuređenog gornjeg toka (do 450 m<sup>3</sup>/s), kanalom kod Malog Topolovca prebacuje u Tamiš. Tokom sušnog letnjeg perioda proticaj Begeja se smanjuje na svega 1,5 - 2 m<sup>3</sup>/s, pa se tada kanalom kod Koštelja iz Tamiša u korito Begeja upušta 5 - 6 m<sup>3</sup>/s vode, što je neophodna količina za odvijanje plovidbe. Na ovaj način Begej na vodni režim Tamiša utiče tokom proleća, a Tamiš na režim Begeja u vreme malih voda na ovom vodotoku (Gavrilović, Dukić, 2002).

Prosečna godišnja temperatura vode Begeja iznosi 12,5°C. Zimska prosečna temperatura je 3,0°C, prolećna 11,9°C, letnja 21,4°C, a jesenja 13,7°C. Prvi led na Begeju pojavljuje se sredinom decembra, a poslednji početkom marta. U proseku se javlja svakih 1,7 godina (Bogdanović, Marković, 2005).

Voda Begeja je nekada bila izuzetno čista, što potvrđuje podatak da ju je stanovništvo sve do kraja 19. veka i kopanja arteških bunara koristilo za piće (Tomić, 1977). Tokom 20. veka Begej, kako u Rumuniji, tako i u Srbiji, postaje recipijent neprečišćenih industrijskih i otpadnih voda iz naselja. To dovodi do velikog zagađenja reke i gotovo potpunog iščezavanja živog sveta. Usled zagađenosti na Begeju su uglavnom isključene aktivnosti sportsko-rekreativnog karaktera. Zbog prestanka rada brojnih industrijskih postrojenja duž Begeja poslednjih godina je došlo do poboljšanja kvaliteta rečne vode, što bi svakako moglo imati veliki značaj, između ostalog i za aktiviranje ovog vodotoka u turističke svrhe.

**Krivaja** je najduža reka na Srednjoj bačkoj lesnoj zaravni. Nastaje oko 10 km severno od Bačke Topole spajanjem dva manja vodotoka koji teku Pavlovačkom i Đurđinskom dolinom. Pavlovačka dolina, dužine oko 15 km, počinje zapadno od sela Mala Bosna (120 m a.v.) i ima generalno pravac severozapad - jugoistok. U uzvodnijim delovima prilično je uska, duboka i zabarena da bi tek u srednjim i donjim delovima kroz nju bio konsolidovan manji vodotok, tzv. Pavlovački potok, levi izvorišni krak Krivaje. Usled naglašenog pada na uzdužnom profilu pomenuti potok je usekao korito bez izrazitih krivina.

Đurđinska dolina počinje između Gornjeg i Donjeg Tavankuta (120 m a.v.) i takođe ima generalni pravac pružanja severozapad - jugoistok. U predelu pustare Đurđin prema ovoj dolini se sa desne strane stiče oko 10 km duga Bajmočka dolina koja nastaje severozapadno od Bajmoka. Inače, Bajmočka dolina je kanalisana zbog čega se češće naziva Bajmočki kanal. Naime, ona je veštački produžena prema severu do državne granice s ciljem odvodnjavanja bara u pograničnom pojasu (Tomić, 1978). Nakon spajanja sa Bajmočkom dolinom, Đurđinska dolina dobija znatnije dimenzije. Dužina ove doline iznosi 23 km. Kroz nju sporo teče, gradeći izrazito krivudavo korito, tzv. Đurđinski potok, Krivajin desni izvorišni krak.

Sve do oko 2 km nizvodnije od Bačke Topole glavni tok Krivaje (65 km) teče generalnim pravcem sever - jug, da bi zatim naglo povio prema zapadu u pravcu Bajše. Kod ovog naselja Krivaja skreće prema jugoistoku i uz manja odstupanja pomenutim pravcem teče do Srbobrana gde na malom prostoru skreće prema istoku, zatim severu i ponovo prema jugu zadržavajući taj pravac do Turije gde se uliva u Veliki bački kanal (79 m a.v.). Posmatrano od izvorišta Đurđinskog potoka, kao dužeg izvorišnog kraka, do ušća Krivaje, ukupan pad vodotoka iznosi 41 m ili prosečno 47 cm/km.

Sam naziv reke ukazuje na njen izrazito krivudav tok kojim se ona odlikuje celom svojom dužinom. Na sektoru između Bačke Topole i Malog Idoša Krivaja prima tri značajnije pritoke: Široku, Veliku i Duboku dolinu. Važno je reći da je zbog sporog oticanja i bujne hidrofilne vegetacije, kojom je obraslo njeno korito, Krivaja svojim izlivanjem često u prošlosti izazivala poplave u slivu. Zbog toga se pribeglo regulaciji toka koja je započela još 1886. godine, a konačno kanalisanje korita izvršeno je u periodu od 1954. do 1966. godine (Tomić, 1978). Pregrađivanjem Krivaje i njenih pritoka, u slivu ove reke su formirane brojne akumulacije kao što su: *Zobnatica*, *Tavankut*, *Moravica*, *Panonija* i dr. Jezera su građena za potrebe navodnjavanja, ali se koriste i u turističko-rekreativne i druge svrhe.

Krivaja kao stalni tok vodom se hrani iz mnogobrojnih arteških bunara koji se nalaze u njenom slivu (površina 1.394 km<sup>2</sup>), zatim atmosferskim i freatskim vodama. Analizirajući režim ove reke mogu se izdvojiti dva maksimuma i dva minimuma. Visoki vodostaji traju od maja do jula sa primarnim maksimumom u junu i od novembra do februara sa sekundarnim maksimumom u decembru. Najmanje vode Krivaja ima tokom septembra i oktobra, a zatim tokom marta i aprila (Bukurov, 1983).

Krivaja je veoma specifična reka i kada je u pitanju njen proticaj koji na različitim mernim mestima u isto vreme ima dijametralno različite vrednosti. To pokazuju podaci *D.P. Severna Bačka* iz 1985. godine prema kojima je srednji godišnji proticaj na različitim

profilima iznosio 2 - 164 l/s. Ovo je posledica intenzivnog slivanja, odnosno proceđivanja površinskih i freatskih voda prema Krivaji, koje na različitim sektorima toka ima veoma različite iznose.

**Beljanska bara** predstavlja poslednji ozbiljniji stalni prirodni vodotok u bačkom delu sliva Tise. Svoje plitko i vijugavo korito dužine oko 40 km usekla je u lesnu terasu. Vodotok počinje severno od Starobečejskih salaša spajanjem više plitkih lesnih dolova, a završava ušćem u Veliki bački kanal kod Turije. Teče generalnim pravcem severoistok - jugozapad. Vodom se snabdeva proceđivanjem freatskih voda, zatim izlučivanjem atmosferskog taloga, a tokom sušnog letnjeg perioda iz Velikog bačkog kanala. U cilju efikasnijeg odvodnjavanja depresija u slivu, Beljanska bara je 1960. godine regulisana u dužini od 16 km (Tomić, 1978).

## JEZERA I BARE

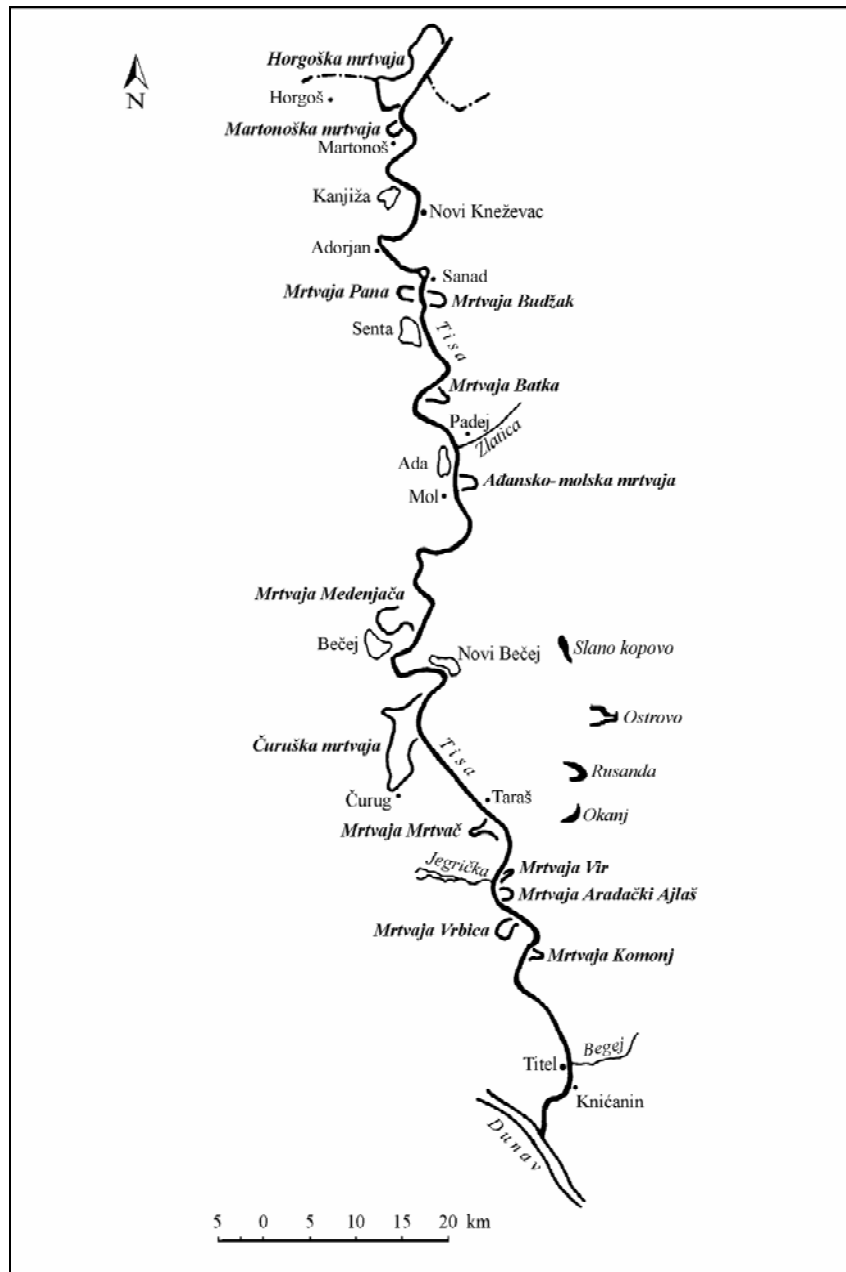
U ganicama prirodnog sliva Tise u Srbiji jezera i bare predstavljaju važan deo površinske hidrografije, što je između ostalog posledica i znatne zastupljenosti niskih terena sa plitkim freatskim vodama. Unatoč uglavnom utvrđenoj fazi odumiranja, u kojoj se nalaze, u velikom broju slučajeva često je veoma teško povući jasnu granicu između jezera i bara, odnosno bara i močvara. U prilog ovoj konstataciji ide i činjenica da tokom samo jedne godine, usled vladajućih klimatsko - hidroloških prilika, neka jezera poprimaju karakter bara, bare osobine močvara i obrnuto. Pored močvarnih sredina nastalih u procesu odumiranja jezera, koje podrazumevaju prisustvo poluraspadnutih biljnih ostataka, odnosno treseta, u slivu Tise postoje i površine koje imaju odlike zamočvarenog zemljišta. One se pojavljuju u najnižim delovima istraživanog područja usled podzemnog pritanja visokih rečnih voda (u priobalju reka) ili pak izdizanja inače plitke freatske izdani (dna depresija u delovima sliva koji se nalaze van zone uticaja reka). Zbog izrazito niskog terena zamočvarena zemljišta su posebno bila rasprostranjena u banatskom delu sliva pre sprovedene regulacije voda, odnosno prokopavanja kanalske mreže Hs DTD.

S obzirom na stalnu ili povremenu hidrološku funkciju u daljem tekstu će biti reči o jezerima i barama. Genetski posmatrano ovi površinski hidrološki objekti u slivu Tise su fluvijalnog, eolskog i veštačkog porekla.

### Fluvijalna jezera i bare

U ganicama istraživanog područja baseni fluvijalnih jezera i bara su nastali erozivno-akumulativnim radom Tise. Naime, ovi površinski hidrološki objekti, tzv. *mrtvaje*, predstavljaju napuštene rečne meandre u Tisinoj aluvijalnoj ravni i na lesnoj terasi. Od živog toka pomenute mrtvaje su odvojene prirodnim i veštačkim putem. Brojni *prirodno prosečeni meandri*, koji se uglavnom nalaze u banatskom priobalju Tise, danas u najvećem broju slučajeva predstavljaju suve izdužene, lučne depresije u velikoj meri zasute fluvijalnim i eolskim materijalom. Ipak, postoje i takvi prirodnim putem odvojeni meandri

koji su do danas, neretko uz pomoć čoveka, zadržali svoju hidrološku funkciju. Najreprezentativniji primeri ovakvih mrtvaja su: Slano kopovo, Ostrovo, Rusanda i Okanj. Pomenuta jezera se nalaze istočno od Tise na prostoru kojim je ova reka tekla i gradila svoju aluvijalnu ravan pre poslednje akumulacije lesa. Mrtvaje se pružaju u jednom nizu generalnog pravca sever - jug (*karta 20*). Unatoč značajnoj udaljenosti od živog toka dimenzije i oblik ovih mrtvaja govore da se radi o nekadašnjim aktivnim Tisnim meandrima<sup>40</sup>



Karta 20. Mrtvaje u srpskom Potisju

<sup>40</sup> I u bačkom priobalju Tise, naročito u aluvijalnim proširenjima južno od Kanjiže, severno od Sente, kao i istočno od Mošorina, takođe postoje dobro očuvani ostaci starog Tisnog korita.



U neposrednom priobalju Tise, u njenoj aluvijalnoj ravni, postoje i takve mrtvaje koje su veštačkim putem odvojene od živog toka. Radi se o veštački umrtvljenim meandrima čije je prosecanje izvedeno tokom 19. i početkom 20. veka u sklopu velikih regulacionih radova na srednjoj i donjoj Tisi. Budući da je u ovom slučaju čovek ubrzao proces pretvaranja aktivnih meandara u mrtvaje može se reći da je u obrazovanju ovih jezera pored fluvijalnog, presudnu ulogu imao i antropogeni faktor. Kao što je ranije pomenuto<sup>41</sup> od ulaska Tise na teritoriju Srbije pa do njenog ušća, mrtvaje stvorene veštačkim prosecanjem se smenjuju sledećim redom: Horgoška, Martonoška, Budžak, Pana, Batka, Adansko-molska, Medenjača, Čuruška, Mrtvač, Vir, Aradački Ajlaš, Vrbica i Komonj. S obzirom na blizinu u odnosu na živi tok Tise i njihov značaj kao atraktivnih ritkih staništa, ovim mrtvajama će biti posvećena veća pažnja i to naročito onima koje su u znatnijoj meri zadržale svoju hidrološku funkciju.

*a) Prirodnim putem odvojene mrtvaje:*

**-Slano kopovo** (Veliko kopovo, Kopovo) se nalazi severoistočno od Novog Bečaja, odnosno istočno od Tise od kojih je udaljeno oko 5 km. Leži svega oko 1 km jugoistočno od puta koji spaja Novi Bečej sa Novim Miloševom. Jezero se nalazi u istočnom najdubljem delu potkovičastog paleomeandra koji je formirala Tisa krajem poslednjeg glacijala i početkom holocena. Tada je reka usled intenzivnog topljenja lednika u njenim izvorišnim delovima, raspolagala znatnom količinom vode, razlivala se i plavila okolnu ravnicu. Nakon povlačenja u svoje korito Tisa je za sobom ostavljala čitav niz lučnih žljebova od kojih su neki ispunjeni vodom. Jedno od takvih udubljenja je i paleomeandar čiji najdublji delovi čine basen Slanog kopova. Jezero ima izrazito izdužen oblik u pravcu severozapad - jugoistok. Pri srednjem vodostaju ono je dugačko oko 3 km, dok mu je najveća širina u severozapadnom delu basena, oko 625 m. Slano kopovo je najuže u jugoistočnom delu gde se završava jednim suženjem u vidu jezerouzine široke svega oko 50 m. Dužina obalske linije jezera iznosi oko 7 km, a površina oko 1,45 km<sup>2</sup>. Pri srednjem vodostaju vodeno ogledalo se nalazi na koti 74,8 m a.v., a dno u najdubljim delovima basena na apsolutnoj visini od 74 m (Bogdanović, Marković, 2005).

S obzirom na veoma malu dubinu jezerskog basena, pomenute dimenzije su u znatnoj meri promenjive, jer sa kolebanjem vodostaja jezero se brzo širi i povlači. Najizrazitije pomeranje obalske linije je prema istočnim, jugoistočnim i severozapadnim delovima jezera gde je ono najpliće, dok je pomeranje najmanje u zapadnom delu gde jezero ima najveću dubinu. Pri povlačenju vode u severozapadnom delu basena mogu se videti ukupno tri "oreola" žitkog materijala, tzv. "oka" (slika 36). Prema S. B. Markoviću i saradnicima (1998) radi se o mestima gde izbijaju freatske vode kojima se hrani jezero, dok je D. Bugarski (1995) mišljenja da "oka" predstavljaju živo blato opasno po život čoveka i stoke.

<sup>41</sup> Mrtvaje stvorene veštačkim prosecanjem vratova aktivnih meandara su pominjane u delu rada koji se odnosi na geomorfološke karakteristike istraživanog područja.



Slika 36. "Oko" na Slanom kopovu (foto: D. Pavić, 2004)

Slano kopovo se hrani vodom putem direktnog izlučivanja padavina na akvatoriju, kao i površinskim i podzemnim priticanjem, dok vodu gubi isparavanjem. Jezero je ranije imalo više vode, a poslednjih godina se često dešava da tokom leta presuši. Prema mišljenju D. Bugarskog (1995) jedan od glavnih razloga za manjak vodene mase je i snižavanje nivoa freatske izdani, značajnog izvora hranjenja jezera, koje je nastupilo nakon prokopavanja Kikindskog kanala, i naročito kanala *Banatska Palanka - Novi Bečej*. Pored pomenutog faktora S. B. Marković i saradnici (1998) smatraju da na smanjenje količine vode u jezeru utiče i deficit padavina tokom nekoliko uzastopnih godina. Slano kopovo je veoma specifično zbog izrazito visokog saliniteta. Presušivanjem jezera tokom leta na dnu basena se obrazuje sloj soli debljine nekoliko centimetara. Zbog izuzetno bogatog, prvenstveno ptičijeg sveta, Slano kopovo je proglašeno specijalnim rezervatom prirode o čemu će više reći biti u delu rada koji se odnosi na zaštićena prirodna dobra u Potisju;

**-Ostrovo** je locirano oko 10 km jugoistočno od Slanog kopova, odnosno 4 km severno od Melenaca i oko 2 km zapadno od puta Zrenjanin - Melenci - Kikinda. U odnosu na Tisu nalazi se istočno na udaljenosti od oko 17 km. Ostrovo ima izrazito potkovičast oblik i predstavlja najveće fluvijalno jezero nastalo prirodnim prosecanjem nekada aktivnog Tisinog meandra. Pre prokopavanja kanala *Banatska Palanka - Novi Bečej* ovo jezero je bilo u završnoj fazi odumiranja. Poprimilo je karakter bare u potpunosti osvojene hidrofilnom vegetacijom. Pomenutim kanalom presečen je južni krak tadašnje bare čime joj je dužina smanjena sa 13,5 km na 9 km. Prilikom kopanja kanala bara je u potpunosti isušena, a sa njenog dna je uklonjen nataloženi mulj i postojeća hidrofilna vegetacija. U okviru ovog zahvata sredinom jezerskog basena je takođe prokopan kanal. Pored nasipa, kojim je današnje Ostrovo odvojeno od kanala *Banatska Palanka - Novi Bečej*, postavljena je crpna stanica uz pomoć koje je kanalska, odnosno tiska voda upuštena u očišćen i regenerisan basen. Tako je stvoreno osveženo jezero koje je pretvoreno u ribnjak širine 200 - 500 m, prosečne dubine oko 2 m i površine oko 3,5 km<sup>2</sup>. Dakle, današnje Ostrovo se hrani

padavinama, vodom freatske izdani i veštačkim prebacivanjem kanalske vode uz pomoć crpne stanice. Vodu gubi isparavanjem i gravitacionim slivanjem ili veštačkim prebacivanjem vode u kanal *Banatska Palanka - Novi Bečej*. Zahvaljujući kanalu koji je prokopan sredinom jezerskog basena, omogućeno je potpuno isušivanje jezera, što omogućava lakši izlov ribe (Bogdanović, Marković, 2005);

**-Rusanda** se prostire uz severozapadnu i zapadnu periferiju naselja Melenci. Šire posmatrano, nalazi se oko 13 km istočno od Tise i oko 4 km jugozapadno od mrtvaje Ostrovo. Dužina ovog fluvijalnog jezera potkovičastog oblika iznosi oko 5,5 km, širina 200 - 600 m, a površina oko 4 km<sup>2</sup>. Sa dubinom koja ne prelazi 1,5 m Rusanda, poput Slanog kopova i Ostrova, ulazi u red plitkih jezera (*slika 37*). Njen basen je nasipom podeljen na veći - istočni i severni deo (Velika Rusanda) i manji - jugozapadni deo (Mala Rusanda). Vode stalno ima samo u središnjim, najdubljim delovima, dok periferni delovi, odnosno vrhovi meandra tokom leta presušuju. Jezero se prvenstveno hrani podzemnim priticanjem izdanskih voda, ali i padavinama, dok vodu gubi isparavanjem.



*Slika 37. Jezero Rusanda (foto: D. Pavić, 2005)*

Izuzetno slana i lekovita voda predstavlja jednu od glavnih specifičnosti jezera Rusanda. Prema S. Stankoviću (2000) salinitet jezerske vode iznosi 40 - 60‰, što znači da prelazi vrednosti prosečnog saliniteta morske vode. Po M. Bajiću (1964) ovako visok salinitet je posledica postojanja sublakustrijskih slanah i blatnih izvora koje žitelji Melenaca nazivaju žmiravcima. Na ovakav zaključak upućuju rezultati merenja saliniteta koji je gotovo šest puta veći u severnom delu jezera (Velika Rusanda) gde ima žmiravaca u odnosu na jugozapadni deo jezera (Mala Rusanda)<sup>42</sup> gde ovakvih izvora nema. Tokom godine salinitet jezerske vode koleba. Najveći je krajem leta i početkom jeseni zbog intenzivnog isparavanja i smanjene količine padavina, dok je najmanji tokom proleća i početkom leta. Prema hemijskom sastavu voda jezera Rusanda pripada grupi murijatično-

<sup>42</sup> Smanjen salinitet vode u Maloj Rusandi je posledica i odvajanja ovog dela od ostatka jezera nakon podizanja nasipa.

saliničnih sa karakterom bromnih voda, dok po internacionalnoj klasifikaciji ovu vodu karakterišu natrijum-hlorid i natrijum-sulfat. Ima slabo alkalnu reakciju (pH 7,8), mrkozelene je boje i izrazito male providnosti (Bogdanović, Marković, 2005).

Drugu važnu specifičnost jezera Rasanda daje lekovito blato (peloid), odnosno mulj koji pokriva dno jezerskog basena. Prema podacima prikupljenim u *Banji Rusandi* lekovito blato sadrži 16,93% organske i 83,07% mineralne materije. Veličina zrnaca blata je ispod 0,002 mm. Ima crnu boju, sjajno je i masno i dobro prijanja za kožu. Blato je slabo alkalne reakcije (pH 9,4) i ima neugodan miris koji potiče od prisustva sumporvodonika. Zahvaljujući ovakvim hemijskim i fizičkim osobina blato iz jezera Rusanda ima izuzetno lekovita svojstva.

Na bazi lekovite vode i naročito blata (peloida), koji se koriste u terapijske svrhe, *Banja Rusanda* ima dugu tradiciju koja traje od 1886. godine. Osnovna delatnost banje je usmerena na medicinsku rehabilitaciju i lečenje oboljenja centralnog i perifernog nervnog sistema, prvenstveno odraslih paraplegičara i hemiplegičara, zatim oboljenja i povreda koštano - zglobnog i mišićnog sistema, oboljenja krvnih sudova, ginekoloških oboljenja, deformacija koje se javljaju u dečijem uzrastu i sl. Pored lečilišne funkcije *Banja Rusanda*, kao jedino aktivno banjско lečilište u Banatu, svoju zdravstvenu ponudu sve više obogaćuje različitim turističkim sadržajima. Naime, svoju konkurentnost banja može ostvariti i formiranjem integralnog turističkog proizvoda sa više vidova selektivnog turizma kao što su: zdravstveni, izletnički, sportsko-rekreativni, lovno-ribolovni, manifestacioni i sl;

**-Okanj** se nalazi oko 4 km južno od jezera Rusanda i oko 7 km istočno od Tise. U odnosu na Elemir, kao najbliže naselja, leži 1,5 km severnije. Basen ovog jezera, ili bolje reći bare, predstavlja jugoistočni, odnosno nizvodni, najdublji deo nekadašnjeg aktivnog Tisinog potkovičastog meandra koji se protezao od današnjeg Kumana, na severu do Taraša, na jugu. Mrtvaja Okanj se generalno pruža pravcem severoistok - jugozapad u dužini od oko 4,5 km. Najveću širinu, od oko 500 m, ima u svom središnjem delu, dok se prema severoistočnom i jugozapadnom kraku sužava na oko 100 m. Površina Okanj bare je oko 1,5 km<sup>2</sup>, a prosečna dubina 1 - 1,5 m. Ova mrtvaja je nekada imala veću dubinu, ali je u procesu odumiranja znatno oplicala (*slika 38*). Njenoj ubrzanoj eutrofizaciji svakako doprinose i štetne supstance iz elemirske kaučukare (fenoli, ugljovodonik, sulfati, fosfor, nitrati, azot, amonijak i dr.) i sa okolnog poljoprivrednog zemljišta (fosfati i nitrati) koje dospevaju u baru. Za Okanj je posebno karakteristična trska koja je u potpunosti ovladala plitkim, severoistočnim delom basena, dok se u ostalim delovima javlja delimično. Mrtvaja Okanj se u najvećoj meri hrani vodom freatske izdani, manje od izlučenog taloga, dok vodu gubi uglavnom isparavanjem.



Slika 38. Fragmenti mrtvaje Okanj (foto: D. Pavić, 2005)

Prema Ž. Bogdanoviću i S. Markoviću (2005) svojevremeno je bilo pokušaja da se izvrši poribljavanje mrtvaje Okanj, ali se u tome nije uspelo. Riba je uspevala da opstane najviše dve godine, što je, pretpostavlja se, posledica prisustva nekih vrsta bakterija i algi koje u znatnoj meri apsorbuju kiseonik. Da bi se mrtvaja pretvorila u ribnjak autori smatraju da bi najpre trebalo izvršiti analizu njene vode, a zatim je povezati sa Tisom ili kanalskom mrežom Hs DTD. Na kraju je svakako bitno pomenuti da jednu od velikih prirodnih vrednosti mrtvaje Okanj predstavlja činjenica da je ona važan lokalitet gnežđenja sive čaplje u velikoj mešanoj koloniji sa čapljom kašikarom ([www.eurosite-nature.org](http://www.eurosite-nature.org)).

*b) Veštačkim putem odvojene mrtvaje<sup>43</sup>:*

**-Horgoška mrtvaja** predstavlja veliku okuku koju je Tisa formirala u sektoru toka između Segedina i Đale. Pruža se u desnoj probalnoj zoni Tise, od sela Reske, u susednoj Mađarskoj do nadomak Martonoškog hatara, na krajnjem severoistoku Bačke. Veštačko prosecanje složenog Tisinog meandra dugog 19.928 m izvedeno je u periodu od 1855. do 1857. godine. Nakon prosecanja, još jedno vreme, pre zasipanja uzvodnog kraka, reka je tokom visokih vodostaja tekla ovim odsečenim meandrom, jer novo korito nije moglo da sprovede svu pridošlu vodu (Bukurov, 1948). Kasnijim podizanjem odbrambenog nasipa Horgoška mrtvaja je gotovo u celosti odvojena od direktnog uticaja živog toka. Pomenutim nasipom samo su kraći delovi uzvodnog (oko 750 m) i nizvodnog kraka (oko 250 m) meandra presečeni i tako ostali u nebranjenom delu inundacije i pod stalnim direktnim uticajem Tisinih velikih voda. Horgoška mrtvaja se najvećim delom nalazi u susednoj Mađarskoj gde se genaralno pruža pravcem severoistok - jugozapad. Svojim južnim krakom, u dužini od oko 5 km, predstavlja prirodnu granicu između Srbije i Mađarske.

<sup>43</sup> Neračunajući Martonošku i mrtvaju Budžak, tačni podaci o dužini ostalih veštački odsečenih meandara i periodu njihovog prosecanja preuzeti su iz Državne mađarske statistike publikovane u Budimpešti 1891. godine (Magyarország vizeinek statistikája, 1891, Budapest)

Upravo u svom južnom delu, koji pripada istraživanom području, Horgoška mrtvaja pri srednjem vodostaju ima prosečnu širinu od oko 150 m. Prvenstveno se hrani vodom plitke izdani koja je ovde pod snažnim uticajem Tise, tako da je kolebanje vodostaja u mrtvaji u velikoj meri uslovljeno vodnim režimom same reke. Vodu najviše gubi isparavanjem i podzemnim oticanjem. Generalno posmatrano, Horgoška mrtvaja ima znatne količine vode i nikada u potpunosti ne presušuje. Njeni plići delovi na konveksnoj strani su obrasli trskom i ševarom. Mrtvaja predstavlja stanište brojnih vrsta riba kao što su: šaran, linjak, karaš, babuška, crvenperka, bodorka, cvergla, štika, smuđ, som, bandar, amur, tolstolobik i dr. (Popov, 2005);

**-Martonoška mrtvaja** se takođe nalazi u bačkom priobalju Tise u tipičnom lučnom meandru čije je veštačko prosecanje okončano 1905. godine. Ovaj umrtvljeni meandar se nastavlja nizvodno od Horgoške stare Tise i dopire sve do sela Martonoš. U obliku potkovice dužinom od 5.600 m meandar opasuje prostrani krsturski Gornji rit koji se nalazi naspram banatskog sela Krstur. Nakon izvedenog prosecanja, a pre podizanja odbrambenog nasipa, uzvodni krak meandra je permanentnom akumulacijom najvećim delom zasut fluvijalnim materijalom, što je dovelo do oplićavanja ovog dela starog korita (Heinz, 1910). Preostali deo meandra, koji počinje njegovim najisturenijim sektorom, a završava nizvodnim krakom, zadržao je stalnu hidrološku funkciju. Ovde je mrtvaja široka 100 - 150 m i u njoj su stanište našle brojne riblje vrste svojstvene Tisi.



Slika 39. Uzvodni krak Martonoške mrtvaje (foto: D. Pavić, 2005)

Koritom stare Martonoške Tise sve više ovladava hidrofилna vegetacija, što ubrzava proces njenog odumiranja, koji je gotovo završen u delu zasutog uzvodnog kraka (slika 39). S obzirom da se nalazi u branjenom delu inundacije, mrtvaja je ostala van direktnog uticaja reke. Ipak, jezero se preko plitke izdani, kao glavnog izvora hranjenja, nalazi u hidrološkoj vezi sa rekam. To je posebno izraženo tokom visokih prolećnih voda na Tisi kada se neretko dešava da čitavo staro korito i najveći deo Gornjeg rita budu poplavljeni. Mrtvaja se još hrani putem padavina, dok vodu gubi isparavanjem i podzemnim oticanjem. Na



vodni režim Martonoške mrtvaje bitno je uticao i čovek izgradnjom crpne stanice na njenom nizvodnom kraku. Pomenutom crpnom stanicom vrši se prepumpavanje ili gravitaciono ispuštanje suvišnih voda iz mrtvaje i Gornjeg rita u Tisu, kao i upuštanje vode iz reke u branjeno područje, što je neophodno za potrebe navodnjavanja tokom sušnijih perioda (Miloradović, 1984);

**-Budžak i Pana** su dve naspramne mrtvaje koje predstavljaju ostatke tzv. *Sanadanske osmice*, dva uzastopna lučna meandra, koje je Tisa formirala oko 1 km nizvodno od banatskog sela Sanada. Regulacija ovog dela toka gde je stvaran veliki uspor na reci tokom njenih velikih voda, započela je još u prvoj polovini 19. veka. Naime, 1823. godine prvo je izvršeno prosecanje levog meandra (6.250 m), odnosno Budžaka, dok je prosecanje Pane (5.196 m) završeno 1857. godine. Podizanjem odbrambenih nasipa tokom 20. veka meandri su najvećim delom zaštićeni od velikih voda Tise. Samo su kraći delovi njihovih uzvodnih i nizvodnih krakova ostali u nebranjenom pojasu.

*Budžak* se nalazi u banatskom priobalju Tise. Radi se o mrtvaji čiji je basen najvećim delom ostao relativno dubok i širok. To je posledica izostanka značajnije akumulacije fluvijalnog materijala jer je Tisa, usled male dužine preseka, odmah potekla novim koritom i u vrlo kratkom periodu zasula uzvodni krak odsečenog meandra, čime je sprečeno njegovo dalje zasipanje (Bukurov, 1948).

Budžak danas predstavlja mrtvaju u odmakloj fazi odumiranja. U najvećem delu starog korita, obraslog hidrofilnom vegetacijom, voda se javlja samo u vreme visokih vodostaja na Tisi. Njen najuzvodniji deo, dužine oko 200 m, u potpunosti je zasut rečnim materijalom i prekriven šumskom vegetacijom. Dalje, sve do poprečnog nasipa<sup>44</sup> kojim je mrtvaja presečena u najintenzivnijem delu krivine, korito je obraslo barskom vegetacijom, trskom i ševarom, a vode ima samo tokom izuzetno visokih vodostaja na Tisi. I nešto nizvodnije od pomenutog nasipa situacija u koritu je slična s tim što se ovde voda duže zadržava. Stalnu hidrološku funkciju mrtvaja Budžak je zadržala u svom najnižvodnijem delu gde je prema D. Popovu (2005) formirano jezero dužine oko 1.500 m, prosečne širine oko 150 m i dubine do 1,5 m. Krajnji nizvodni krak mrtvaje obrastao je barskom vegetacijom i pod vodom je samo u toku vlažnijeg dela godine. Budžak se hrani plitkom izdani i padavinama, a vodu gubi isparavanjem i podzemnim oticanjem.

*Pana* je mrtvaja koja se nalazi u bačkom priobalju Tise, naspram Budžaka. Od nekada prostranog jezera danas je ostala lučna depresija, najvećim delom zasuta i suva. Naime, nakon izvedenog preseka reka je još dugo tekla meandrom i vršila njegovo konstantno zasipanje po celoj dužini (5.196 m). Proces stalne akumulacije fluvijalnog materijala prekinut je tek nakon potpunog zatrpavanja uzvodnog kraka meandra gde je akumulacija bila najintenzivnija (Bukurov, 1948). Ubrzanom odumiranju Pane tokom 20. veka doprinelo je i podizanje odbrambenog nasipa prema Tisi. Danas se u znatnijoj količini voda javlja samo na dnu nižvodnijeg dela meandra (*slika 40*) i to u vreme maksimalnih prolećnih vodostaja na Tisi tokom kojih dolazi do izdizanja nivoa freatske izdani koja predstavlja glavni izvor hranjenja mrtvaje;

<sup>44</sup> Nasipom vodi put prema plodnom obradivom zemljištu koje se nalazi unutar mrtvaje Budžak.



Slika 40. Nizvodni krak mrtvaje Pana sa odbrambenim nasipom u pozadini (foto: D. Pavić, 2005)

**-Batka** je mrtvaja koja se nalazi u levom priobalju Tise, oko 8 km uzvodno od Padeja. Nastala je 1856. godine veštačkim prosecanjem vrata aktivnog Tisinog meandra dugog 5.748 m. Zapravo, odsečeni meandar je istinski pretvoren u mrtvaju tek 1890. godine nakon veštačkog zatrpavanja njegovog uzvodnog kraka. Tada je prekinuto slobodno oticanje vode meandrom i njegovo svakodnevno zasipanje fluvijalnim materijalom (Bukurov, 1948).

Danas je Batka, čak i u svojim najnižim, nizvodnim delovima, u većem delu godine suva. Ovde se javljaju zabarene površine samo tokom maksimalnih vodostaja na Tisi kada dolazi do izdizanja nivoa plitke izdani u priobalju reke. Potpuno je zasuta fluvijalnim materijalom na uzvodnom delu u dužini od oko 1 km. Inače, ova mrtvaja gotovo pravilnog potkovičastog oblika, je osim prema Tisi, ograđena veštačkim nasipima i sa obe svoje strane. U životu mrtvaje Batka veoma je važna 1970. godina kada je u toku katastrofalne poplave Tisa provalila nasip i poplavila mrtvaju čime joj je na određeno vreme produžen vek (Bugarski, 1978);

**-Adansko-molska mrtvaja** se nalazi u banatskom priobalju Tise naspram bačkih naselja Ade i Mola. Nastala je veštačkim prosecanjem aktivnog lučnog meandra dugog 4.684 m koje je izvršeno tokom 1855. i 1856. godine. U potpunom odvajanju najvećeg dela meandra od živog toka uspelo se tek tokom 20. veka kada su najpre zemljom zasuti njegovi kraci, a zatim i podignut odbrambeni nasip prema Tisi. Izgradnjom pomenutog nasipa samo su vrhovi meandra ostali u nebranjenom delu aluvijalne ravni zbog čega su izloženi plavljenju visokih rečnih voda i zasipanju fluvijalnim materijalom.

Danas je dno Adansko-molske mrtvaje u velikoj meri zasuto muljem i obraslo barskom vegetacijom usled čega je ona veoma plitka i znatno sužena. Kao i kod prethodno analiziranih mrtvaja to je posebno slučaj u uzvodnom delu meandra, gde vode ima samo tokom vlažnijeg prolećnog perioda. Sa hidrološkog aspekta posebno je značajna nizvodna polovina mrtvaje gde se voda najduže zadržava. Ovde je po D. Popovu (2005) širina stare



Tise oko 60 m. Njen nizvodni krak je kanalom i ustavom povezan sa Tisom iz koje se voda upušta u staro korito. Ađansko-molska mrtvaja se još hrani freatskom izdani i padavinama. Vodu gubi isparavanjem, podzemnim oticanjem, ali i prepumpavanjem u kanal *Bočar - Idoš* koji služi za navodnjavanje. Tokom dugog perioda niskih voda na Tisi mrtvaja se pretvara u više zasebnih bara, a dešava se i da potpuno presuši. Generalno, Ađansko-molska mrtvaja se nalazi u poodmakloj fazi odumiranja što je naročito posledica intenzivnog taloženja po njenom dnu kako ostataka barske vegetacije, tako i subaerske prašine. Na kraju se može konstatovati da bujna Molska šuma okružena odsečenim meandrom i živim tokom Tise, kao i sama barska sredina predstavljaju stanište bogatom i raznovrsnom životinjskom svetu što čini bazu za razvoj lova i ribolova;

**-Medenjača** je mrtvaja koja se nalazi u bačkom priobalju Tise, severno od Bečeja zbog čega se često naziva i Bečejska stara Tisa. Prosecanje vrata aktivnog meandra, dugog 14.649 m, izvršeno je u periodu od 1860. do 1863. godine. Međutim, zbog male propusne moći preseka, Medenjača u pravom smislu reči postaje mrtvaja tek 1900. godine nakon proširivanja pomenutog preseka i zasipanja uzvodnog kraka meandra (Heinz, 1910).



Slika 41. Mrtvaja Medenjača (foto: D. Pavić, 2005)

Bečejska mrtvaja predstavlja složen, tačnije dvostruki menandar sa većim uzvodnim i manjim nizvodnim lukom. U celini posmatrano, ova mrtvaja je na uzvodnom sektoru, u dužini od oko 4,5 km, potpuno suva jer je na ovom potezu zasuta rečnim materijalom. Međutim, ostatak mrtvaje je stalno pod vodom (*slika 41*). Na ovom sektoru napušteno korito, koje je u plićim priobalnim delovima obraslo hidrofilnom vegetacijom, dostiže prosečnu širinu od oko 100 m. Podizanjem odbrambenog nasipa prema Tisi, visokog 4 m, Medenjača je gotovo u potpunosti (samo su vrhovi meandra ostali u nebranjenoj pojasi) zaštićena od prodora visokih rečnih voda. Ipak, mrtvaja je preko plitke izdani ostala u podzemnoj hidrološkoj vezi sa Tisom. Naime, Medenjača se uglavnom hrani freatskom izdani koja naročito tokom proleća leži plitko zbog podzemnog priticanja Tisinih voda. Padavine takođe predstavljaju značajan izvor hranjenja Bečejskoj mrtvaji koja inače vodu gubi isparavanjem i podzemnim oticanjem.

Veoma je važno naglasiti da su nekontrolisanim upuštanjem neprečišćenih otpadnih voda iz Bečeja fizičko-hemijske osobine jezerske vode veoma nepovoljne. Zbog prisustva štetnih supstanci, između ostalog, dolazi do smanjenja koncentracije kiseonika što izaziva izumiranje živog sveta mrtvaje i njenu ubranu eutrofizaciju. Jezerska voda ima tamnu, mrko-zelenu boju, malu providnost i neugodan miris zbog čega Medenjača sve više poprima odlike onečišćene bare;

**-Čuruška mrtvaja** se nalazi u desnoj priobalnoj zoni Tise između naspramnog Novog Bečeja na severu i Čuruga na jugu. Ovaj složeni meandar sa tri naglašena zavoja predstavlja najveću regulisanu Tisinu okuku dugu čak 23.706 m. Njeno prosecanje izvršeno je u periodu od 1853. do 1858, ali sve do 1901. godine, kada je završeno proširivanje proseka i veštačko zasipanje oba njena kraka, okuka je predstavljala aktivan rukavac Tise (Heinz, 1910).



Slika 42. Čuruška mrtvaja u visini Bačkog Gradišta (foto: D. Pavić, 2005)

Pomenutim veštačkim zasipanjem oba kraka odsečenog meandra onemogućeno je kontinuirano zasipanje njegovog korita fluvijalnim materijalom. To je naročito došlo do izražaja nakon podizanja odbrambenog nasipa prema Tisi, kojim je, osim samih vrhova meandra, njegov najveći deo ostao van domašaja i ekstremno visokih voda na reci. Zahvaljujući tome Čuruškoj mrtvaji je znatno produžen vek tako da će ona još dugo egzistirati kao fluvijalno jezero sa stalnom hidrološkom funkcijom (slika 42). Njeno odumiranje je sporo, a posledica je zasipanja korita ostacima hidrofilne vegetacije i subaerskim materijalom.

Korito Čuruške stare Tise duboko je prosečno 3 - 4 m, a široko uglavnom 150 - 200 m. Barskom vegetacijom su obrasli njegovi plići delovi koji se nalaze uz konveksne strane meandra. Zanimljivo je da je severni deo mrtvaje, uzvodno od Bačkog Gradišta, kanalsan jer je upravo kod ovog naselja nekada bilo ušće Velikog Bačkog kanala. Budući da je od aktivnog toka odvojena visokim odbrambenim nasipom Čuruška mrtvaja se prvenstveno hrani plitkom izdani, odnosno podzemnim priticanjem Tisinih voda, kao i padavinama. Mrtvaja vodu gubi isparavanjem i podzemnim oticanjem. Značajnu vrednost Čuruške

mrtvaje čini njena veoma čista voda, zahvaljujući kojoj ona predstavlja stanište brojnim ribljim vrstama, ali i bogatoj ornitofauni. Na kraju je važno pomenuti i prostrano aluvijalno zemljište, koje je okruženo mrtvajom sa severa, zapada i juga, odnosno Tisom sa istoka. Radi se o Bisernom ostrvu, lokalitetu značajnih prirodnih vrednosti koji je danas u velikoj meri priveden kulturama. Zahvaljujući specifičnim mikroklimatskim prilikama i peskovitom zemljištu ovde uspeva vinova loza izuzetnog kvaliteta od koje se proizvode poznata vina;

**-Mrtvač** je staro, napušteno meandarsko korito Tise, koje se nalazi u njenom desnom priobalju, oko 2 km nizvodnije od naspramnog, banatskog naselja Taraš. Prosecanje vrata ovog znatno razvijenog meandra, dugog 6.018 m, obavljeno je od 1860. do 1862. godine. Međutim, reka je sve do proširivanja preseka, koje je izvršeno 1902. godine, nastavila teći meandrom (Heinz, 1910). Nakon dodatne intervencije meandar postaje rukavac, čiji je uzvodni krak u relativno kratkom periodu zasut rečnim materijalom. Izgradnjom odbrambenog nasipa pored Tise, odsečeni meandar (osim samih vrhova koji su ostali u forlandu) gubi svaku površinsku vezu sa živim tokom.

Današnje korito Mrtvača ima prosečnu širinu pri srednjem vodostaju 30 - 50 m i dubinu do 2 m. Ono je na dva mesta pregrađeno nasipom. Nasip koji se nalazi na mestu gde meandar prelazi iz pravca JJZ u pravac ZSZ deli mrtvaju na dva dela - uzvodni ili Mali Mrtvač i nizvodni ili Veliki Mrtvač. Sa spoljašnje strane meandra postoje dve manje bare, postale od proširenja koje je Tisa stvorila probijanjem nasipa i vrtložastim kretanjem vode još u vreme dok je tekla meandrom. Radi se o Maloj i Velikog provali koje su od mrtvaje odvojene naknadnom akumulacijom rečnog materijala. Prema Ž. Bogdanoviću (2000) dubina Male provale dostiže 3 m, a Velike čak 10,5 m.

Mrtvač se hrani vodom iz plitke izdani, čiji je režim pod velikim uticajem Tise, kao i izlučivanjem padavina na akvatoriju. Ova mrtvaja vodu gubi prvenstveno isparavanjem, a izvesnu količinu i podzemnim oticanjem. U čistoj i bistroj vodi Mrtvača, čija providnost iznosi 100 - 130 cm, pogodno stanište je našlo nekoliko ribljih vrsta kao što su: srebrni karaš, štika, šaran, deverika, bodorka, bandar i dr. Velikim delom, naročito u plićacima, Mrtvač je obrastao barskom vegetacijom (trska, drezga) čijim izumiranjem i taloženjem na dnu mrtvaja lagano odumire (Bogdanović, 2000);

**-Vir** je mrtvaja koja se nalazi u banatskom priobalju Tise oko 10 km nizvodnije od Taraša i oko 1 km uzvodno od naspramnog ušća Jegričke. Prosecanje vrata ovog oštrog meandra, dužine 4.866 m, izvedeno je u periodu od 1860. do 1862. godine. No, reka je u potpunosti potekla presekom tek nakon veštačkog zatrpavanja oba kraka meandra koje je izvršeno krajem 19. i početkom 20. veka (Heinz, 1910).

Generalno se može reći da se mrtvaja Vir nalazi u podmaklom stadijumu odumiranja i da u najvećem delu ima odlike bare sa malom providnošću vode i karakterističnim biljnim i životinjskim svetom. Njeno korito je u velikoj meri zasuto fluvijalnim materijalom (naročito uzvodni krak), ali i ostacima izumrle barske vegetacije. Budući da se odbrambeni nasip nalazi istočno i jugoistočno od mrtvaje ona je, zajedno sa čitavim forlandom obraslim ritским šumama, izložena stalnom plavljenju Tisinih velikih voda, a samim tim i konstantnom zasipanju. Dakle, primarni izvor hranjenja mrtvaje predstavljaju plavne vode

Tise, a sekundarni freatska izdan i padavine. U sušnijem delu godine, usled intenzivnog isparavanja, ali i podzemnog oticanja, mrtvaja najvećim delom ostaje bez vode, koja se zadržava jedino u najjsturenijem delu krivine gde je korito najdublje. Prema D. Popovu (2005) dešava se da mrtvaja Vir tokom izuzetno sušnih godina potpuno presuši kada se po dnu njenog korita hvata kora od suvog ispućalog mulja;

**-Aradački Ajlaš** je stari tok Tise koji se nalazi u njenom levom priobalju oko 1 km nizvodno od naspramnog ušća Jegričke. Prosecanje vrata nekada aktivnog lućnog meandra, dugog 3.806 m, izvedeno je u periodu od 1860. do 1862. godine. Naknadnim proširivanjem preseka izvršenim 1897. godine, a zatim i veoma brzim prirodnim zasipanjem krakova prosećenog meandra, Tisa je u potpunosti napustila staro i potekla novim koritom (Heinz, 1910).

Danas je veliki deo odsećenog meandra zasut fluvijalnim materijalom. Njegov uzvodni krak je čak teško uočljiv, kako zbog male dubine, tako i zbog guste ritske šume kojom je pokriven. Voda se zadržala u istoćnim, najdubljim delovima meandra gde je širina vodenog ogleđala prosećno oko 100 m. Mrtvaja Aradački Ajlaš je gotovo u potpunosti obrasla barskom vegetacijom te zapravo ima karakter bare. Predstavlja stanište raznovrsnom biljnom i životinjskom svetu. Zahvaljujući površinskoj vezi sa Tisom raspolaze i znaćajnim ribljim fondom. Naime, poput mrtvaje Vir i Aradački Ajlaš, nije razdvojen od Tise odbrambenim nasipom zbog ćega ova reka tokom velikih voda plavi ne samo staro korito nego i prostrano podrućje forlanda. Dakle, i u ovom slućaju osnovni izvor hranjenja mrtvaje predstavljaju Tisine plavne vode, a zatim freatska izdan i padavine. Aradački Ajlaš vodu uglavnom gubi isparavanjem, a znatno manje podzemnim oticanjem. Tokom leta mrtvaja većim delom presuši, a dešava se da i potpuno ostane bez vode. Proces odumiranja Aradaćkog Ajlaš se nastavlja konstantnim zasipanjem ionako plitkog korita kako rećnim materijalom, tako i ostacima hidrofilne vegetacije i subaerskom prašinom. Na kraju je bitno pomenuti da je ćitavo inundaciono podrućje unutar i oko mrtvaje pokriveno bućnim ritskim šumama koje predstavljaju stanište niskoj i visokoj divljaći, što stvara preduslove za razvoj lova i lovnog turizma;

**-Vrbica** se nalazi u baćkom priobalju Tise, taćnije u Mošorinskom ritu, oko 4 km severoistoćno od Mošorina i isto toliko nizvodno od ušća Jegričke. Veštaćko prosecanje lućnog meandra, dugog 7.406 m, izvršeno je od 1860. do 1863. godine. Tek naknadnim veštaćkim nasipanjem oba kraka meandra, obavljenim poćetkom 20. veka, prekinuta je površinska veza starog sa novim tokom tako da Vrbica tek posle ove dodatne intervencije postaje mrtvaja (Heinz, 1910).

Krajnji delovi uzvodnog i nizvodnog kraka umrtvljenog meandra presećeni su odbrambenim nasipom prema Tisi, ćime su isti odvojeni od ostatka meandra i izloćeni stalnom plavljenju visokih rećnih voda i zasipanju fluvijalnim materijalom. Najveći deo odsećenog meandra je dakle zaštićen od direkćnog uticaja plavnih Tisinih voda i permanentnog zasipanja. Zahvaljujući tome ovaj deo starog toka (i sa spoljne strane ćitavom dućinom opasan nasipom) u celosti je zadržao svoju hidrološku funkciju. Prema D. Popovu (2005) korito Vrbice pri srednjim vodostajima ima širinu 80 - 100 m, dok mu dubina ne prelazi 2 m. Plića, konvećsna strana meandra obrasla je trskom, dok je površina

akvatorije mestimično pod drezgom. Ovo odsustvo bujnije barske vegetacije je veoma značajno jer je time usporeno odumiranje mrtvaje.

Vrbica se hrani vodom putem freatske izdani i padavinama, a količina vode u njoj u velikoj meri zavisi od vodostaja na Tisi koja na vodni režim mrtvaje utiče preko plitke izdani. Vodu gubi najviše isparavanjem, a zatim i podzemnim oticanjem. Generalno, Vrbica ne raspolaže većim količinama vode, ali što je veoma važno istaći, ova mrtvaja ne presušuje ni tokom izuzetno sušnih godina kada ostaju potopljeni njeni najdublji delovi. S obzirom da je bogata ribom, predstavlja omiljeno mesto ribolovaca;

**-Komonj** je najnižvodnija mrtvaja na Tisi. Nalazi se u banatskom priobalju ove reke oko 6 km jugozapadno od naselja Aradac i oko 11 km nizvodno od ušća Jegričke. Radovi na prosecanju nekada aktivnog oštrog meandra, dužine 4.003 m, izvedeni su tokom 1863. godine. U cilju potpunog usmeravanja reke novim koritom uzvodni krak meandra je 1901. godine nasut zemljom (Heinz, 1910).



Slika 43. Mrtvaja Komonj (foto: D. Pavić, 2005)

Danas je deo meandra uzvodno od njegovog najjisturenijeg dela teško uočljiv pošto je zasut fluvijalnim materijalom i obrastao šumskom vegetacijom. Nizvodno od ovog zasutog dela meandar je ispunjen vodom i predstavlja zabarenu mrtvaju (slika 43) čija je širina pri srednjem vodostaju oko 150 m, dok dubina ne prelazi 1,20 m (Popov, 2005). Budući da se odbrambeni nasip nalazi sa njene spoljne strane mrtvaja Komonj je uglavnom tokom proleća izložena plavljenju od strane visokih Tisinih voda. Ovo je ujedno i osnovni način vodosnabdevanja mrtvaje koja se još hrani plitkom izdani i padavinama. Usled stalne evaporacije, kao i podzemnog oticanja, Komonj gubi značajne količine vode, a dešava se da nakon sušnog perioda i izostanka izlivanja Tise potpuno presuši. U celini posmatrano ova mrtvaja se nalazi u poodmaklom stadijumu odumiranja, što je posledica zasipanja njenog korita, pre svega fluvijalnim materijalom, kao i ostacima bujne hidrofilne vegetacije i subaerskom prašinom. Atraktivnosti čitavog ritskog područja bogatog raznovrsnim biljnim



i životinjskim svetom doprinosi i gusta šuma *Tonja* (predstavlja poznato lovište) koja u vidu pojasa okružuje mrtvaju.

### Eolska jezera i bare

Eolska jezera su postala nekada veoma intenzivnim deflacionim radom vetra. Zastupljena su na severu bačkog dela sliva Tise, tačnije na Subotičkoj peščari i naročito na njenom kontaktu sa nižom Srednjom bačkom lesnom zaravni. U daljem tekstu je posebna pažnja posvećena Palićkom i Ludaškom jezeru, kao hidrološkim objektima koji se nalaze u direktnoj vezi sa Tisom, ali i lokalitetima koji zahvaljujući svojim prirodnim vrednostima imaju izuzetan turistički značaj. Takođe, pomenuta su i manja eolska jezera, Kelebijsko, Krvavo i Slano, koja su danas uglavnom iščezla i pretvorena u povremene bare.

**Palićko jezero** ( $46^{\circ}03'50'' - 46^{\circ}05'50''$  Nφ i  $19^{\circ}42'00'' - 19^{\circ}46'30''$  Eλ ) se nalazi na severu bačkog dela sliva, istočno od Subotice, tačnije južno od puta koji povezuje ovaj grad sa Horgošom i Segedinom (*karta 19*). Smešteno je u prostranoj međudinskoj depresiji na dodiru Subotičke peščare i Srednje bačke lesne zaravni. Polumesečastog je oblika sa kracima okrenutim prema severu i zapadu. Širi, severni krak naziva se Veliki Palić, a užji, zapadni krak, Mali Palić (Bukurov, 1975).

Dimenzije Palićkog jezera su se sve do 1971. godine, kada su započeti radovi na njegovoj sanaciji, u znatnoj meri menjale usled nejednakog hranjenja i gubitaka vode, odnosno oscilacija jezerskog nivoa. Dužina jezerske obalske linije najčešće je iznosila oko 17 km, dužina jezera oko 7 km, a površina oko  $5,6 \text{ km}^2$ . Maksimalna dubina nije prelazila 2,5 m, dok je u jezerskom basenu bilo akumulirano oko 9 mil  $\text{m}^3$  vode. Srednji jezerski nivo ležao je na oko 102 m a.v. Dešavalo se da se usled velikih gubitaka vode dimenzije Palićkog jezera višestruko smanje, pa čak i da jezero iščezne. Tako je 1781. godine površina jezera iznosila 700 ha, a 1823. svega 400 ha, dok je jezero 1794. i 1863. godine u potpunosti presušilo (Stanković, 2000).



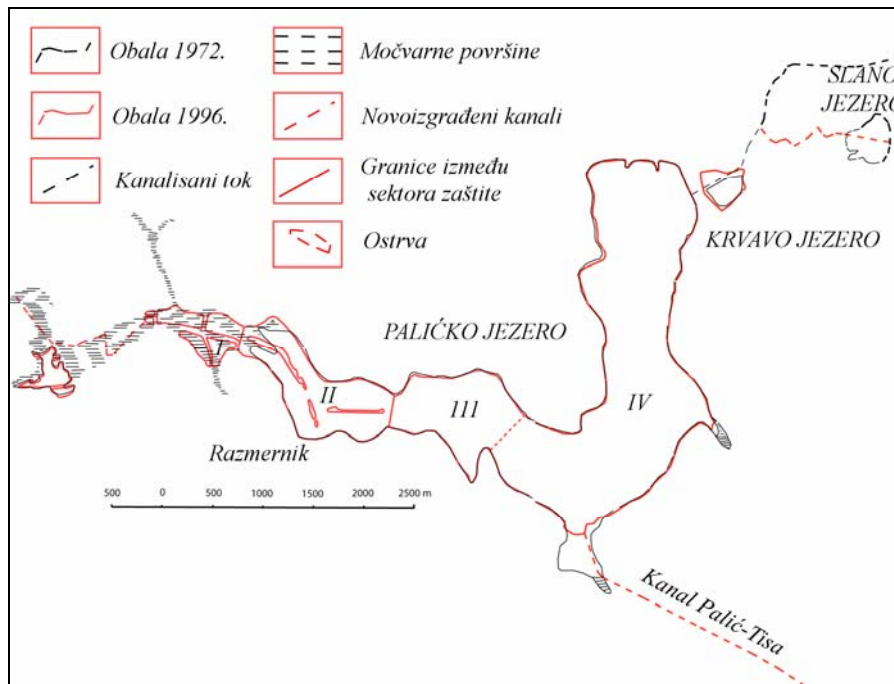
Slika 44. Kanal Palić - Tisa u zoni ukrštanja sa putem Kanjiža - Adorjan  
(foto: D. Pavić, 2004)

Paličko jezero se vodom snabdeva putem pritoka, zatim izdanskom i atmosferskom vodom, kao i preko 30 km dugog kanala *Palić - Tisa* (slika 44). Jezero ima samo jednu veću aktivnu pritoku koja mu pritiče na zapadnoj strani Malog Palića. Pomenuta pritoka donosi vodu sa područja Subotice i njene okoline, a ranije i iz Kelebijskog jezera koje je nekada imalo više vode. Paličko jezero gubi vodu putem otoke, zatim isparavanjem, infiltracijom i transpiracijom. Otoka se nalazi na severoistočnom kraju Velikog Palića koju B. Bukurov (1975) naziva prirodno-veštačkom. Naime, Paličko jezero je ranije imalo prirodnu otoku Begu koja je vodu odvodila u Krvavo, zatim u Slano i na kraju u Ludaško jezero odakle je voda Kerešom oticala u Tisu. Bega je kasnije navejavanjem peska zasuta, a na njenom mestu je sredinom 19. veka prokopan kanal radi odvođenja suvišnih voda iz Paličkog u Ludaško jezero. Posle sanacije jezera realizovane 70-tih godina 20. veka prokopan je novi odušni kanal *Palić - Ludaš* čime je kanalisana Bega izgubila svoju funkciju.

Nakon saznanja da raspolaže lekovitom natrijum-karbonatno-hloridnom vodom i lekovitim blatom Paličko jezero je krajem 19. veka postalo poznato kupalište, ali i lečilište. Ovome u prilog je išla i činjenica da je temperatura vode tokom letnjih meseci rasla i do 25°C. Prve kade za lečenje bolesnika na Paličkom jezeru postavljene su 1845. godine, dok je deset godina kasnije izgrađeno i blatno kupatilo. Međutim, budući da se jezero nalazi u depresiji ono je ujedno i recipijent okolnih površinskih, podzemnih pa samim tim i otpadnih voda. Populacioni rast, širenje gradske zone i brz industrijski razvoj Subotice povećali su problem suvišnih otpadnih voda, što se reflektovalo na pojačano zagađivanje Paličkog jezera. U posebno kritičnu fazu jezero je došlo početkom 70-tih godina 20. veka kada je jezerski basen u velikoj meri bio zasut muljem i obrastao hidrofilnom vegetacijom (Tomić, 1985).

U cilju spašavanja gotovo izumrlog Paličkog jezera Skupština opštine Subotica 27. maja 1971. godine donosi odluku o sanaciji ovog veoma važnog hidrološkog objekta. Prema detaljno urađenom programu predviđeni su sledeći radovi na jezeru i njegovoj bližoj okolini:

- pražnjenje jezera;
- odstranjivanje mulja sa jezerskog dna;
- prečišćavanje otpadnih voda Subotice;
- ponovo punjenje jezerskog basena i
- izgradnja turističkih objekata i turistička valorizacija.



Karta 21. Paličko jezero (Kovačević, 2004)

Nakon potpunog pražnjenja jezera, zatim vađenja mulja sa dna i izvođenja drugih složenih hidrotehničkih radova, basen Paličkog jezera je izdijeljen je na četiri sektora međusobno odvojena nasipima čime je jezero dobilo novi lik (karta 21). Na krajnjem zapadu nalazi se tzv. oksidaciono jezero (sektor I) površine 17,6 ha u kojem se vrši aeracija prispele, u određenoj meri već prečišćene, vode iz Subotice i njene okoline. Ovde se voda zadržava oko 25 dana, a zatim se ispušta u prvi ribnjak (sektor II) površine 92 ha, a potom u drugi ribnjak (sektor III) čija je površina 80 ha. U pomenutim ribnjacima vrši se dodatno prečišćavanje vode koja se zatim odvodi u poslednji najveći (380 ha) i najvažniji deo jezera (sektor IV) namenjen turizmu i rekreaciji. Punjenje ovako preuređenog jezerskog basena počelo je 28. 11. 1975. godine čime je obeležen početak nove etape u životu Paličkog jezera. Za punjenje jezera do kote od 102 m bilo je potrebno oko 11 mil. m<sup>3</sup> vode jer je basen tokom sanacije produbljen u proseku za 40 cm (Stanković, 2000). Posmatrano u celini Paličko jezero je zadržalo oblik latiničnog slova "L". Severni krak, odnosno Veliki Palić, ima dužinu od 3.425 m i širinu 600 - 1.300 m, dok je zapadni krak, odnosno Mali Palić, dug 5.575 m i širok 125 - 1.100 m. Na zavoju gde jezero povija iz pravca sever - jug prema pravcu istok - zapad nalazi se početak kanala *Palić - Tisa* kojim se reguliše nivo vode u jezeru tokom sušnog letnjeg perioda. Koliki je značaj ovog kanala za jezero potvrđuje podatak da je jezerski nivo neznatno opao tokom sušne 2003. godine zahvaljujući prebacivanju vode iz Tise.





*Slika 45. Vodozahvat kanala Palić - Tisa sa pumpnom stanicom na km 138 (foto: D. Pavić, 2004)*

Dakle, Paličko jezero predstavlja važan hidrološki objekat u granicama istraživanog područja koji je na specifičan način dvostrukom vezom povezan sa Tisom od koje je udaljen u vazdušnoj liniji oko 22 km. Naime, suvišne vode iz jezera preko odušnog kanala *Palić - Ludaš*, zatim Ludaškog jezera i vodotoka Kereš otiču u Tisu, dok se za vreme sušnih perioda voda iz Tise antigravitaciono uz pomoć tri crpne stanice dovodi u jezero pomenutim kanalom *Palić - Tisa*. Zapravo, ovaj kanal se sastoji iz dve deonice, prve koja ide od jezera Palić do akumulacije Velebit (kanal *Palić - Velebit*) i druge koja se od akumulacije Velebit nastavlja do same Tise (kanal *Adorjan - Velebit*) sa kojom se spaja na njenom km 138 (*slika 45*). Ipak, važno je konstatovati da je unatoč svim preduzetim merama jezero i dalje izloženo zagađenju, eutrofizaciji i laganom iščezavanju. Ovo poslednje potvrđuju između ostalog i uporedne analize topografskih karata razmere 1:25.000 iz 1972. i 1996. godine gde se jasno uočava smanjenje akvatorije u južnom delu jezera.

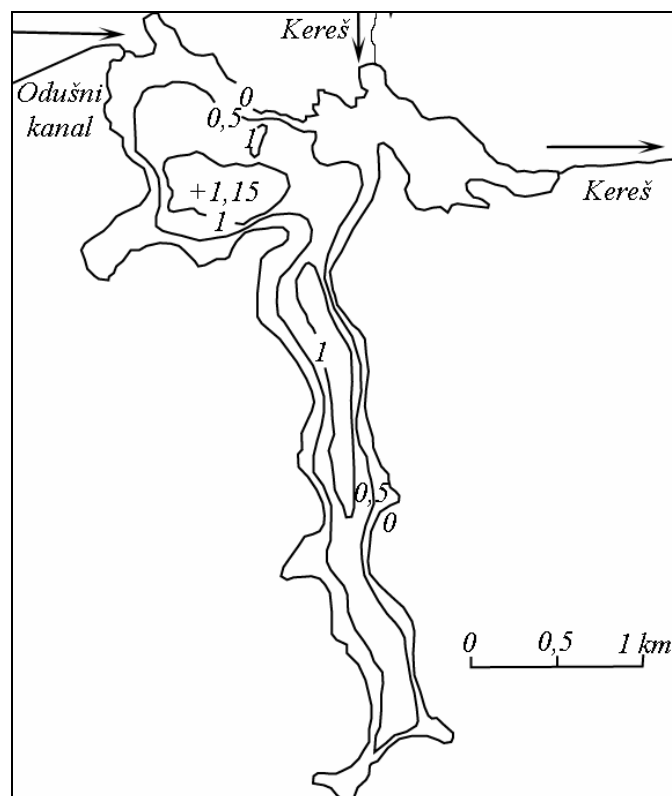


*Slika 46. Paličko jezero (foto: D. Pavić, 2004)*

Na kraju je bitno naglasiti da Paličko jezero sa neposrednom, lepo uređenom okolinom (*slika 46*), predstavlja važnu turističku destinaciju (tranzitni, kupališni, banjski turizam), ali i zaštišćeno prirodno dobro ranga parka prirode.

**Ludaško jezero** ( $46^{\circ}04'00'' - 46^{\circ}06'30''$  Nφ i  $19^{\circ}48'45'' - 19^{\circ}50'50''$  Eλ) se nalazi oko 4 km istočnije od Paličkog, odnosno 12 km istočno od Subotice. Od Tise je udaljeno oko 18 km u vazdušnoj liniji (*karta 19*). Smešteno je u prostranoj plitkoj depresiji pećurkastog oblika između Subotičke peščare na severu i Srednje bačke lesne zaravni na jugu (Bukurov, 1975). Leži na aposolutnoj visini od 98 m, odnosno 4 m niže od Paličkog jezera, što je u skladu sa generalnim nagibom terena prema istoku i jugoistoku, odnosno Potisju.

Jezero se pruža meridijanskim pravcem u dužini od oko 4,5 km. Severni, prošireni deo jezera, obrastao hidrofilnom vegetacijom, zapravo ima odlike bare gde dubina ne prelazi 1 m, dok je maksimalna širina 1.850 m. Nasuprot severnom, južni, izduženi deo jezera je nešto dublji i znatno uži. Naime, jezero je u ovom delu duboko do 1,7 m i široko 300 - 600 m (*karta 22*). Oba dela depresije spojena su i neprimetno prelaze jedan u drugi. Površina Ludaškog jezera je oko 328,5 hektara (oko 3,3 km<sup>2</sup>), što ga uz Paličko svrstava u red najvećih eolskih jezera u Vojvodini (Stanković, 2000).



*Karta 22. Batimetrijska karta Ludaškog jezera (Kovačević, 2004)*

Severni, zamočvareni deo jezera, koji pripada peščari, ima uglavnom nisku i nerazuđenu obalu, dok južni dublji deo, koji pripada lesnoj zaravni, najčešće ima strme obale predstavljene lesnim odsecima visokim 2 - 3 m. U severnom delu jezera postoji

delimično potopljeno ostrvo koje se postupno izdiže od severoistoka prema jugozapadu. Istraživači su saglasni u mišljenju da se radi o delimično potopljenoj dini stvorenoj radom severoistočnog vetra u fazi pre nastanka jezera.

Ludaško jezero se hrani trojako - izdanskim, zatim površinskim i atmosferskim vodama. Vodu gubi putem otoke, infiltracijom, isparavanjem, kao i u procesu transpiracije. Jezero ima dve znatnije pritoke i jednu otoku. Glavna pritoka je Kereš koji pritiče jezeru na severnom močvarnom delu. Kereš ujedno predstavlja i otoku koja Ludaško jezero povezuje sa Tisom. Inače, jezerska voda se u Kereš ispušta preko ustave kod Nose (Seleši, 1981). Druga pritoka je pomenuti, odušni kanal *Palić - Ludaš* koji donosi suvišne vode iz Palićkog jezera. Obe pritoke unose u jezero male količine vode tako da se ono u letnjem periodu održava samo zahvaljujući freatskoj izdani. Tokom sušnijih godina severni deo jezera potpuno presuši, dok se u južnom delu voda zadržava i pri najvećim sušama.

Usled male količine vode i minimalne dubine Ludaško jezero je izloženo snažnom uticaju sunčevog zračenja i termičkog režima prizemnog sloja vazduha. Tokom letnjih meseci temperatura jezerske vode raste i do 30°C, što uz muljevito dno (naročito u severnim delovima basena) i obilje svetlosti doprinosi razvoju bujne hidrofilne vegetacije, ali i bogatog ribljeg sveta. U zimskom periodu jezero redovno mrzne, a debela ledena kora može da traje i više od dva meseca. Providnost jezerske vode je najveća zimi nakon otapanja leda kada iznosi i do 85 cm, dok je najmanja leti, do 10 cm (Seleši, 1981). Poput Palićkog i Ludaško jezero je izloženo negativnom uticaju čoveka. Ono se ogleda, pre svega u upuštanju otpadnih voda bogatih organskim materijama u jezero, što svakako doprinosi njegovom bržem iščezavanju.



Slika 47. Ludaško jezero (foto: D. Pavić, 2004)

Ludaško jezero je, zahvaljujući prvenstveno svojim ambijentalnim vrednostima, zatim raznovrsnom živom svetu, u prvom redu ptičijem, koji se krije po gustim tršćacima, dobilo status zaštićenog prirodnog dobra (slika 47). Ono je 1994. godine proglašeno specijalnim rezervatom prirode kada je svrstano u prvu kategoriju zaštite kao dobro od izuzetnog

značaja. U blizini jezera nema turističkih objekata kao što je to slučaj na Palićkom jezeru. Ono se još uvek nalazi u svom prirodnom stanju, skoro netaknuto ljudskom rukom. Posećuju ga uglavnom retki ribari, sportski ribolovci i lovci na pernatu divljač.

**Kelebijsko jezero** se nalazi severozapadno od Subotice na Subotičkoj peščari, nedaleko od državne granice prema susednoj Mađarskoj. Ono je danas gotovo potpuno iščezlo tako da je zapravo teško govoriti o jezeru. Basen je najvećim delom obrastao trskom, a voda se zadržala samo u njegovom najdubljem, zabarenom delu. Proces iščezavanja jezera ubrzan je izgradnjom melioracionih kanala, što je izazvalo njegovo oplićavanje i intenzivniji razvoj bujne hidrofilne vegetacije.

Inače, Kelebijsko jezero je bilo formirano u jednoj prostranoj, izduženoj međudinskoj depresiji koja je sa severozapadne strane ograničena peščanom dinom, a sa južne lesnom oazom. Imalo je odlike slatkovodnog jezera sa razvijenom barskom vegetacijom i zaglinjenim dnom. Prema B. Bukurovu (1983) jezero je imalo dužinu oko 5 km, širinu oko 300 m, a površinu oko 100 katastarskih jutara. U skladu sa oscilacijama jezerskog nivoa dubina Kelebijskog jezera je varirala između 2 i 5 m. Srednji jezerski nivo ležao je na apsolutnoj visini od 125 m. Prilikom visokih vodostaja suvišna voda iz ovog jezera slivala se preko Velikog rita i subotičkog kanala u pravcu jugoistoka u znatno veće Palićko jezero.

**Krvavo jezero** se nalazi nešto istočnije od Palićkog sa kojim je vezano pomenutom kanalisanom otokom Begom. Jezero je dobilo naziv po određenoj vrsti crvenih algi koje se tokom leta namnože i pokriju dno jezerskog basena poput crvene rđe. Višak vode iz Krvavog jezera kanalom otiče najpre u Slano, a potom u Ludaško jezero. S obzirom na veličinu Krvavo jezero ulazi u red malih jezera i to u već poodmakloj fazi zabarivanja i iščezavanja (Bukurov, 1983). Ipak, delovanjem čoveka barska vegetacija je u znatnoj meri redukovana tako da je vek jezera produžen, a njegova površina je poslednjih dvadesetak godina čak i nešto uvećana u severozapadnom delu basena koji je uveliko bio zarobljen vegetacijom (Kovačević, 2004).

**Slano jezero**, poput Kelebijskog, zapravo više ne postoji. Važno ga je pomenuti jer se nalazilo na kanalisanoj Begi između Krvavog i Ludaškog jezera čime je na indirektan način bilo povezano sa Tisom. Prema B. Bukurovu (1975) dobilo je naziv po zaslanjenoj vodi i naslagama soli koje su se taložile na jezerskom dnu tokom sušnih perioda kada je jezero presušivalo. Danas se u najdubljim delovima basena Slanog jezera nakon dužih kišnih perioda akumuliraju određene količine vode čime se stvaraju zabarene i zaslanjene površine.

### **Veštačka jezera i bare**

Ako se uzmu u obzir i veoma male akumulacije koje se nalaze gotovo pored svakog naselja (“jame” ili “jamure”), a koje su nastale usled eksploatacije građevinskog materijala, kao i akumulacije nastale eksploatacijom treseta i peska na severu Bačke, onda su veštačka jezera i bare daleko najbrojnije u slivu Tise. Međutim, ovde neće biti reči o ovim malim, nego o znatno većim veštačkim akumulacijama koje su formirane pregrađivanjem prirodnih

vodotoka, zatim akumulacijama na kanalskim trasama, kao i o jezerima-ribnjacima obrazovanim u prirodnim udubljenjima ili niskim aluvijalnim terenima omeđenim nasipima.

Među najznačajnijim veštačkim jezerima koja su obrazovana pregrađivanjem prirodnih vodotoka (tzv. protočne akumulacije) u granicama istraživanog područja mogu se izdvojiti:

- **akumulacija na Tisi** je formirana 1975. godine uzvodno od brane podignute kod Novog Bečeja na km 63. Ukupna količina vode koja se nalazi pod usporom, koji se oseća u dužini i do 180 km, iznosi oko 50 mil m<sup>3</sup>. Jezero prvenstveno služi za vodosnabdevanje kanalske mreže Hs DTD u Banatu, za navodnjavanje velikih poljoprivrednih površina i za odbranu od poplava (Bogdanović, Pavić, 2003);
- **akumulacija Zobnatica** se nalazi u centralnom delu Srednje bačke lesne zaravni, oko 2 km severno od Bačke Topole. Jezero je obrazovano 1976. godine pregrađivanjem reke Krivaje zemljanom branom. Širina mu je 200 - 800 m, dužina oko 5,2 km, a zapremina oko 4,8 mil m<sup>3</sup> (Serdar, 1997). Prvenstveno je formirano za potrebe navodnjavanja, ali je vremenom poprimilo veliki turističko-rekreativni značaj (Bugarčić, 1999);
- **akumulacija Svetićevo** je formirano pregrađivanjem reke Čik zemljanom branom kod istoimenog naselja u jugoistočnom delu Srednje bačke lesne zaravni. Ovo jezero, zapremine oko 3,6 mil m<sup>3</sup>, prvenstveno se koristi za navodnjavanje (Bugarčić, 1999);
- **akumulacija Čonoplja** se nalazi u zapadnom delu Srednje bačke lesne zaravni. Obrazovana je oko 6 km severozapadno od istoimenog naselja podizanjem brane u kanalsanom dolu. Zapremina jezerskog basena iznosi 840.000 m<sup>3</sup>. Akumulacija se primarno koristi za navodnjavanje (Bugarčić, 1999);
- **akumulacija Velebit** se nalazi u istočnom delu Srednje bačke lesne zaravni, oko 3 km zapadno od istoimenog naselja. Specifična je po tome što nije formirana na prirodnom vodotoku, nego na trasi kanala *Adorjan - Velebit*. Služi prvenstveno sa navodnjavanje i vodosnabdevanje, ali i za uzgoj ribe. Zapremina jezera iznosi oko 5,27 mil m<sup>3</sup> (Bogdanović, Pavić, 2003). Pri maksimalnom vodostaju dužina jezera iznosi 5,1 km, a širina 1,18 km (Bugarčić, 1999).

Pored navedenih postoji još nekoliko manjih akumulacija koje su nastale pregrađivanjem vodotoka. Među njima su najznačajnije akumulacije na Krivaji i njenim pritokama: *Tavankut*, *Moravica*, *Pačir* i *Panonija*. Pomenuta jezera su formirana za potrebe navodnjavanja, ali se koriste i u turističko - rekreativne svrhe.

U granicama istraživanog područja postoji veliki broj veštačkih jezera specijalizovanih za uzgoj ribe. Najveća i najznačajnija među njima su:

- **jezera ribnjaka Ečka** se nalaze u niskom aluvijalnom području između Begeja i Tise, u ataru Lukinog sela, oko 7 km južno od Zrenjanina. Jezerski baseni su

nastali fluvijalnim erozivno-akumulativnim radom, a njihovo pretvaranje u ribnjake započelo je još davne 1762. godine. Ribnjak čini 16 većih i oko 80 manjih jezera ukupne površine 2.157,2 ha. Najveće je Belo jezero formirano u najdubljoj depresiji. Njegova površina je 540 ha, a zapremina jezerskog basena 7,2 mil m<sup>3</sup>. Ostala jezera su obrazovana u niskim zamočvarenim područjima ograđenim nasipima. Među njima su najveća jezera: Joca (535 ha; 5,01 mil m<sup>3</sup>), Koča (344 ha; 3,9 mil m<sup>3</sup>) i Mika (340 ha; 3,09 mil m<sup>3</sup>). Jezera ečanskog ribnjaka se snabdevaju vodom iz Tise uz pomoć crpne stanice, zatim freatskom izdani i padavinama. U ovom najvećem ribnjaku Evrope najviše se uzgaja šaran (70 %), a zatim tolstolobik i amur (Bogdanović, Marković, 2005);

- **jezera ribnjaka *Bečej*** se nalaze u prirodnom udubljenju u aluvijalnoj ravni Tise između Bečeja na severu i Bačkog Gradišta na jugu. Ribnjak je formiran 1967. godine na površini od 680 ha od čega 81% otpada na četiri jezera, tzv. odgajališta. Vodosnabdevanje ribnjaka se vrši gravitacionim upuštanjem vode iz Velikog bačkog kanala. S obzirom da se u njemu vrši proizvodnja mlađi i konzumne ribe ribnjak *Bečej* spada u grupu tzv. punosistemskih ribnjaka. Kao i ostali ribnjaci u granicama istraživanog područja i bečejski predstavlja uglavnom uzgajalište šarana (Bugarčić, 1999);
- **jezero ribnjaka *Jazovo*** se nalazi oko 6 km jugoistočno od Čoke u ataru sela Jazovo. Formirano je 1972. godine podizanjem nasipa oko jednog dela lučne depresije, odnosno napuštenog meandra koji opkoljava pomenuto naselje. Vodosnabdevanje jezera se obavlja prepumpavanjem vode iz kanalisane Zlatice. Površina jezera iznosi oko 600 ha (Bugarčić, 1999).

Ostali veći ribnjaci u granicama istraživanog područja su: *Jegrička* (420 ha), *Kapetanski rit* (380 ha), *Ostrovo* (350 ha), *Novi Kneževac* (280 ha), *Iđoš* (220 ha) i *Sajan* (100 ha). Pored nabrojanih, širom sliva Tise postoji i veliki broj manjih ribnjaka od kojih su mnogi u privatnom vlasništvu.

## REKA TISA

### Opis toka

Ranije je pomenuto da se ceo tok Tise (966 km) deli na tri sektora, na gornji, srednji i donji. Gornju Tisu predstavlja deonica toka koja počinje od mesta spajanja Crne i Bele Tise, a završava ušćem Samoša. Srednju Tisu čini sektor toka od ušća Samoša do ušća Moriša, a donju Tisu poslednja, najnižvodnija deonica koja se završava ušćem ove velike evropske reke u Dunav (*karta 24*). S obzirom na temu rada ovde će posebna pažnja biti posvećena opisu toka Tise kroz Srbiju.

Dakle, glavni tok Tise nastaje spajanjem dva manja vodotoka, Crne i Bele Tise kod mesta Rahov u Ukrajini na apsolutnoj visini od oko 460 m (*karta 23*). Izvorišta ovih



vodotoka su na teritoriji Ukrajine u zapadnoj podgorini Karpata, tačnije u podgorini Maramaroš planina koje se nalaze na krajnjem severoistoku sliva. Desni izvorišni krak, Crna Tisa (49 km), izvire ispod planinskog masiva Svidovec na apsolutnoj visini od 1.680 m, a Bela Tisa (34 km), odnosno levi izvorišni krak, na obroncima masiva Čorna Hora, odnosno ispod planinskog vrha Hoverla (2.061 m a.v.), na apsolutnoj visini od 1.600 m.

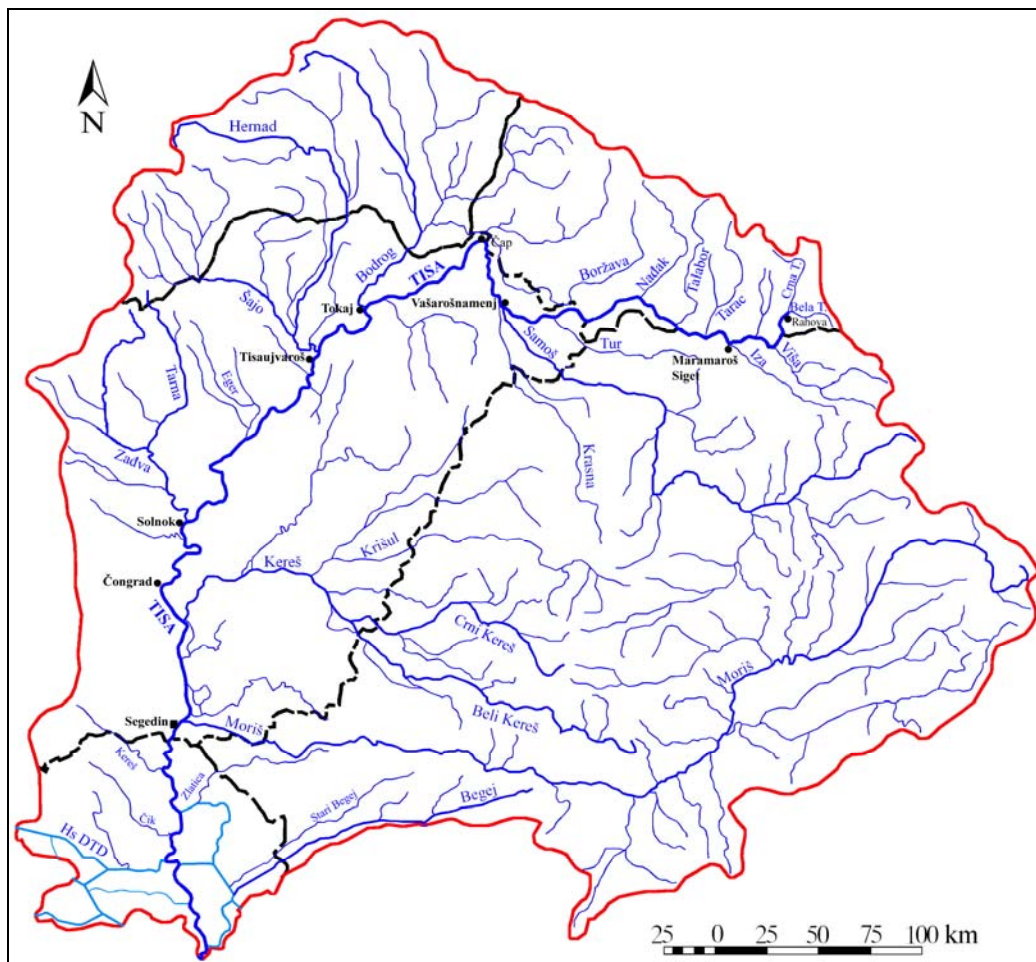
Od Rahova Tisa kraćim delom toka teče prema jugu do granice između Ukrajine i Rumunije, a zatim skreće prema zapadu, čineći do grada Teska prirodnu granicu između pomenutih zemalja. Tok potom lagano povija prema severozapadu, u dubinu ukrajinske teritorije i teče do gradića Husta nakon kojeg ponovo skreće prema zapadu. Zadržavajući generalno zapadni smer oticanja Tisa ulazi na teritoriju Mađarske i nešto uzvodnije od Vašarošnemenja, odnosno od ušća Samoša, naglo povija prema severozapadu. Od Rahova do Vašarošnemenja **gornja Tisa** prima nekoliko važnijih pritoka (*karta 24*). Sa desne strane, Tisi sa teritorije Ukrajine pritiču: Tarac (85 km), Talabor (91 km), Nađak (93 km) i Boržava (104 km). Sa područja Rumunije gornja Tisa prima tri značajnije leve pritoke: Višu (77 km), Izu (78 km) i Tur (95 km).



Karta 23. Sutok Crne i Bele Tise (R 1:200.000)

Od ušća Samoša (415 km), leve pritoke, **srednja Tisa** zadržava generalno severozapadni smer oticanja sve do tromede između Slovačke, Ukrajine i Mađarske i kod Čapa, u vidu izrazito oštrog meandra, naglo skreće prema jugozapadu. Do Tokaja, gde prima važnu desnu pritoku Bodrog (267 km), Tisa značajnije ne odstupa od pomenutog jugozapadnog smera oticanja. Međutim, nizvodno od ušća Bodroga tok najpre povija prema jugoistoku, a zatim prema jugu, da bi nešto uzvodnije od Tisaujvaroša lagano zauzeo

ponovo jugozapadni smer oticanja koji zadržava sve do veoma oštrog meandra uzvodno od Solnoka. Zatim nizvodno, sve do Segedina, odnosno ušća Moriša, uzimajući u obzir brojne veće i manje meandre koje formira, srednja Tisa generalno teče prema jugu. Osim Bodroga, ostale važnije desne pritoke koje Tisa prima u srednjem delu toka su: Šajo (229 km), Eger (87 km) i Zadva (179 km). Reka Šajo se uliva u Tisu nešto uzvodnije od Tisaujvaroša, Eger naspram Tisafireda, a Zadva kod Solnoka. Od levih pritoka koje prima srednja Tisa, osim Samoša, važno je pomenuti još Krasnu (193 km), čije se ušće nalazi kod Vašarošnemenja i naročito Kereš (363 km) koji se uliva kod Čongrada. Za čitav srednji deo toka Tise može se reći da reka ovde teče izrazito meandarskim koritom. Takođe, pri opisu ovog dela toka svakako je važno podsetiti da se upravo na ovom sektoru, uzvodno od Tisaleka i Kiškerea, nalaze i dve akumulacije formirane nakon izgradnje brana kod pomenutih naselja, o čemu je bilo reči u delu rada koji se odnosi na regulaciju Tisinog korita.



Karta 24. Hidrografski sistem Tise (JVP Vode Vojvodine)

Od ušća Moriša (754 km), koje se nalazi na km 177 (slika 48), pa do km 164, **donja Tisa** teče mađarskom teritorijom, a nizvodno do km 160 predstavlja prirodnu granicu između Mađarske i Srbije. Naime, državna granica na ovoj 4 km dugoj deonici toka ide



sredinom Tise tako da njena desna polovina pripada Mađarskoj, a leva Srbiji<sup>45</sup>. Nizvodno od km 160 pa do ušća u Dunav Tisa teče kroz Vojvodinu gde predstavlja prirodnu granicu između Bačke na zapadu i Banata na istoku. U čitavom donjem toku Tisa generalno zadržava pravac oticanja sever - jug koji je poprimila još uzvodno od Solnoka. Međutim, detaljnom analizom izrazito meandarskog korita može se uvideti da donja Tisa veoma često menja pravce svog oticanja koji neretko, čak i drastično odstupaju od generalnog, meridijanskog pravca (*karta 25*).



Slika 48. Tisa kod ušća Moriša (desno) na km 177 (foto: D. Pavić. 2004)

Odmah pošto primi vodom bogati Moriš, svoju levu i ujedno najveću pritoku, Tisa naglo skreće ka zapadu, a zatim prema jugozapadu formirajući veliki lučni meandar u samom Segedinu. Nizvodno od ovog grada Tisa gotovo 7,5 km teče pravolinijski pomenutim jugozapadnim smerom kroz Vederhazijev (Horgoški) prosek kojim ulazi na teritoriju Srbije zapadno od naselja Đala. Po izlasku iz pomenutog proseka, Tisa skreće prema jugoistoku i nakon svega oko kilometar toka prirodnim koritom, ulazi u Martonoški prosek (*slika 49*) kojim pravolinijski teče u dužini od oko 2 km. Nizvodno od proseka tok Tise naglo povija najpre prema jugozapadu, a zatim ka jugoistoku formirajući dugačak lučni meandar severno od Kanjiže. Napadajući bačku obalu Tisa na izlasku iz ovog meandra, upravo u predelu gradskog područja Kanjiže, erodira i samu bačku diluvijalnu terasu. Za sektor toka između Martonoša i Kanjiže karakteristično je da se pri ulasku u meandar, nizvodno od km 153, reka u dužini od oko 1.250 m račva zbog Martonoške ade, obrazovane bliže levoj obali.

<sup>45</sup> U ovom radu, što je i najčešći slučaj u našoj literaturi, uzima se da je dužina Tise u Srbiji 164 km. Međutim, ako se želi u potpunosti zadovoljiti kriterijum egzaktnosti, onda je važno precizirati da Tisa pomenutu dužinu u našoj zemlji ima samo duž svoje leve obale, dok je duž desne obale rečni tok kraći za 4 km.

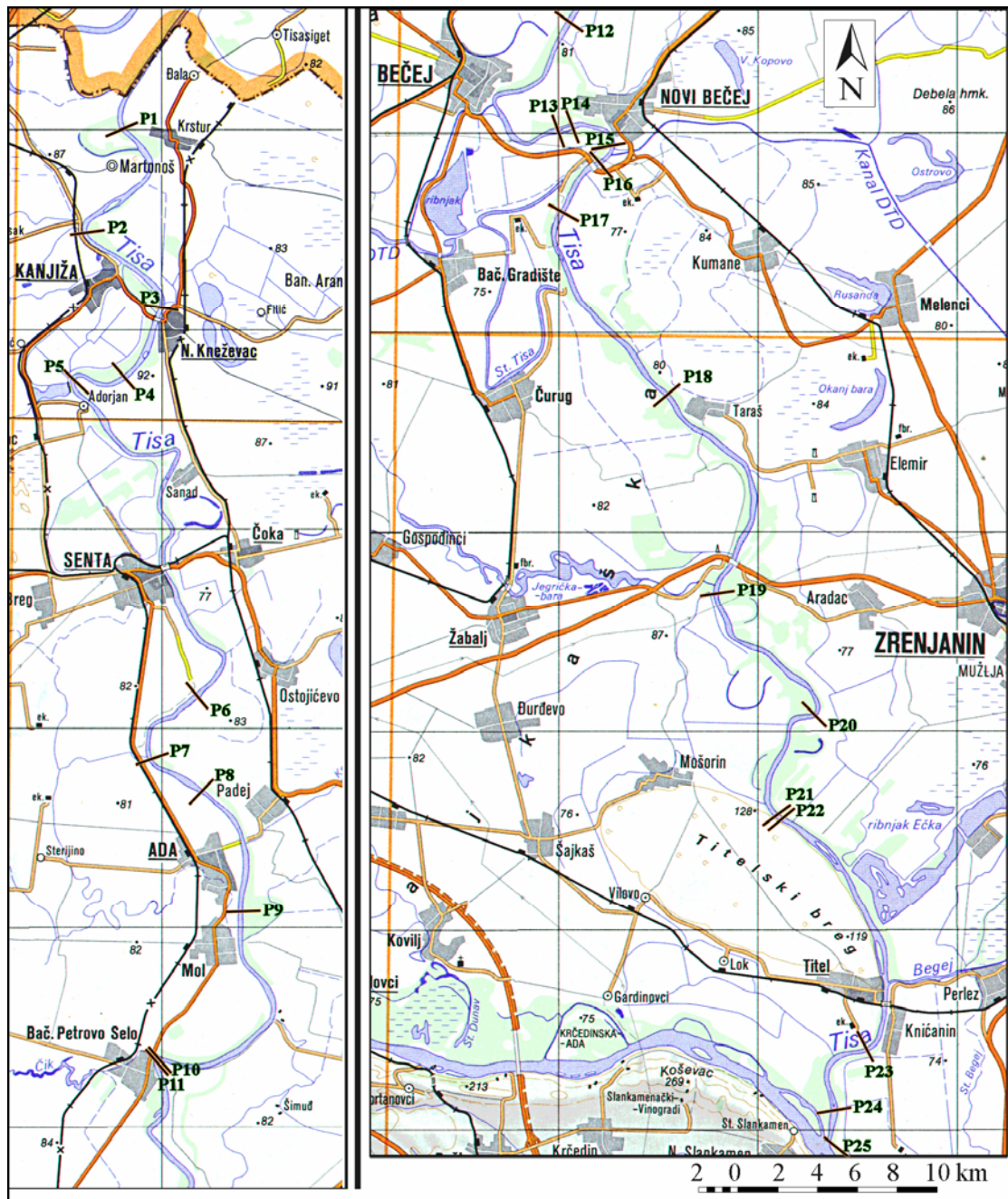


*Slika 49. Tisa u Martonoškom proseku na km 157- nizvodno  
(foto: D. Pavić. 2004)*



*Slika 50. Tisa kod Novog Kneževca na km 144 - nizvodno (foto: D. Pavić)*

Nizvodno od Kanjiže Tisa nastavlja teći prema jugoistoku da bi nešto uzvodnije od Novog Kneževca skrenula prema jugozapadu obrazujući na taj način još jedan lučni meandar. Po izlasku iz ove krivine Tisa sledećih 4 km teče gotovo pravolinijski prema jugozapadu. Na ovom sektoru, oko 1,5 km nizvodnije od novokneževačkog mosta (*slika 50*), nalazi se ranije pominjano rečno ostrvo koje je gotovo sraslo sa banatskom obalom. Oko 3 km uzvodnije od Adorjana Tisa povija ka zapadu, potom prema severozapadu, a odmah zatim i prema jugoistoku formirajući laktasti meandar koji je prosto uklinjen u bačku obalu. I ovde je Tisa bočnim pomeranjem došla do Bačke lesne terase. Na izlasku iz adorjanskog oštrog meandra, na km 138, u Tisu se uliva njena desna pritoka Kereš ili Kireš (81 km).



Karta 25. Tok Tise u Srbiji sa obeleženim mestima merenih poprečnih profila

Nizvodno od Adorjana Tisa i dalje teče prema jugoistoku da bi uzvodnije od Sanada najpre skrenula prema istoku, zatim severoistoku, a potom jugozapadu obrazujući tako još jedan oštri meandar koji duboko zalazi u banatski deo aluvijalne ravni. Ovo je veoma zanimljiv deo toka jer je Sanadski laktasti meandar, kao što je ranije rečeno, veštačkim putem “ublažen” tako što je prokopano novo, znatno kraće korito kojim danas otiče glavina vode i kojim prolazi plovni put. Ovim zahvatom je ujedno stvoreno i rečno ostrvo trouglaste osnove koje je u svom najuzvodnijem, severozapadnom delu, gde dolazi do račvanja toka, izloženo jakom erozivnom radu matice reke (slika 51).



*Slika 51. Tisa uzvodno od Novosadskog proseka (desno) na km 132  
(foto: D. Pavić, 2004)*

Na izlasku iz pomenutog proseka Tisa teče oko 3 km pravolinijski prema jugozapadu, a zatim ulazeći u Sanađanski prosek skreće ka jugoistoku i tim smerom teče nešto više od jednog kilometra. Nakon proseka tok lagano povija ponovo prema jugozapadu formirajući kraći lučni meandar čija se konkavna strana naslanja na banatsku obalu. Pomenutim pravcem Tisa teče gotovo do senćanskog mosta gde matica snažno erodira bačku obalu napadajući lesnu terasu. Upravo kod mosta tok lagano menja smer prema jugoistoku (*slika 52*) i zadržava ga nizvodno sve do visine Ostojićeve, gde na malom prostoru povija ka jugozapadu formirajući tako još jedan prelomljen meandar (*slika 53*), istina ne toliko izražen kao što je to slučaj kod Adorjana i Sanada.



*Slika 52. Tisa nizvodno od senćanskog mosta na km 123+500  
(foto: D. Pavić, 2004)*





*Slika 53. Tisa u oštrom meandru u visini Ostojićeva na km 118 - nizvodno  
(foto: D. Pavić, 2004)*

Po izlasku iz meandra Tisa između km 116 i 114 pravolinijski teče kroz Batkanjski prosek ranije zauzetim smerom nakon čega lagano povija prema jugu, a posle 3 km i prema jugoistoku. Na ovom potezu Tisa formira izdužen ovalni meandar čija je konkavna obala znatno viša od konveksne. Naime, ovde reka svojom maticom u dužini od oko 4 km snažno erodira Bačku lesnu terasu (Žuti breg) tako da je desna obala predstavljena strmim lesnim odsekom visokom pri srednjem vodostaju oko 7 m (*slika 54*). U narednih gotovo 8 km Tisa pravolinijski teče prema jugozapadu, a zatim u visini Padeja lagano skreće prema jugu i taj smer zadržava u visini Ade i Mola gde u dužini od oko 2 km pravolinijski protiče kroz Ađansko-molski prosek. Nešto uzvodnije od Ade, na km 105, Tisa prima kanalisanu levu pritoku Zlasticu (117 km).



*Slika 54. Tisa u lučnom meandru uzvodno od Ade sa visokom desnom obalom  
na km 112 - nizvodno (foto: D. Pavić, 2004)*

Deo toka između Mola i Bačkog Petrovog Sela je karakterističan po tome što Tisa na ovoj deonici dugoj oko 10 km pravi veoma izdužen ovalni, a odmah zatim i najoštrij laktasti meandar u svom donjem toku. Naime, nizvodno od Mola tok Tise u širokom luku najpre skreće prema jugoistoku, a zatim prema jugozapadu napadajući na velikoj dužini levu obalu. Po izlasku iz lučnog meandra tok povija prema severozapadu, a zatim kod Bačkog Petrovog Sela na dužini od svega 300 - 350 m naglo menja smer oticanja prema jugoistoku (*slika 55*). Ovde se Tisino korito svojom konkavnom stranom poput klina bočno “zariva” u bačku obalu erodirajući lesnu terasu. Pre pomenute nagle promene smer oticanja Tisa na km 89 prima desnu pritoku Čik (95 km).



*Slika 55. Tisa u oštrom meandru kod Bačkog Petrovog Sela na km 89 - nizvodno (foto: D. Pavić, 2004)*

Oko kilometar nizvodno od Bačkog Petrovog Sela Tisa jugoistočni smer oticanja postepeno zamenjuje jugozapadnim, a oko 2 km nizvodnije u koritu se nalazi, ranije pominjana Bačkopetrovoselska ada, gotovo srasla sa bačkom obalom. Na oko svega 500 m nizvodno od ade Tisa ponovo skreće prema jugoistoku i tako formira manji ovalni meandar nakon kojeg sledeća 4 km teče prirodnim pravolinijskim koritom. Na km 81 Tisa skreće ka jugozapadu i više od 3 km pravolinijski teče Aračkim prosekom. Po izlasku iz proseka tok lagano povija prema zapadu i kod Bečeja naglim skretanjem prema jugoistoku obrazuje prilično oštru krivinu gde je bočnom erozijom napadnuta Bačka lesna terasa. Naredna 3 km Tisa teče pravolinijskim koritom i upravo se na ovom sektoru, tačnije na km 73, nalazi ušće Velikog bačkog kanala, tačnije kanala *Bečej - Bogojevo*. Tisa zatim u vidu slabije izraženog meandra skreće prema severoistoku i taj smer oticanja zadržava oko 2 km. Na ovoj deonici, reka se račva oko Novobečejske ada u dužini od oko 250 m (*slika 56*). Nizvodno od ade Tisa menja smer oticanja prema jugoistoku, potom jugu, a zatim jugozapadu i tako formira veliki lučni meandar kod Novog Bečeja (*slika 57*). Nizvodno od ovog grada, na km 65 sa Tisom je spojen glavni magistralni kanal u Banatu *Banatska Palanka - Novi Bečej*, dok je na km 63 tok pregrađen branom.



*Slika 56. Tisa oko 1 km uzvodno od Novobečejske ade na km 69  
(foto: D. Pavić, 2004)*



*Slika 57. Tisa u lučnom meandru kod Novog Bečeja na km 66 - nizvodno  
(foto: D. Pavić, 2004)*

Svega kilometar nizvodnije od brane Tisa ulazi u Borjaški prosek (*slika 58*) dug preko 6 km koji svojom uzvodnom polovinom ima pravac severoistok - jugozapad, a nizvodnom severozapad - jugoistok. Po izlasku iz proseka reka oko 7 km gotovo pravolinijski prirodnim koritom teče prema jugoistoku i tako na km 49 ulazi u Taraški prosek (*slika 59*), dug nešto manje od 2 km. Tisa zatim u širokom luku povija prema jugozapadu i taj smer zadržava do ušća desne pritoke Jegričke (65 km) koje se nalazi na km 37. Nekoliko stotina metara uzvodnije od ušća ove regulisane rečice Tisa izlazi iz Gornjožabaljskog proseka, čija dužina ne prelazi 1 km.



Slika 58. Tisa u Borjaškom preseku na km 60 - nizvodno  
(foto: D. Pavić, 2004)



Slika 59. Tisa u Taraškom preseku na km 39 - nizvodno  
(foto: D. Pavić, 2004)

Nizvodno od ušća Jegričke tok Tise skreće ka jugoistoku, prolazi kroz Donjožabaljski prosek, dug nešto više od 1 km, a zatim povija još istočnije. Nakon što prođe kroz nizvodniji Donjoaradački prosek, dužine oko 1,5 km, Tisa kod vikend naselja *Tonja*, na svega 2 km dužine, skreće najpre prema zapadu, a zatim ka jugu i tako formira dvostruku krivinu, gde je prva naročito oštra. Po izlasku iz drugog zavoja Tisa ulazi u Mošorinski prosek dužine oko 1,5 km. Nakon preseka tok blago povija prema jugozapadu, zatim jugu, a kod *Mošorinskog* vikend naselja (*Dukatar*), koje se nalazi u podnožju Titelskog brega, prema jugoistoku. Tisa zatim u širokom luku obilazi Titelski lesni plato sa tendencijom da zauzme južni smer oticanja što se i dešava nakon ušća Begeja (244 km), Tisine leve pritoke, koje se nalazi naspram Titela na km 10.





*Slika 60. Tisa nizvodno od Mošorinske ade na km 17  
(foto: D. Pavić, 2004)*



*Slika 61. Tisa uzvodno od Titelske ade sa visokom desnom obalom  
na km 14 (foto: D. Pavić, 2004)*

Deonica Tisinog toka između vikend naselja *Dukatar* i Titela, dužine oko 11 km, specifična je po tome što se ovde na relativno maloj dužini reka dva puta račva (*slika 60*) zbog postojanja dve ade, Mošorinske i Titelske. Oba ostrva su podjednake dužine (oko 1.750 m) i formirana su bliže bačkoj obali. Mošorinska ada se nalazi oko 7 km, a Titelska oko 1 km uzvodno od Titela. Takođe, specifičnost čitavoj ovoj deonici toka Tise daje i visoka desna obala predstavljena strmim lesnim odsecima Titelskog brega visokim do 50 m (*slika 61*).

Oko 3 km nizvodno od ušća Begeja, odnosno u visini Knićanina, Tisa skreće prema jugozapadu, a zatim prema jugu formirajući poslednji meandar pre svog ušća, u ovom slučaju lučni. Poslednja 2 km toka Tisa teče prema jugu i kao leva pritoka uliva se u Dunav naspram Starog Slankamena na njegovom km 1.214,5 na apsolutnoj visini od oko 72,5 m (*slike 62 i 63*).



Slika 62. Tisa 500 m uzvodno od ušća u Dunav (foto: D. Pavić, 2004)



Slika 63. Ušće Tise sa Slankamenskog lesnog odseka (foto: D. Pavić, 2005)

Detaljnim opisom toka Tise kroz Srbiju još je jednom ukazano na činjenicu da ova reka na pomenutom sektoru, unatoč veštačkom prosecanju većeg broja naglašenih krivina tokom 19. i 20. veka, i dalje teče izrazito meandarskim koritom. U prilog ovome ide i podatak da je stvarna dužina toka Tise u Srbiji (164 km) veća od najmanje moguće (116 km) za 48 km ili ako se izražava preko **koeficijenta razvitka toka** ( $K$ ), za 1,41 puta.

$$K = \frac{L}{L_{\min}} = \frac{164}{116} = 1,41$$

gde je:  $K$  - koeficijent razvitka toka

$L$  (km) - stvarna dužina toka Tise u Srbiji

$L_{\min}$  (km) - najmanja moguća dužina toka Tise u Srbiji

Pre izvedene regulacije Tisa je u našoj zemlji imala dužinu oko 230 km, pri čemu je koeficijent razvitka toka iznosio 1,98. Dakle, pre prosecanja meandara stvarna dužina Tise u Srbiji je bila gotovo duplo veća od najmanje moguće.

### Uzdužni profil Tise

Analizom padova na uzdužnom profilu<sup>46</sup> za pojedine sektore toka može se zaključiti da Tisa samo u svom gornjem toku ima karakter planinskog vodotoka, dok u srednjem i donjem toku predstavlja tipičnu ravničarsku reku. Naime, u gornjem toku, od mesta spajanja Crne i Bele Tise do ušća Samoša, na deonici dugoj 266 km, ukupan pad glavnog toka ( $h$ ) iznosi oko 357 m, što je prosečno ( $J$ ) 1,34 m/km (1,34%). Ako se posmatra od izvorišta Crne Tise, kao duže sastavnice, ukupan pad do ušća Samoša iznosi oko 1.577 m ili prosečno 5,01 m/km (5,01%). O energiji reljefa u izvorišnoj oblasti Tise najbolje govore prosečni padovi na uzdužnom profilu njenih sastavnica, Crne i Bele Tise, koji prelaze vrednosti od 25 m/km (25%).

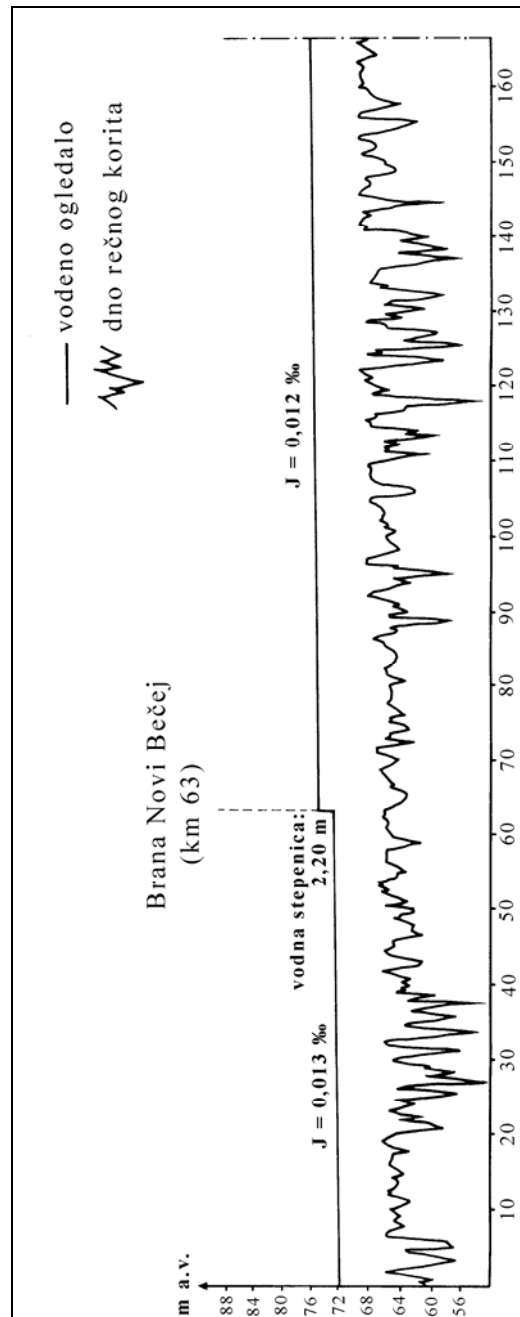
U srednjem delu toka Tisa ima znatno manji pad na uzdužnom profilu. Na sektoru od ušća Samoša do ušća Moriša, dugom 523 km, ukupan pad Tise pri niskom vodostaju iznosi oko 27 m ili prosečno 5,20 cm/km (0,052%). U donjem toku, čija je dužina 177 km, Tisa pri niskom vodostaju ima ukupan pad na uzdužnom profilu svega oko 5 m, što je prosečno 2,80 cm/km (0,028%). Ako se posmatraju zajedno srednji i donji tok, što je 72% dužine čitave reke, ukupan pad Tise iznosi oko 32 m ili prosečno 4,57 cm/km (0,0457%). Ovde je svakako važno podsetiti da su prosečni padovi u prirodnim uslovima, naročito u srednjem i donjem toku Tise, imali i znatno manje vrednosti koje su regulacijom toka povećane. Naime, nakon skraćivanja Tise, prosečni padovi su vidno porasli, naročito ako se uzme u obzir činjenica da se u najvećem delu toka radi o tipičnoj ravničarskoj reci. Tako je na čitavom tretiranom delu Tise, između Tisaujlaka i ušća, prosečan pad vodenog ogledala povećan sa 3,68 cm/km (0,0368%) na 5,98 cm/km (0,0598%). Na sektoru toka od Segedina do ušća prosečan pad je porastao sa 1,86 cm/km (0,0186%) na pomenutih 2,80 cm/km (0,028%).

Prethodna analiza pokazuje da Tisa u donjem toku ima izuzetno mali pad vodenog ogledala<sup>47</sup>. To je posebno izraženo tokom niskih vodostaja, kada se po D. Milovanovu (1987) prosečni padovi na ovom sektoru uglavnom kreću između 1 i 3 cm/km. Međutim, veoma se često dešava da su te vrednosti čak dosta niže od 1 cm/km, kako uzvodno, tako i nizvodno od brane kod Novog Bečeja. To je poslednica hidrometeoroloških uslova i vladajućeg režima rada na brani, kao i aktuelne kote vodenog ogledala na ušću Tise. Primera radi, tokom malih voda 11. i 12. septembra i 09. oktobra 2004. godine, kada je vršeno merenje ovlaženih profila Tisinog korita, prosečni padovi vodenog ogledala uzvodno od brane kretali su se u dijapazonu od 0,35 cm/km (0,0035%) do 0,78 cm/km

<sup>46</sup> Radi se o padu vodenog ogledala koji generalno oponaša srednji pad dna rečnog korita.

<sup>47</sup> Posledica malog prosečnog pada dna Tisinog korita koji na srpskom sektoru toka iznosi svega 3,5 cm/km ili 0,035% (Institut za uređenje voda, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad)

(0,0078‰), a nizvodno od brane od 0,49 cm/km (0,0049‰) do 0,86 cm/km (0,0086‰). Visina vodne stepenice, odnosno visinska razlika između gornje i donje vode na brani 11. i 12. septembra bila je 3,52 m, a 9. oktobra 2,75 m. U vreme velikih voda padovi na donjoj Tisi drastično rastu. Razlog tome je veća opruženost toka, a samim tim i njegoa manja dužina. Na primer, tokom visokih vodostaja (brana otvorena) u aprilu 2000. godine, prosečni padovi Tisinog vodenog ogledala su imali vrednosti<sup>48</sup> 3,50 - 4,00 cm/km (0,035 - 0,04‰).



Grafičkon 10. Uzdužni profil dna rečnog korita (VPI "Jaroslav Čerini") i vodenog ogledala Tise u Srbiji na dan 30.10.2005. god.

<sup>48</sup> Prosečni padovi vodenog ogledala su računati na osnovu vodostaja izmerenih na vodomerima u Segedinu, Novom Kneževcu, Senti, brani kod Novog Bečeja (gornja i donja voda), Titelu i Starom Slankamenu.

Budući da je Tisa, konkretno u našoj zemlji, izrazito meandarski vodotok, na kraju je važno podsetiti na jednu pravilnost vezanu za padove vodenog ogledala na uzdužnom profilu. Naime, ako se posmatraju sasvim kratke deonice meandarskog toka, padovi vodenog ogledala su uvek manji uzvodno nego nizvodno od temena krivine. Ta razlika je utoliko veća, što je meandar oštrije usled čega dolazi do većeg usporavanja toka na uzvodnijem sektoru.

### Širina i dubina Tise

Tisa već u Ukrajini, tačnije kod grada Husta gde napušta obronke Karpata, ima prilično široku dolinu i korito, dok nešto nizvodnije, kod Nađseleša, gde ulazi u ravnicu, u poširoj aluvijalnoj ravni formira i prve slobodne meandre. Širinu minor korita od oko 100 m Tisa postiže već kod Vašarošnemenja što je oko 700 km od njenog ušća (Milovanov, 1987). Nizvodno od ovog grada, otičući prostranom Panonskom nizijom, širina korita Tise nastavlja da raste, da bi svoje maksimalne vrednosti dostigla u donjem toku. Ovde je svakako važno reći da je povećanju prosečne širine Tisinog korita tokom 19. veka doprineo i čovek skraćivanjem toka na sektoru od Tisaujlaka do ušća.

Prema B. Bukurovu (1975) donja Tisa ima prilično ujednačenu širinu osnovnog korita koja iznosi približno 200 - 220<sup>49</sup> m. Pre regulacije širina je bila nešto manja. Tako je između Segedina i Novog Bečeja iznosila prosečno 166 m, a na sektoru nizvodno do ušća 197 m. Posle regulacije prosečna širina uzvodne deonice je povećana na 188 m, a nizvodne na 240 m. Merenja izvršena ubrzo nakon Drugog svetskog rata pokazala su da je širina rečnog korita pri srednjoj vodi od Segedina do Novog Bečeja tada iznosila prosečno 180 - 200 m, a od Novog Bečeja do ušća 200 - 250 m. Analizirajući dubinu korita donje Tise, B. Bukurov navodi je ona dosta velika i da je u periodu neposredno nakon izvedenih regulacionih radova povećana za 20 - 40 cm, ali je tokom 20. veka prosečno toliko i smanjena<sup>50</sup>. Isti autor iznosi podatak da je srednja dubina Tisinog korita<sup>51</sup> u Srbiji 3,8 - 4,0 m.

U posleratnom periodu su vršena još neka merenja širine, kao i dubine Tise u našoj zemlji. Prema vrednostima u *tabeli 19*, širina Tise u Srbiji u zavisnosti od vodostaja varira od 100 m do čak 2.200 m, a dubina po matici toka od 2,80 m do 18,00 m.

<sup>49</sup> U svojoj doktorskoj disertaciji B. Bukurov navodi da je prosečna širina Tisinog korita od Moriša do Dunava pri srednjoj vodi 216 m.

<sup>50</sup> Prema Lj. Gavrilović i D. Dukiću. (2002) dubina korita Tise nakon regulacije je uglavom ostala ista ili je neznatno smanjena. Pre regulacije na sektoru od Segedina do Novog Bečeja srednja dubina korita je iznosila 4,2 m, a posle regulacije 4,4 m. Od Novog Bečeja do ušća srednja dubina Tisinog korita je pre regulacije bila 4,0 m, a nakon regulacije je povećana na 4,4 m.

<sup>51</sup> U svojoj doktorskoj disertaciji B. Bukurov navodi da je "prosečna dubina Tise od Segedina do Slankamena 11 m", gde verovatno misli na prosečnu dubinu po matici.

Tabela 19. Širine vodenog ogleдалa i dubine vode po matici Tise u Srbiji

Vodostaji	Širine m	Dubine m
Niski	100 - 150	2,80 - 6,00
Srednji	180 - 250	9,00 - 15,00
Visoki	500 - 2.200	11,00 - 18,00

Izvor: Božić, 1972.

Nakon podizanja brane kod Novog Bečaja prosečna širina donje Tise je povećana. Prema M. Pejoviću (1983) od državne granice do ušća Tisa je prosečno široka 246 m. Poslednje dve decenije 20. veka hidroinženjeri u našoj zemlji su se uglavnom bavili mogućnostima uređenja Tisinog korita na sektoru od brane kod Novog Bečaja do državne granice, tako da za ovaj deo toka postoje i relevantniji podaci o njegovoj širini i dubini. U jednoj od studija Instituta za vodoprivredu *Jaroslav Černi* osnovni morfološki parametri toka (širina, dubina i površina proticajnog profila) na pomenutoj deonici su definisani za tri karakteristična proticaja, odnosno za malu vodu ( $Q=170 \text{ m}^3/\text{s}$ ), za srednju vodu ( $Q=780 \text{ m}^3/\text{s}$ ) i za srednje veliku vodu ( $Q=1.700 \text{ m}^3/\text{s}$ ) koja približno puni osnovno korito uzvodno od brane. Karakteristični nivoi pri odgovarajućim proticajima određeni su hidrauličkim proračunima sa napomenom da nivo pri maloj vodi zapravo odgovara prirodnom režimu vodotoka koji je bio aktuelan pre obrazovanja uspora. Za stanje osnovnog korita korišćeni su rezultati snimanja na evidencionim profilima koje je obavljeno uglavnom tokom 1981. i delimično 1985. godine. Ovo je bitno napomenuti jer je korito izloženo stalnim deformacijama. Rezultati merenja širina, dubina i površina proticajnih profila Tise u Srbiji uzvodno od brane pokazuju sledeće vrednosti (Varga i sar., 1990):

- širine rečnog korita znatno variraju duž toka tako da ne postoje duže deonice sa ujednačenim vrednostima ovog parametra;
- razlika u širini vodenog ogleдалa pri maloj i srednje velikoj vodi (osnovno korito gotovo puno), nije velika. Naime, prosečna širina reke pri maloj vodi iznosi 180 m (raspon između 120 m i 330 m), a pri srednje velikoj 215 m (raspon između 145 m i 370 m), što je za oko 15% više. Prosečna širina Tise pri srednjoj vodi iznosi 202 m;
- korito je po pravilu najšire na pravolinijskim deonicama toka, a najuže u ostrim meandrima;
- dubine Tise takođe veoma variraju u širokom dijapazonu. Hidraulički radijus, odnosno srednja dubina toka, pri maloj vodi iznosi 4,4 m, pri srednjoj vodi 6,7 m, a pri srednje velikoj 9,1 m. Pri gotovo punom osnovnom koritu ( $Q=1.700 \text{ m}^3/\text{s}$ ) maksimalne dubine duž toka variraju u rasponu od 8 m do 26 m, od čega su na 78% dužine Tise uzvodno od brane zastupljene dubine između 10 m i 15 m;
- najveće dubine Tisa po pravilu ima na suženim deonicama korita kakvi su oštri meandri (kod Adorjana, Makoša, Mola, Bačkog Petrovog Sela, Sanada, Pane),

mada se mogu javiti i u slabije naglašenim krivinama (km 111 - Žuti breg). Zanimljiva je pojava relativno malih dubina u oštroj krivini kod Bečeja;

- prema očekivanju, površine proticajnih profila Tise osciluju u širokom dijapazonu. Tako, pri srednjoj vodi ( $Q=780 \text{ m}^3/\text{s}$ ) vrednost ovog morfološkog parametra toka varira od oko  $800 \text{ m}^2$  do oko  $2.000 \text{ m}^2$  (odnos oko 2,5), što daje prosečnu vrednost od  $1.340 \text{ m}^2$ . U uslovima približno punog osnovnog korita ( $Q=1.700 \text{ m}^3/\text{s}$ ) površine proticajnih profila Tise uzvodno od brane imaju vrednosti od oko  $1.400 \text{ m}^2$  i do oko  $2.500 \text{ m}^2$  ili prosečno  $1.970 \text{ m}^2$ . Pri svim proticajima najveće površine ovlaženog profila (prelaze navedene gornje granične vrednosti), Tisa ima u zoni Sanada gde reka teče paralelno i starim i novim koritom.

Tokom izrade ovog rada, u okviru terenskih istraživanja, vršena su merenja širine i dubine Tise. Osim prostog utvrđivanja kvantitativnih karakteristika ovih morfoloških parametara toka, kao i izgleda preseka osnovnog korita Tise na različitim poprečnim profilima, jedan od glavnih ciljeva ovih merenja bilo je dovođenje u kauzalnu vezu dobijenih rezultata sa odabranim mernim lokacijama. Dakle, izbor lokacija za merenje je pre svega bio određen težnjom da se utvrde zakonomernosti u vezi širine vodenog ogledala, zatim dubine vode, kao i izgleda poprečnog profila osnovnog korita u zavisnosti da li je merenje vršeno na meandarskoj ili pravolinijskoj deonici toka.

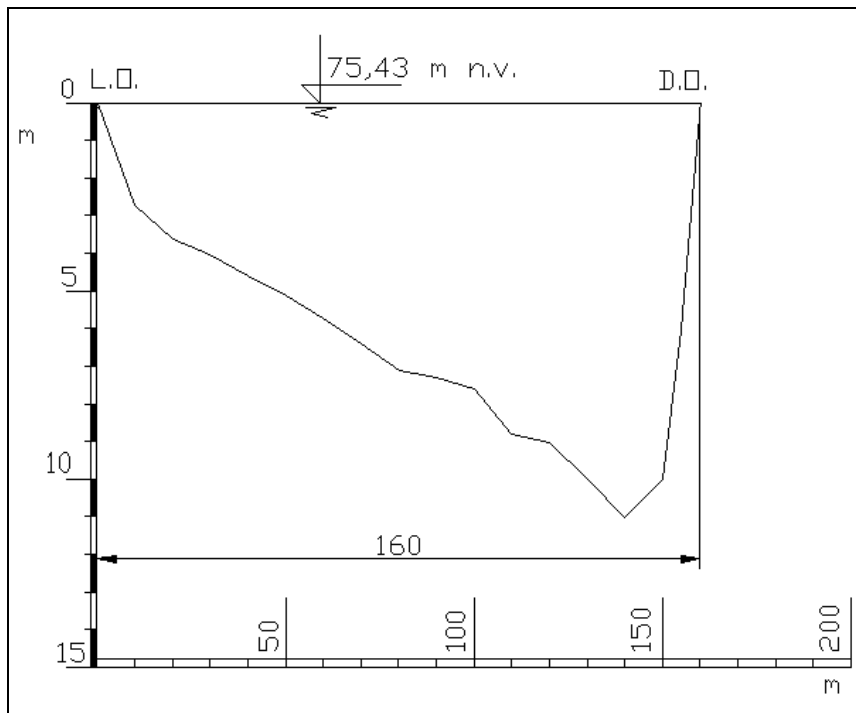
Snimanja poprečnih profila, tačnije ovlaženih ili proticajnih profila<sup>52</sup> (u daljem tekstu: poprečni profil, profil) u osnovnom koritu Tise, na sektoru toka od državne granice do ušća u Dunav, izvršena su tokom septembra, oktobra i novembra 2004. godine. Ukupno je izmereno 25 poprečnih profila, od toga deset u lučnim meandrima, četiri u ostrim okukama, šest na prirodnim pravolinijskim ili blago izvijenim i pet na veštačkim pravolinijskim deonicama korita (*karta 25*). Merenja dubine vode vršena su pomoću sonara (*Garmin Fishfinder 80*), dok su matematičke koordinate početne i završne tačke profila na obalama, zatim širina vodenog ogledala i azimut, odnosno kurs po kojem se kretelo plovilo, određivani pomoću uređaja GPS (*Magelan MAP 330*). Očitavanja dubina vode po pravilu su vršena na svakih 10 m širine korita, ali prema potrebi i češće ako su registrovani izrazitiji pregibi na njegovom dnu. Apsolutne visine nivoa vode na svakom poprečnom profilu su određivane na osnovu vrednosti dnevnih vodostaja izmerenih na dan snimanja profila na vodomernim stanicama u Segedinu, Novom Kneževcu, Senti, Novom Bečeju, na brani, u Titelu i u Starom Slankamenu. U zavisnosti od stacionaže određenog profila na bazi poznatih vodostaja dveju najbližih vodomernih stanica (uzvodne i nizvodne) određivan je prosečan pad vodenog ogledala, nakon čega je uz već utvrđenu tačnu udaljenost mernog mesta od bar jedne vodomerne stanice izračunat i vodostaj Tise na posmatranom profilu. Unatoč činjenici da su merenja 16 poprečnih profila na deonici toka uzvodno od brane vršena u tri različita datuma (11. i 12. septembra i 06. novembra 2004) apsolutna visina

<sup>52</sup> Budući da niti jednog dana merenja osnovno korito nije bilo u potpunosti ispunjeno vodom, ovde se zapravo ne radi o poprečnim profilima minor korita već o ovlaženim ili proticajnim profilima u minor koritu Tise koji svakako generalno ukazuju na njegovu širinu, dubinu i morfologiju.

vodenog ogledala na mernim profilima kontinuirano opada od državne granice prema brani. To je posledica veštačkog regulisanja vodostaja na ovom sektoru Tise koji je pomenutih datuma bio u granicama normalnog uspora (74,50 - 75,50 m a.v.). Na deonici toka nizvodno od brane (snimljeno devet poprečnih profila), tendencija kontinuiranog opadanja vodostaja prema ušću je poremećena između profila P20 i P21. Naime, na drugom profilu, koji se nalazi nizvodnije, apsolutna visina nivoa vodenog ogledala je veća jer je dana 30. 10. 2004. godine, kada je profil sniman, Tisa imala viši vodostaj nego 09. 10. 2004. u vreme snimanja uzvodnijeg profila P20.

Pre analize dobijenih rezultata važno je naglasiti da na nekoliko planiranih lokacija nije bilo moguće merenje poprečnih profila zbog činjenice da korišćeno plovilo, koje ima dublji gaz, nije moglo prići najmanje jednoj od obala kako zbog podvodnih sprudova na konveksnim, tako i zbog vodograđevina na konkavnim stranama korita.

U daljem tekstu biće predstavljeni glavni rezultati merenja do kojih se došlo tokom snimanja pomenutih poprečnih profila u minor koritu Tise. Profili, čiji je položaj na vodotoku vezan za postojeću obalsku stacionažu, analizirani su redom počevši od najuzvodnijeg prema najnizvodnijem (*karta 25*). U cilju lakšeg praćenja morfoloških karakteristika osnovnog korita Tise na predstavljenim grafikonima vertikalni razmer (dubina) je povećan deset puta u odnosu na horizontalni (širina):

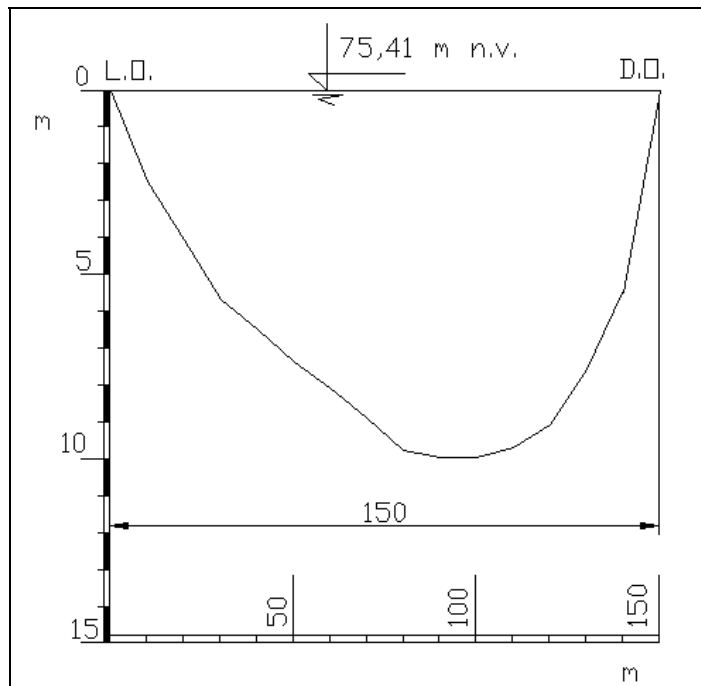


Grafikon 11. Profil br. 1

- Oznaka profila: **P1**
- Stacionaža profila: km 158+300
- Datum merenja: 12. 09. 2004. god.
- Opis mernog mesta: veštačka pravolinijska deonica korita u uzvodnom delu Martonoškog preseka



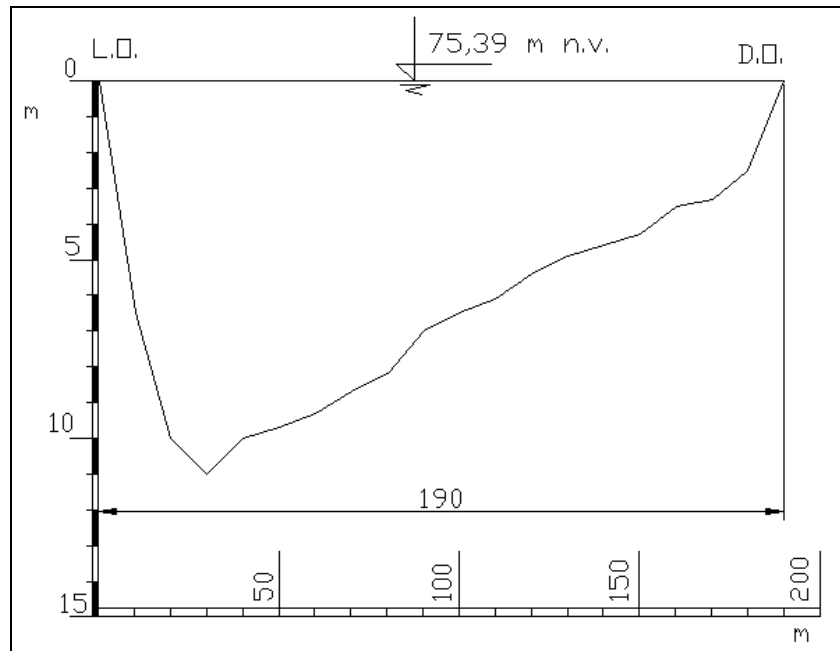
- *Srednja dubina:* 6,06 m
- *Maksimalna dubina:* 11,0 m
- *Glavna zapažanja:* poprečni profil P1 je potpuno asimetričan. Generalno ima trouglastu formu sa vrhom (najveća dubina) koji se nalazi mnogo bliže bačkoj obali. Naime, matica reke snažno potkopava pomenutu obalu tako da je desna strana korita daleko strmija od leve. Na svega 10 m od bačke obale dubina Tise iznosi 10 m, dok se na 20 m od obale nalazi i maksimalno izmerena dubina reke. Idući prema levoj, banatskoj obali, dubina reke kontinuirano opada tako da je na 20 m od obalske linije Tisa bila duboka 3,8 m, a na 10 m od obale, svega 2,7 m. S obzirom da je profil snimljen na pravolinijskoj deonici korita, tačnije u Martonoškim proseku, njegova je asimetričnost na prvi pogled nelogična. Međutim, radi se o profilu koji se nalazi na ulazu u prosek gde reka očigledno nastavlja da potkopava svoju desnu obalu (isto čini u krivini uzvodno od ove veštačke deonice korita) u težnji da ponovo zauzme stari tok koji je prosečen početkom 20. veka.



Grafikon 12. Profil br. 2

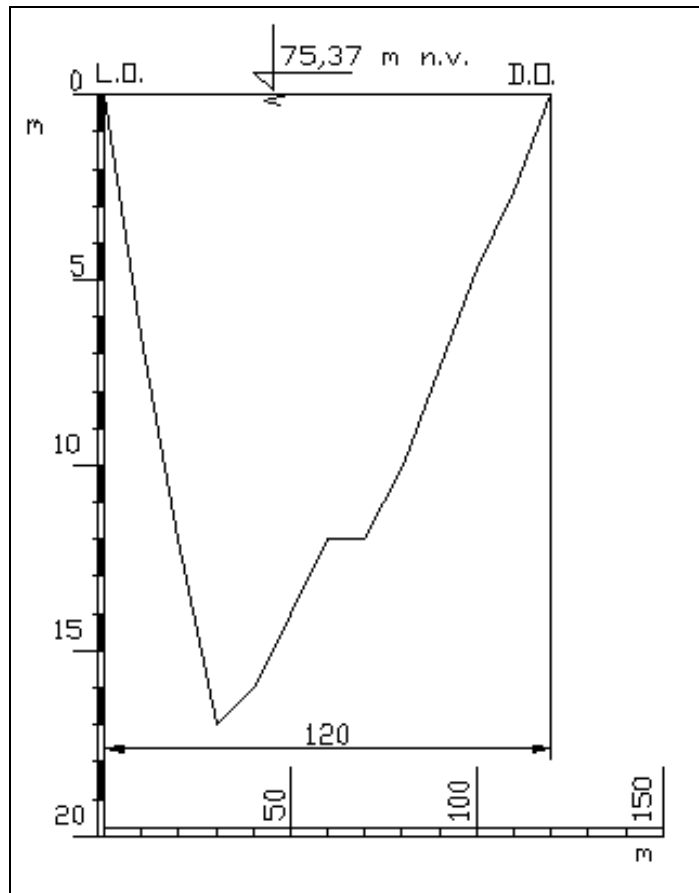
- *Oznaka profila:* **P2**
- *Stacionaža profila:* km 150+400
- *Datum merenja:* 12. 09. 2004. god.
- *Opis mernog mesta:* najistureniji deo naglašenog lučnog meandra uzvodno od Kanjiže sa desnom konkavnom obalom
- *Srednja dubina:* 6,56 m
- *Maksimalna dubina:* 10,0 m
- *Glavna zapažanja:* profil **P2** generalno ukazuje na paraboličnu formu korita sa blago izraženom asimetrijom, čak dosta blažom od očekivane budući da je snimljen

u temenu prilično naglašenog ovalnog meandra. Maksimalna dubina je izmerena bliže bačkoj obali, tako da je u uslovima odsustva pregiba u koritu njegova desna strana strmija od leve. Na 10 m od bačke obale dubina reke je na dan snimanja profila iznosila 5,5 m, a na istoj udaljenosti od banatske obale dubina je bila 2,5 m. U celini posmatrano, dubine imaju gotovo permanentnu tendenciju rasta, odnosno opadanja. Jedini izuzetak čini maksimalno izmerena dubina koja se nalazi na širini od gotovo 20 m na potpuno zaravnjenom delu korita.



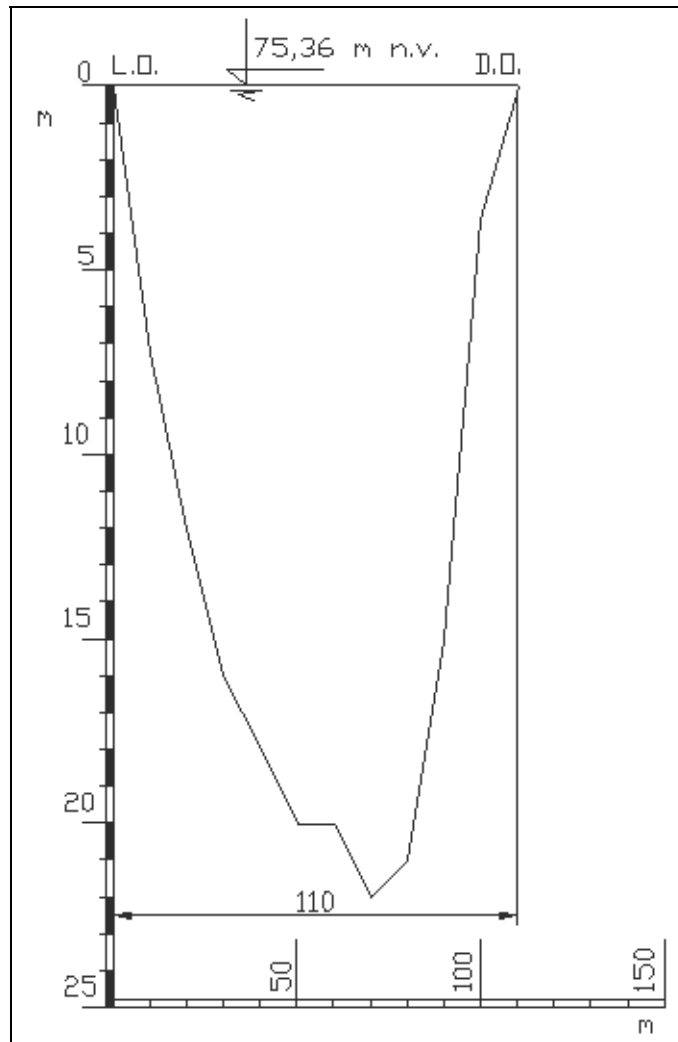
Grafikon 13. Profil br. 3

- *Oznaka profila:* **P3**
- *Stacionaža profila:* km 145+100
- *Datum merenja:* 12. 09. 2004. god.
- *Opis mernog mesta:* istureni deo lučnog meandra uzvodno od Novog Kneževca sa levom konkavnom obalom
- *Srednja dubina:* 6,08 m
- *Maksimalna dubina:* 11,0 m
- *Glavna zapažanja:* profil **P3** ima izrazito asimetričan oblik, što je posledica činjenice da je erozivna komponenta Tisinog rada na posmatranom profilu, inače znatne širine, skoncentrisana duž banatske, konkavne obale. Naime, leva strana korita je izrazito strma, tako da je već na 20 m od banatske obale dubina 10 m, dok je na 30 m od obale izmerena maksimalna dubina. Za razliku od leve, desna strana korita je blago nagnuta. Samo prvih 10 m od bačke obale dubina raste za 2,5 m, a zatim sasvim lagano za 0,2 - 1,2 m na svakih 10 m širine korita.



Grafikon 14. Profil br. 4

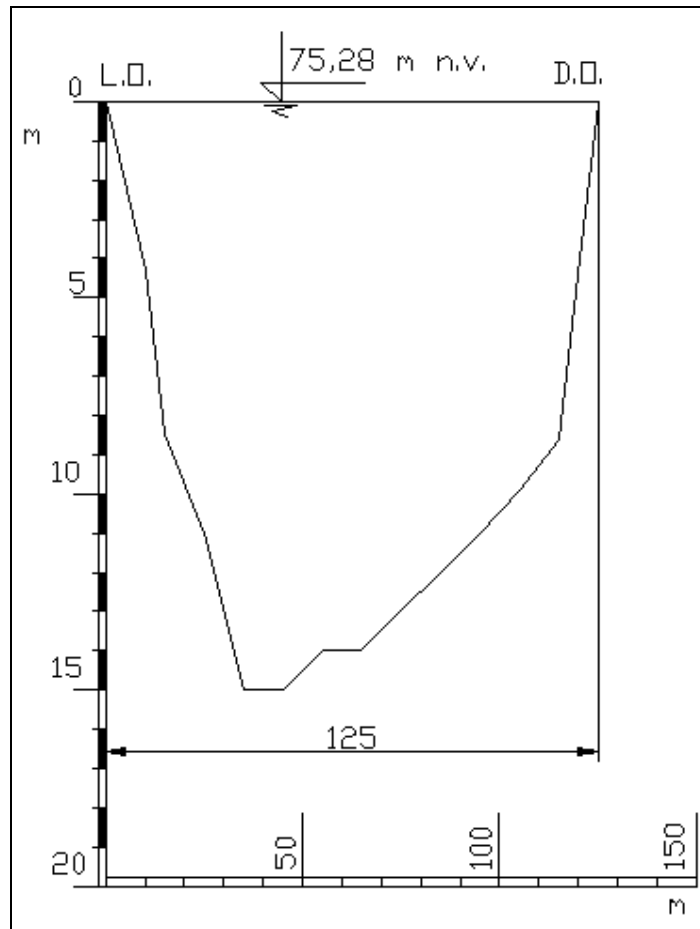
- *Oznaka profila: P4*
- *Stacionaža profila: km 140+700*
- *Datum merenja: 12. 09. 2004. god.*
- *Opis mernog mesta: izduženi lučni meandar nizvodno od Novog Kneževca sa levom konkavnom obalom*
- *Srednja dubina: 8,93 m*
- *Maksimalna dubina: 17,0 m*
- *Glavna zapažanja: profil P4 je specifičan po mnogo čemu. S obzirom da se radi o izduženom lučnom meandru prvo što pada u oči je izrazito mala širina vodenog ogledala, a zatim naročito velika maksimalna dubina, kao i naglašena asimetričnost profila generalno trouglaste forme. Uzvodno od oštrog adorjanskog meandra matica na dužini od oko 2 km napada banatsku obalu čineći je veoma strmom. Na mestu merenog profila, na svega 20 m od pomenute obale, izmerena je dubina od 12 m, a na udaljenosti od 30 m registrovana je i najveća dubina na posmatranom profilu. I konveksna strana korita je veoma strma. Već na 40 m od bačke obale dubina iznosi 10 m. Posebno je interesantan deo konveksne strane korita na dubini od 12 m gde je obrazovana horizontalna stepenica širine oko 10 m. Očigledno je da reka na pomenutoj dubini, zbog male propusne moći korita, usecanjem u njegovu konveksnu stranu pokušava povećati površinu proticajnog profila.*



Grafikon 15. Profil br. 5

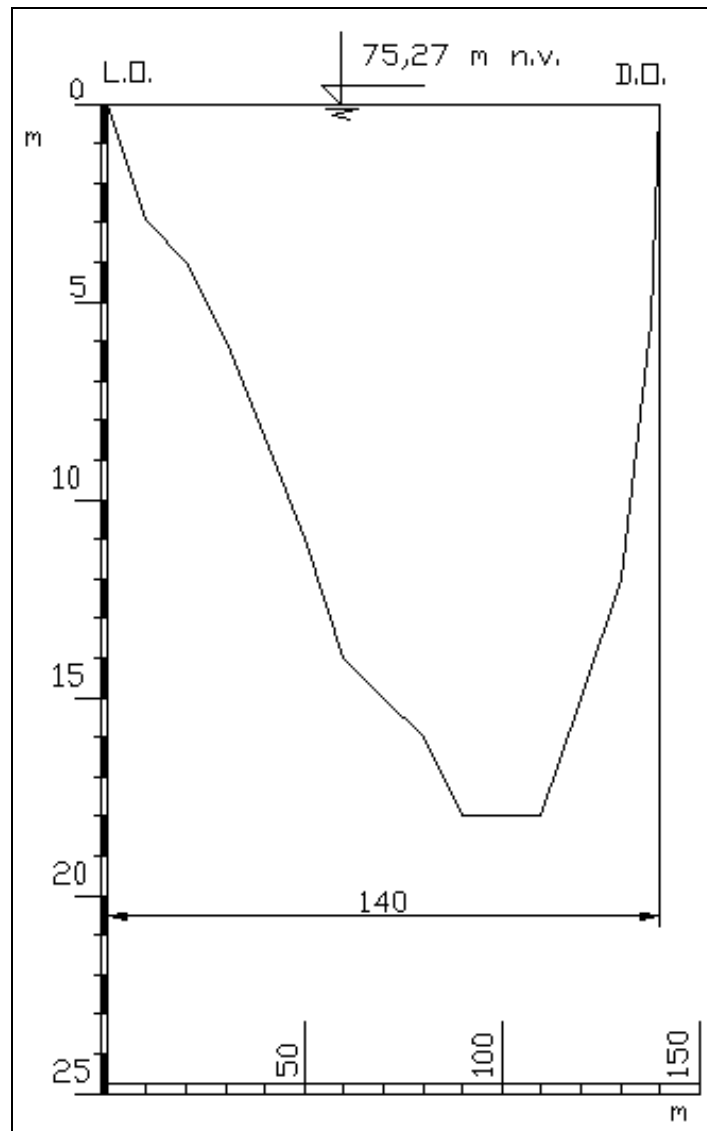
- *Oznaka profila:* **P5**
- *Stacionaža profila:* km 138+700
- *Datum merenja:* 12. 09. 2004. god.
- *Opis mernog mesta:* oštri meandra uzvodno od Adorjana sa desnom konkavnom obalom
- *Srednja dubina:* 12,08 m
- *Maksimalna dubina:* 22,0 m
- *Glavna zapažanja:* adorjanski oštri meandar predstavlja jedno od “uskih grla” Tise na sektoru toka kroz našu zemlju. Osnovno korito u ovom meandru ima izrazito malu širinu, što približno pokazuje i vrednost širine vodenog ogledala izmerene tokom snimanja profila **P5**. Ipak, ono po čemu je ovaj deo toka naročito specifičan je njegova izrazita dubina. Tisa je ovde duboko usekla svoje korito, a kako se vidi na priloženom grafikonu na dubini od 20 m dodatno podriva ionako već strmu konveksnu stranu, a sve u težnji da stvori poprečni profil dovoljne propusne moći. Eventualnim pomeranjem maksimalne dubine korita prema njegovoj sredini, usled

intenzivne erozije, moglo bi se dogoditi da poprečni profil u izrazito oštrom meandru poprimi gotovo simetričnu trouglastu formu.



Grafikon 16. Profil br. 6

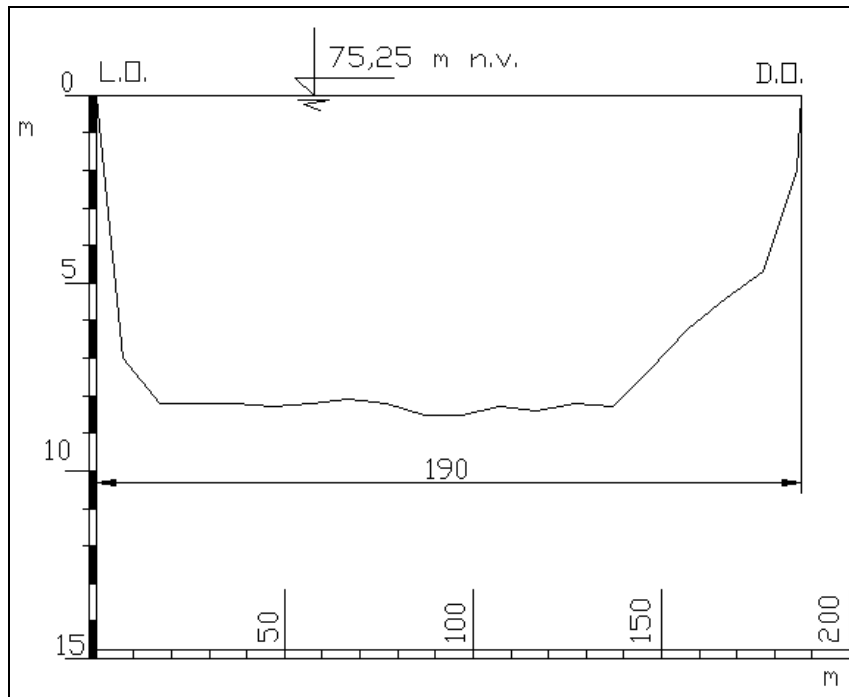
- *Oznaka profila:* **P6**
- *Stacionaža profila:* km 115
- *Datum merenja:* 11. 09. 2004. god.
- *Opis mernog mesta:* veštačka pravolinijska deonica korita u središnjem delu Batkanjskog preseka
- *Srednja dubina:* 9,38 m
- *Maksimalna dubina:* 15,0 m
- *Glavna zapažanja:* vidno asimetričan profil **P6**, snimljen na polovini Batkanjskog preseka, pokazuje da Tisa i nakon više od kilometar oticanja pravolinijskim koritom u celini više erodira banatsku obalu. Maksimalna dubina je izmerena na 40 m od pomenute obale i zadržava se na širini od 10 m. Istina, reka do dubine od 8,5 m podjednako napada obe obale, tako da je i desna strana korita do pomenute dubine veoma strma, čak strmija od leve. Na većim dubinama voda turbulentnim kretanjem ipak više potkopava banatsku obalu. Ovo je očigledno posledica Tisine težnje da ponovo zauzme stari tok koji je pre prokopavanja preseka na ovom sektoru skretao duboko na jugoistok, u banatski deo aluvijalne ravni.



Grafikon 17. Profil br. 7

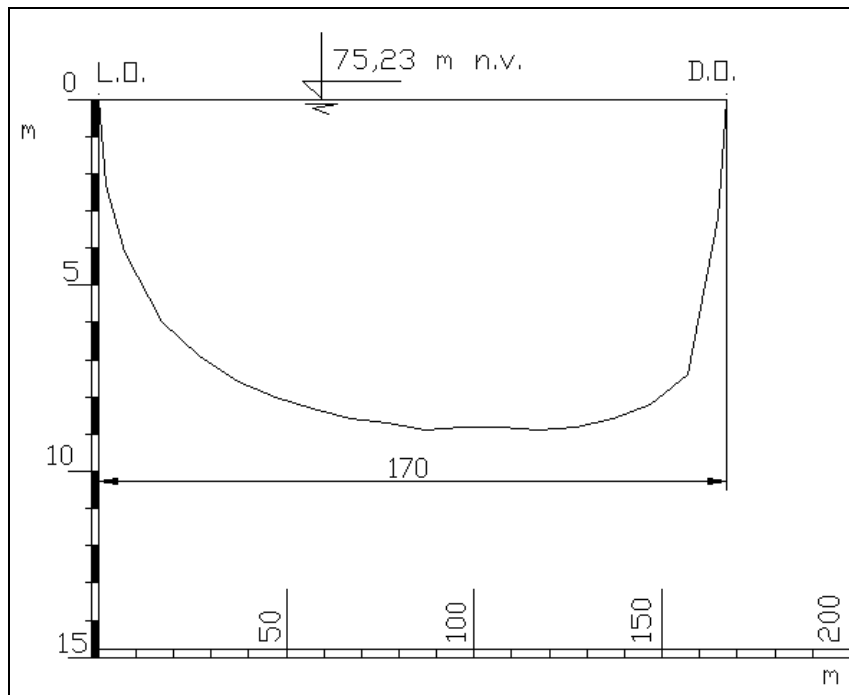
- *Oznaka profila:* **P7**
- *Stacionaža profila:* km 111+400
- *Datum merenja:* 11. 09. 2004. god.
- *Opis mernog mesta:* lučni meandar uzvodno od Padeja sa desnom konkavnom obalom
- *Srednja dubina:* 10,24 m
- *Maksimalna dubina:* 18,0 m
- *Glavna zapažanja:* na deonici toka gde Tisa duž bačke obalske strane nema aluvijalne ravni već snažno napada pomenutu obalu predstavljenu visokim strmim odsecima lesne terase, rečno korito ima veliku dubinu i generalno trouglast poprečni profil naglašene asimetrije. Konkretno profil **P7** pokazuje da je konkavna strana rečnog korita izuzetno strma. Naime, na svega 2 m od bačke obale dubina je na dan

snimanja profila iznosila 5,5 m, a na 10 m od obale čak 12 m (u isto vreme na 10 m od konveksne obale dubina je iznosila 2,9 m). Maksimalna dubina, koja se zadržava na širini od 20 m, izmerena je na svega 30 m od konkavne obale. Generalno, poprečni profil Tisinog korita na mestu merenja profila P7 po širini vodenog ogleдалa, dubini, formi i stepenu asimetrije teoretski više odgovara profilu snimljenom u znatno oštrijoj krivini.



Grafikon 18. Profil br. 8

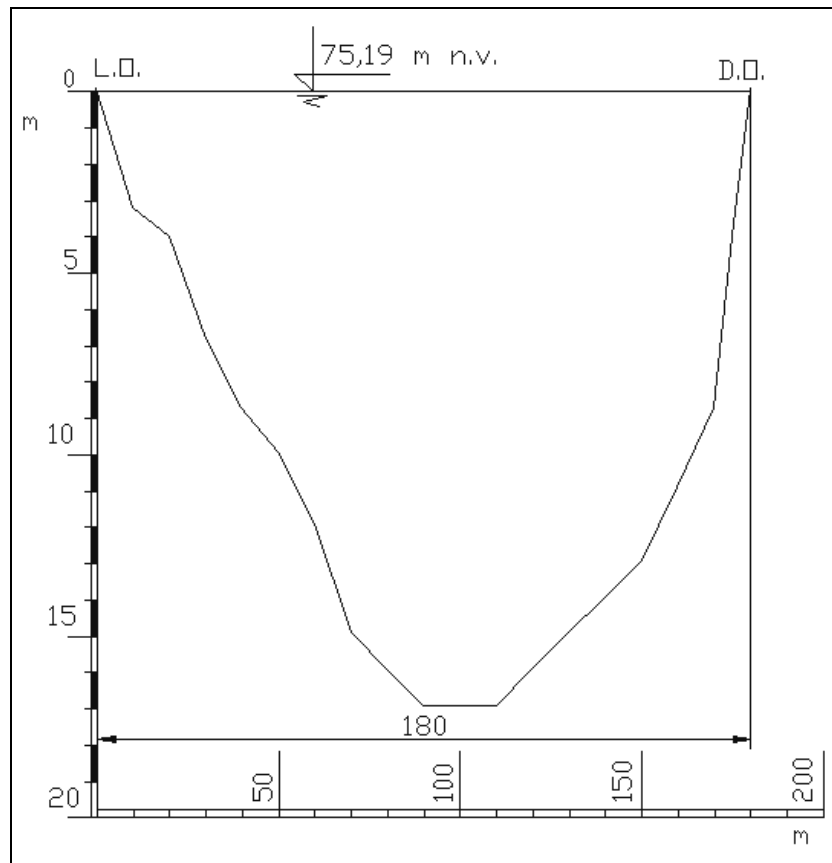
- *Oznaka profila:* **P8**
- *Stacionaža profila:* km 108
- *Datum merenja:* 11. 09. 2004. god.
- *Opis mernog mesta:* prirodna pravolinijska deonica korita uzvodno od Padeja
- *Srednja dubina:* 6,46 m
- *Maksimalna dubina:* 8,5 m
- *Glavna zapažanja:* ako se izuzmu lako uočljivi pregibi na desnoj strani korita profil **P8** generalno ima trapezast oblik sa jasnom asimetrijom. Naime, leva strana korita je vidno strmija, što je posledica blage, gotovo neprimetne, izvijenosti posmatrane deonice toka prema banatskom delu aluvijalne ravni, zbog čega dolazi do skretanja matice u levo. Na svega 20 m od banatske obale dubina iznosi 8,2 m, što je svega 30 cm manje od maksimalno izmerene. Ono po čemu je naročito specifično Tisino korito na mestu merenja profila P8 jeste njegova znatna širina i relativno mala i istovremeno veoma ujednačena dubina koja je na dan snimanja profila, na širini od čak 120 m, imala vrednosti 8,1 - 8,5 m.



Grafikon 19. Profil br. 9

- *Oznaka profila:* **P9**
- *Stacionaža profila:* km 101
- *Datum merjenja:* 11. 09. 2004. god.
- *Opis mernog mesta:* veštačka pravolinijska deonica korita u središnjem delu Ađansko-molskog proseka
- *Srednja dubina:* 6,61 m
- *Maksimalna dubina:* 8,9 m
- *Glavna zapažanja:* poprečni profil veštačkog pravolinijskog korita na mestu snimanja profila **P9** ima gotovo pravilnu paraboličnu formu koju narušava blaža asimetrija. Naime, desna strana korita je primetno strmija na osnovu čega se može zaključiti da je matica reke bliže bačkoj obali. Ako se uzme u obzir činjenica da se radi o deonici toka koji se pruža pravcem sever - jug, razlog za ovakvu pojavu bi se mogao dovesti u vezu sa Berovim zakonom. Inače, korito je ovde relativno plitko sa prilično ujednačenim dubinama, što se može zaključiti na osnovu izmerenih vrednosti ovog parametra koje su se pri važećem vodostaju na dan snimanja profila na širini od čak 120 m kretale između 7,4 m i 8,9 m.

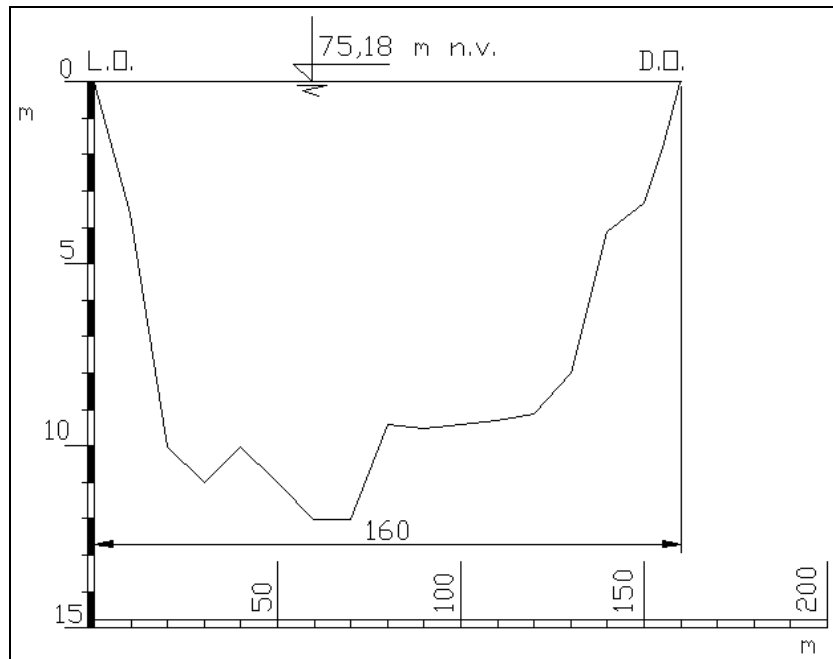




Grafikon 20. Profil br. 10

- *Oznaka profila: P10*
- *Stacionaža profila: km 88+700*
- *Datum merenja: 12. 09. 2004. god.*
- *Opis mernog mesta: oštri meandar kod Bačkog Petrovog Sela sa desnom konkavnom obalom*
- *Srednja dubina: 10,45 m*
- *Maksimalna dubina: 17,0 m*
- *Glavna zapažanja: iako se radi o veoma oštrom meandru širina vodenog ogledala izmerena tokom snimanja profila P10 pokazuje da je osnovno korito Tise ovde veoma široko. Prema očekivanju dubina reke na posmatranom profilu je velika. Takođe i pretpostavke o njegovoj generalno trouglastoj formi sa uočljivom asimetrijom potvrđene su nakon izvršenog snimanja. Do dubine od gotovo 9 m matica snažno potkopava konkavnu, bačku obalu tako da je desna strana korita do pomenute dubine izrazito strma. Idući prema najdubljim delovima korita (na 70 m od bačke obale) nagib ove strane se vidno smanjuje. Duž konveksne obale erozija je primetno manja, što pokazuje raspored dubina. Naime, na 10 m od pomenute obale izmerena dubina je iznosila 3,3 m, a na udaljenosti od 20 m od obale Tisa je bila duboka 4,1 m (u isto vreme na jednakim udaljenostima od konkavne obale izmerene dubine su bile 8,8 m, odnosno 11 m). Ipak, može se konstatovati da je i leva strana korita u celini veoma strma, na većim dubinama čak strmija od desne. Ovo se može*

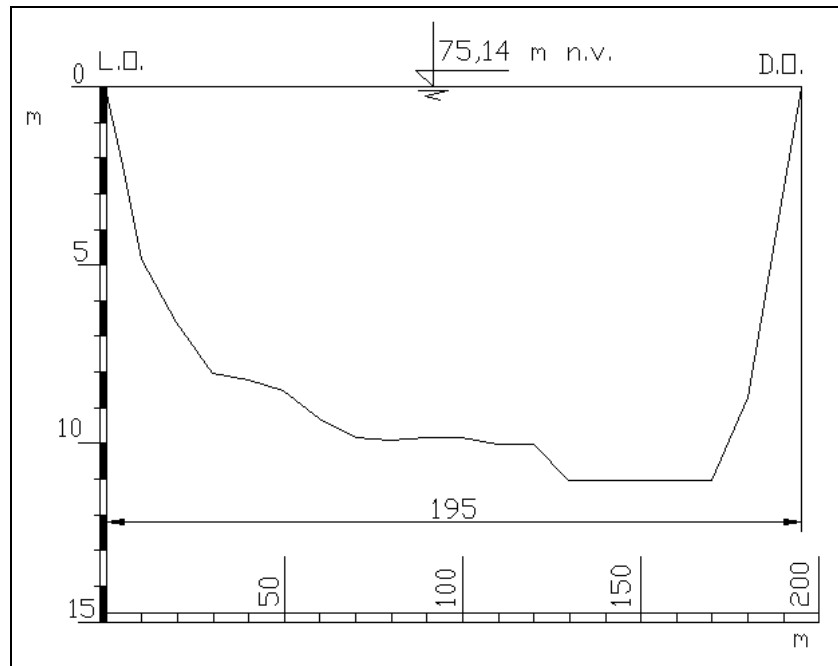
objasniti težnjom reke da upravo na većim dubinama, gde je korito veoma usko, izvrši njegovo proširivanje potkopavanjem konveksne obale.



Grafikon 21. Profil br. 11

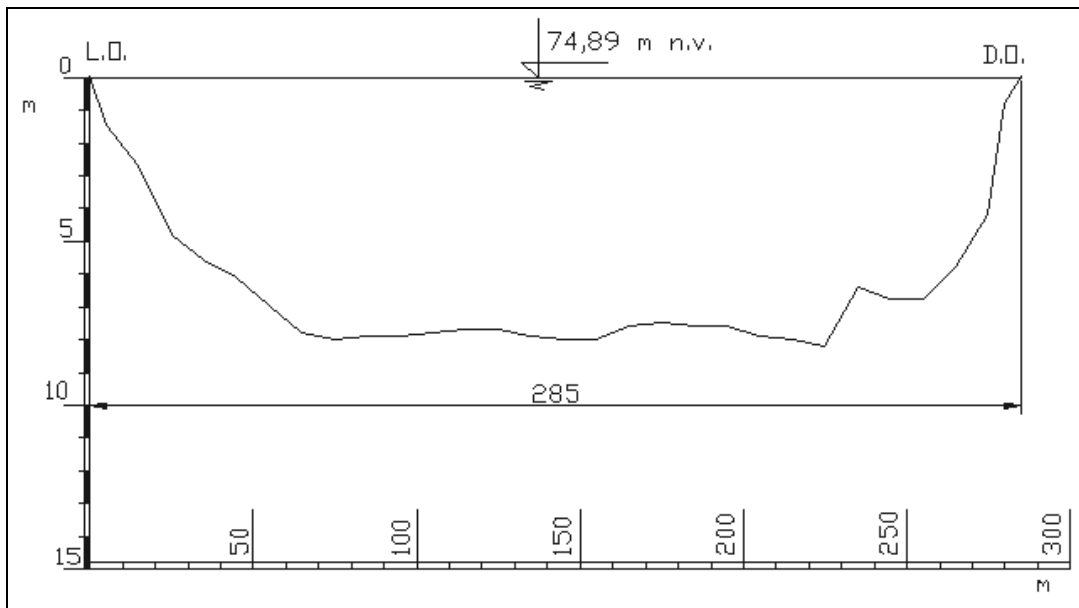
- *Oznaka profila: P11*
- *Stacionaža profila: km 88+500*
- *Datum merjenja: 12. 09. 2004. god.*
- *Opis mernog mesta: oštri meandar kod Bačkog Petrovog Sela sa desnom konkavnom obalom*
- *Srednja dubina: 7,42 m*
- *Maksimalna dubina: 12,0 m*
- *Glavna zapažanja: profil P11 nepravilnog oblika svakako predstavlja jedan od najspecifičnijih poprečnih profila snimljenih tokom istraživanja 2004. godine. Iako je snimljen svega 200 m nizvodnije od profila P10, dakle još uvek u isturenom delu veoma oštrog meandra kod Bačkog Petrovog Sela, rezultati merjenja su bili sasvim neočekivani. Tu se preventivno misli na činjenicu da je erozivna snaga reke na posmatranom poprečnom profilu skoncentrisana duž konveksne obale zbog čega je leva strana korita izrazito strmija od desne (na 20 m od banatske obale dubina je iznosila 10 m), što predstavlja anomaliju, naročito kada su u pitanju oštre krivine. Ova bi se pojava mogla objasniti naglim prelamanjem i odbijanjem vodenih čestica od konkavne prema konveksnoj obali, što je posledica koncentracije izuzetno velike energije na vrlo malom potezu na konkavnoj strani najoštrije krivine koju Tisa formira u našoj zemlji. U odnosu na rezultate dobijene merenjem 200 m uzvodnije (P10), profil P11 ukazuje na primetno manju širinu vodenog ogledala, odnosno vidno uže minor korito, zatim manju dubinu i njegovu dosta nemirnu morfologiju predstavljenu smenom nekoliko izrazitih pregiba. Sve ovo navodi na zaključak da*

su na različitim deonicama Tisinog meandarskog korita, čak na veoma kratkim rastojanjima, uslovi oticanja često dijametralno različiti, čime su određeni karakter i iznos erozivno-akumulativnog rada na poprečnom profilu reke.



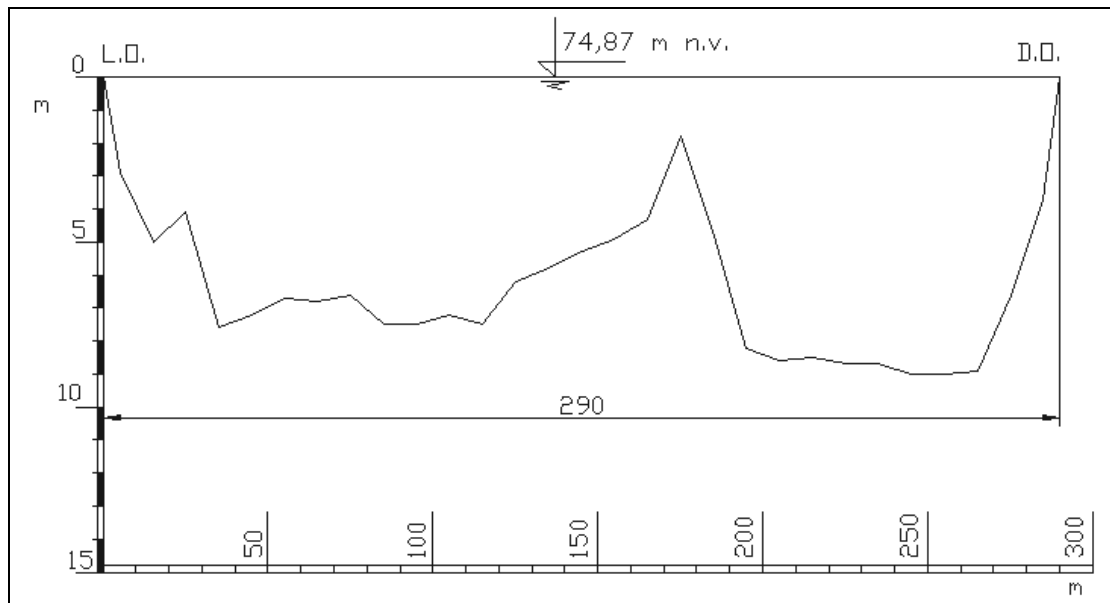
Grafikon 22. Profil br. 12

- *Oznaka profila:* **P12**
- *Stacionaža profila:* km 77+800
- *Datum merenja:* 06. 11. 2004. god.
- *Opis mernog mesta:* veštačka pravolinijska deonica korita u nizvodnom delu Aračkog preseka
- *Srednja dubina:* 7,89 m
- *Maksimalna dubina:* 11,0 m
- *Glavna zapažanja:* profil **P12** snimljen u Aračkom preseku svojim nepravilnim oblikom, znatnom širinom i lako uočljivom asimetrijom još jednom potvrđuje da erozivno-akumulativni rad Tise i na pravolinijskim deonicama korita nije ravnomerno raspoređen. Budući da je desna strana korita strmija od leve može se zaključiti da matica na posmatranom profilu podriva bačku obalu u odnosu na koju se maksimalno izmerena dubina nalazi na udaljenosti od svega 25 m. Skretanje matice u desno na ovoj pravolinijskoj deonici korita sigurno predstavlja posledicu težnje Tise da ponovo zauzme stari tok kojim je tekla pre izvedene regulacije tokom druge polovine 19. veka.



Grafikon 23. Profil br. 13

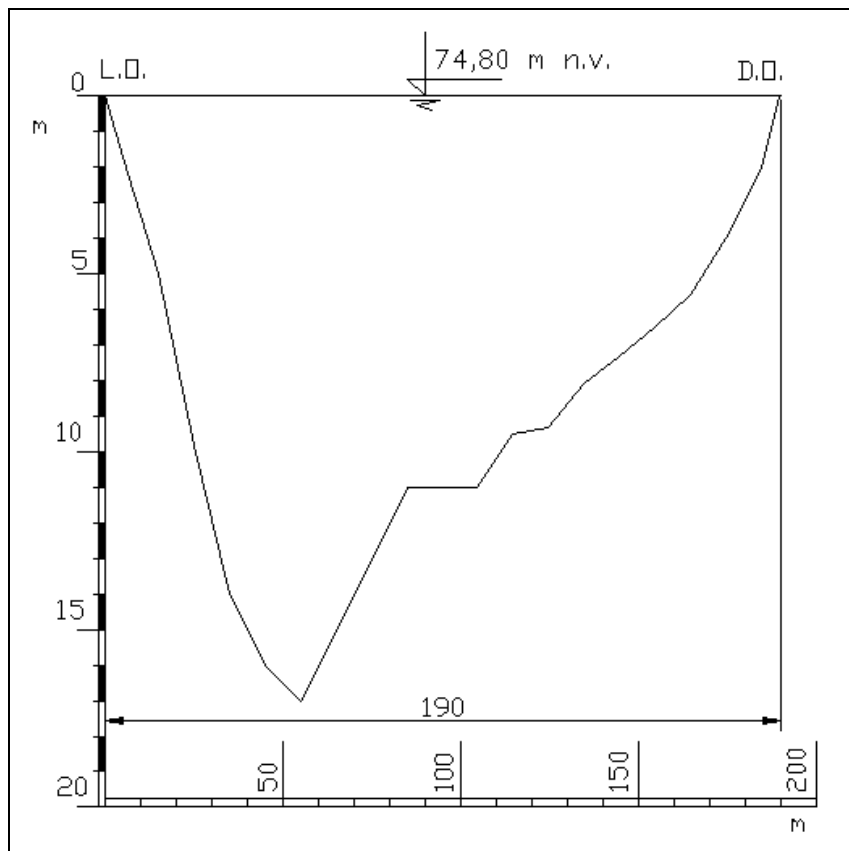
- *Oznaka profila: P13*
- *Stacionaža profila: km 68+300*
- *Datum merjenja: 06. 11. 2004. god.*
- *Opis mernog mesta: prirodna pravolinijska deonica korita uzvodnije od Novobečejske ade*
- *Srednja dubina: 6,18 m*
- *Maksimalna dubina: 8,2 m*
- *Glavna zapažanja: profil P13 snimljen na pravolinijskoj deonici korita oko 200 m uzvodno od Novobečejske ade pre svega ukazuje na izuzetno veliku širinu vodenog ogledala i prilično malu dubinu Tise na ovom sektoru toka. Reka je ovde veoma široka, a oko 200 m nizvodnije, oko pomenutog ostrva, dolazi do njenog račvanja. Usled širine korita Tisa gubi na brzini, a samim tim i na transportnoj moći zbog čega na čitavom pravolinijskom delu korita, pre novobečejskog lučnog meandra, vrši akumulaciju nošenog materijala. Upravo zbog plitkog korita i postojanja podvodnih peščanih sprudova ova deonica toka je pre obrazovanja uspora za vreme niskih vodostaja bila opasna za plovidbu. Na kraju je svakako važno primetiti da profil P13 sa naglašenom simetrijom oslikava poprečni profil pravolinijskog rečnog korita.*



Grafikon 24. Profil br. 14

- *Oznaka profila:* **P14**
- *Stacionaža profila:* km 67+750
- *Datum merenja:* 06. 11. 2004. god.
- *Opis mernog mesta:* prirodna pravolinijska deonica korita nizvodnije od Novobečejske ade
- *Srednja dubina:* 6,12 m
- *Maksimalna dubina:* 9,0 m
- *Glavna zapažanja:* i oko 100 m nizvodnije od Novobečejske ade, gde je snimljen profil **P14**, zahvaljujući podvodnom peščanom sprudu, koji predstavlja genetski nastavak pomenutog ostrva, može se reći da je rečno korito još uvek podeljeno na dva dela. Između bačke obale i spruda nalazi se uži (115 m) i dublji (do 9 m), a prema banatskoj obali širi (175 m) i plići (do 7,6 m) deo korita. Na dan snimanja profila najviši deo podvodnog peščanog spruda, na odabranom preseku, ležao je na dubini od svega 1,8 m. Generalno, može se konstatovati da je čitavo korito i ovde relativno plitko, ali zahvaljujući izrazitoj širini ima dovoljnu propusnu moć. Poprečni profil celokupnog ovlaženog dela korita ima naglašeno nepravilnu formu kojoj naročito doprinosi asimetričan peščani sprud (strana okrenuta prema užem rukavcu je vidno strmija od naspramne). Posmatrajući parcijalno poprečne profile užeg i šireg dela korita lako je uočljivo da prvi generalno ima približno trapezast oblik, dok je drugi nepravilne forme. Dno i strane šireg dela korita se odlikuju smenom nekoliko oštih pregiba među kojima svojom veličinom i položajem posebnu pažnju, ali i zabunu izaziva pregib na njegovoj banatskoj strani. Naime, zbog laganog ulaska u nešto nizvodniji, naglašeni lučni meandar matica već na ovom profilu skreće prema banatskoj obali zbog čega je ista zaštićena

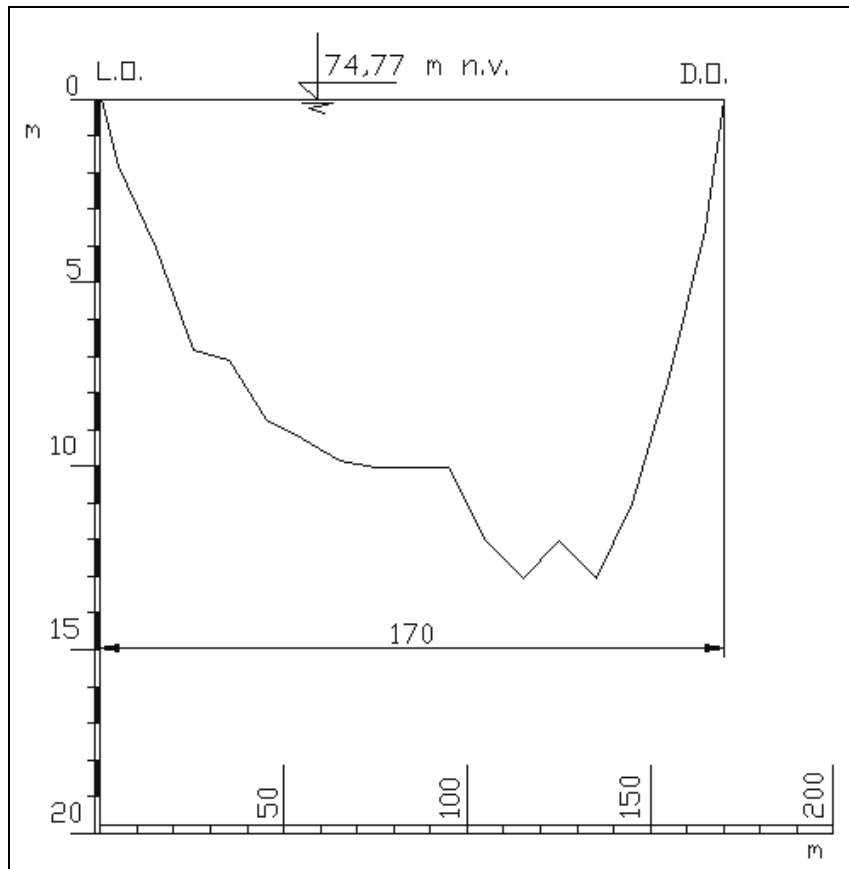
obaloutvrđama i podvodnim građevinama, odnosno naperima, koje sonar registruje kao delove dna. Dakle, vrh oštrog pregiba na banatskoj strani korita Tise zapravo predstavlja najistaknutiji deo podvodne regulacione građevine.



Grafikon 25. Profil br. 15

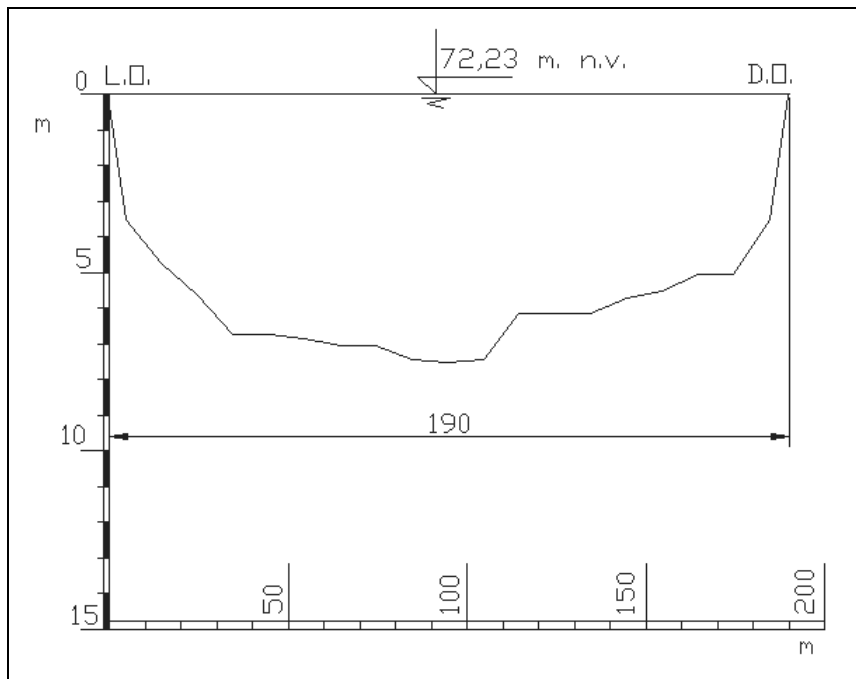
- *Oznaka profila: P15*
- *Stacionaža profila: km 65+500*
- *Datum merenja: 06. 11. 2004. god.*
- *Opis mernog mesta: lučni meandar kod Novog Bečeja sa levom konkavnom obalom*
- *Srednja dubina: 8,42 m*
- *Maksimalna dubina: 17,0 m*
- *Glavna zapažanja: svojom generalno trouglastom formom i naglašenom asimetrijom profil P15 oslikava karakterističan poprečni presek snimljen u meandarskom delu korita. Istina, stepenom uklinjenosti i znatnom dubinom više odgovara poprečnom profilu snimljenom u oštroj krivini. Dakle, profil P15 pokazuje da Tisa u vrhu lučnog meandra kod Novog Bečeja snažno napada banatsku obalu tako da je leva strana korita znatno strmija i dublja od desne. Na svega 20 m od pomenute obale izmerena dubina je iznosila 9,8 m, a na udaljenosti od 50 m registrovana je maksimalna dubina, što predstavlja izuzetno malo rastojanje ako se u obzir uzme znatna širina osnovnog korita na posmatranom profilu. I ovom prilikom se potvrđuje da Tisa u naglašenim meandrima na većim dubinama, gde je korito usko, pokušava izvršiti njegovo proširivanje erodirajući i konveksne strane. U*

konkretnom slučaju to se može zaključiti na osnovu izrazito strmog dela konveksne strane koji se nalazi na dubinama između 11 m i 17 m, kao i na osnovu stepenice usečene u pomenutoj strani korita na dubini od 11 m.



Grafikon 26. Profil br. 16

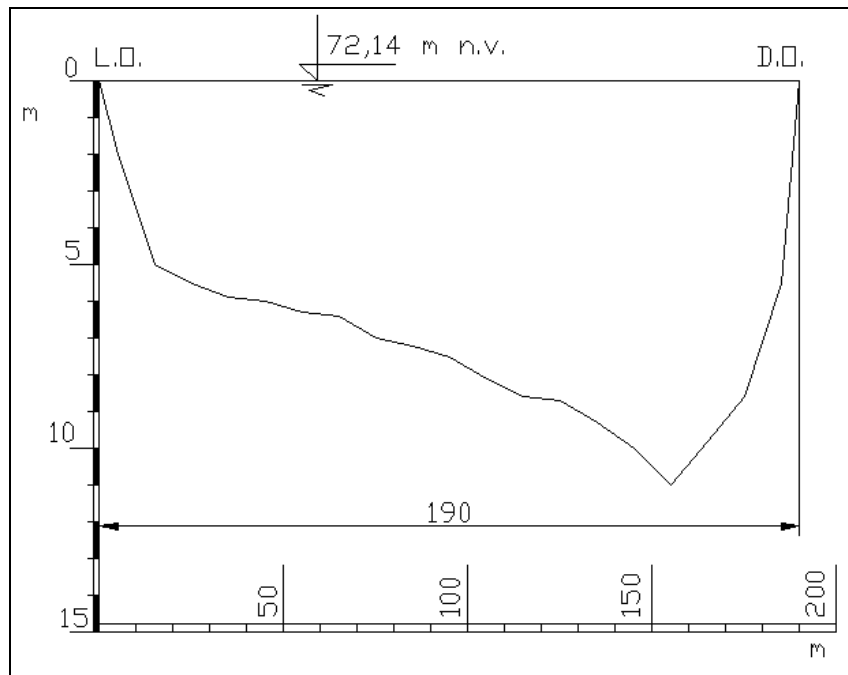
- **Oznaka profila: P16**
- **Stacionaža profila: km 64**
- **Datum merenja: 06. 11. 2004. god.**
- **Opis mernog mesta: izlaz iz lučnog meandra kod Novog Bečeja sa levom konkavnom obalom**
- **Srednja dubina: 7,83 m**
- **Maksimalna dubina: 13,0 m**
- **Glavna zapažanja: profil P16, snimljen na izlazu iz lučnog mandra, oko 1 km uzvodno od brane, pokazuje da matica reke na posmatranom mestu podriva bačku obalu, usled čega je desna strana korita veoma strma. Maksimalna dubina je izmerena na svega 35 m od pomenute obale. Odvlačenju matice u desno i asimetriji, u velikoj meri nepravilnog poprečnog profila osnovnog korita Tise, sigurno doprinosi i antropogeni faktor. Naime, prelivna polja obližnje brane, preko kojih se propušta voda, nalaze se bliže bačkoj obali, dok je brodska prevodnica sagrađena uz banatsku obalu čime je oticanje ovim delom korita onemogućeno.**



Grafikon 27. Profil br. 17

- *Oznaka profila: P17*
- *Stacionaža profila: km 60*
- *Datum merenja: 09. 10. 2004. god.*
- *Opis mernog mesta: veštačka pravolinijska deonica korita u uzvodnom delu Borjaškog preseka*
- *Srednja dubina: 5,40 m*
- *Maksimalna dubina: 7,5 m*
- *Glavna zapažanja: generalno posmatrano, veštačko pravolinijsko korito na mestu snimanja profila P17, odlikuje se znatnom širinom, malom dubinom i poprečnim profilom naglašene simetrije (strane korita su sličnog nagiba, a maksimalna dubina je izmerena gotovo na samoj polovini preseka). Ipak, da erozivno-akumulativni rad Tise nije ravnomerno raspoređen na čitavom poprečnom profilu može se zaključiti na osnovu nešto dublje leve strane korita, što govori da je matica reke bliže banatskoj obali.*

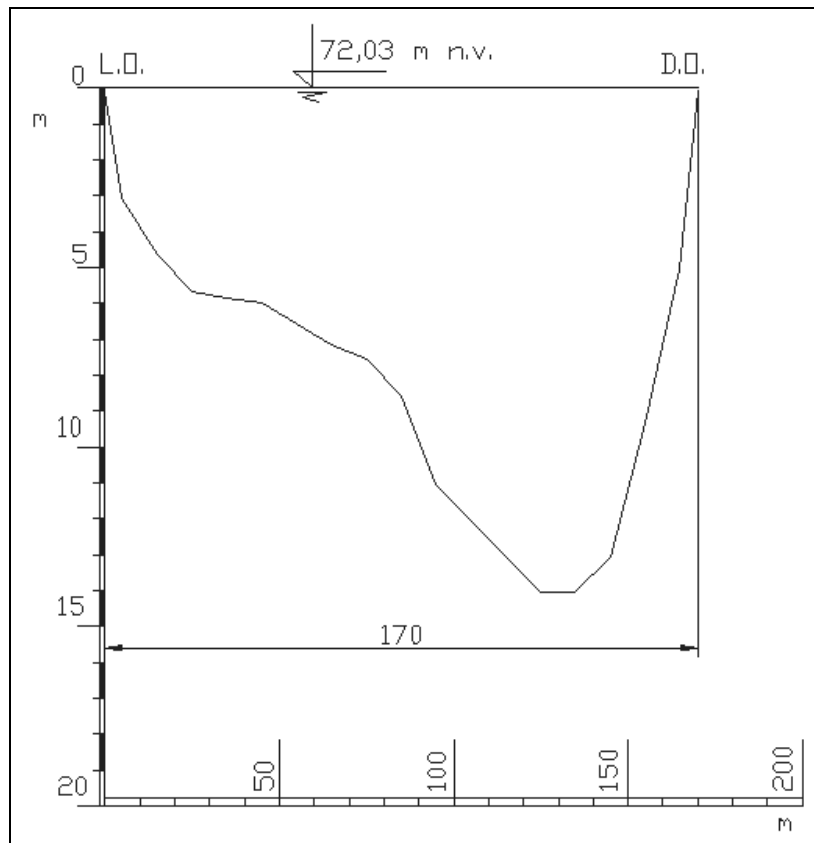




Grafikon 28. Profil br. 18

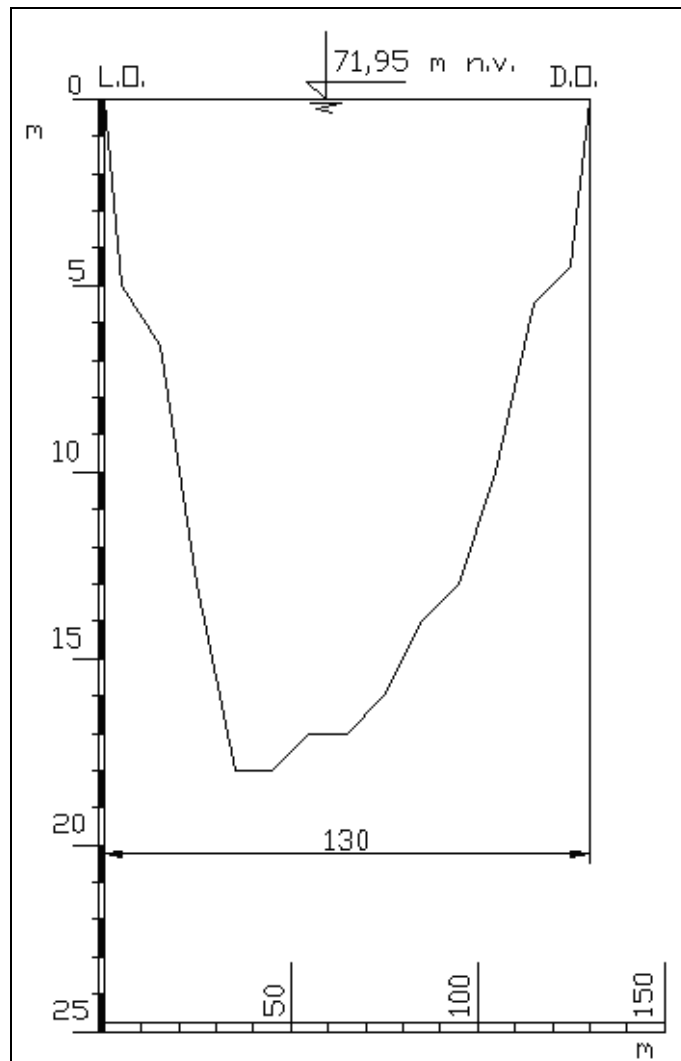
- *Oznaka profila: P18*
- *Stacionaža profila: km 50*
- *Datum merenja: 09. 10. 2004. god.*
- *Opis mernog mesta: prirodna pravolinijska deonica korita uzvodno od Taraša*
- *Srednja dubina: 6,59 m*
- *Maksimalna dubina: 11,0 m*
- *Glavna zapažanja: snimanjem profila P18 na prirodnoj pravolinijskoj deonici korita došlo se do sasvim neočekivanih rezultata. Naime, matica reke podriiva bačku obalu usled čega je desna strana korita veoma strma. Na svega 15 m od pomenute obale izmerena je dubina od 9,8 m, a na udaljenosti od 35 m registrovana je maksimalna dubina na posmatranom profilu. Dakle, po svom obliku i visokom stepenu asimetrije ovakav poprečni profil bi odgovarao najmanje lučnom meandru sa desnom konkavnom obalom. Ova anomalija bi se mogla objasniti činjenicom da se upravo na posmatranoj deonici toka, u desnom priobalju Tise, nalazi prostrana inundacija prema kojoj je nagnuto današnje pravolinjsko korito. Tisa je nekada u pomenutoj inundaciji, naspram Taraša, formirala izuzetno oštar meandar koji je udruženim delovanjem prirode i čoveka<sup>53</sup> napustila, a čiju putanju očigledno teži ponovo da zauzme.*

<sup>53</sup> Prema kazivanju najstarijih meštana Taraša, Tisa je u visini naselja u vreme velikih voda formirala rukavac paralelan sa oštrim meandrom. U težnji da reku "približe" naselju i na taj način obezbede tokom cele godine lakši prelaz skelom na desnu obalu, meštani su početkom 20. veka produbili korito rukavca. Tisa je nakon ovog zahvata vrlo brzo potekla kraćim putem, dok je stara, meandarska deonica toka pretvorena u mrtvaju koju reka tokom godine redovno plavi s obzirom da se ista nalazi u nebranjenoj pojasi.



Grafikon 29. Profil br. 19

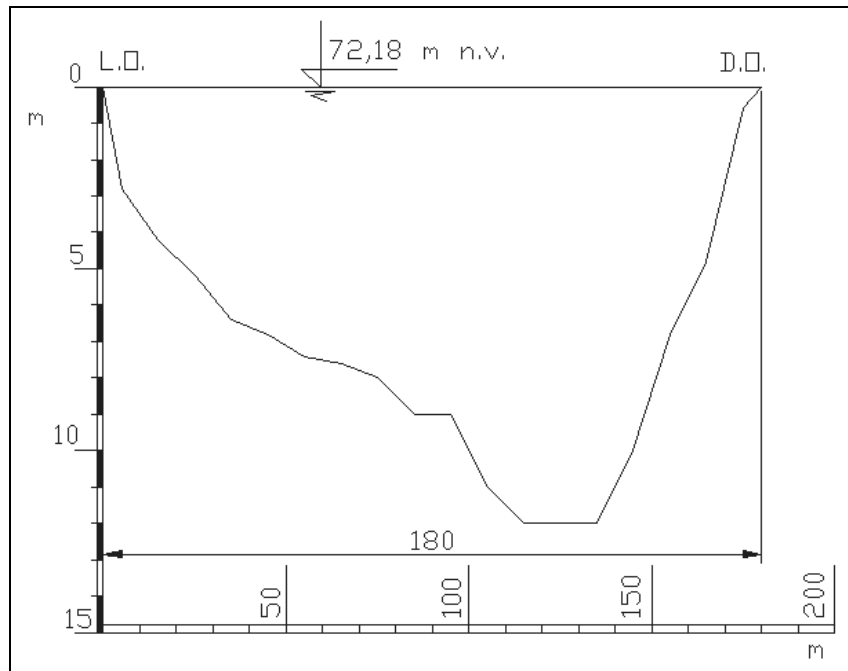
- *Oznaka profila: P19*
- *Stacionaža profila: km 36+250*
- *Datum merenja: 09. 10. 2004. god.*
- *Opis mernog mesta: slabo naglašen lučni meandar nizvodno od Žabaljskog mosta sa desnom konkavnom obalom*
- *Srednja dubina: 7,67 m*
- *Maksimalna dubina: 14,0 m*
- *Glavna zapažanja: mada se radi o blago izvijenom desnom meandru Tisa nizvodno od Žabaljskog mosta snažno potkopava bačku obalu usled čega je desna strana korita veoma strma, a desna polovina dna gotovo duplo dublja od leve. Maksimalna dubina je izmerena na 35 m od bačke obale, dok je na istoj udaljenosti od banatske obale dubina bila 5,8 m. Ovakav raspored dubina ukazuje na visokostepenu asimetriju generalno trouglastog profila P19 koja predstavlja posledicu naglašene koncentracije erozivne komponente Tisinog rada duž bačke, odnosno preovlađujuće akumulacije, duž banatske obale.*



Grafikon 30. Profil br. 20

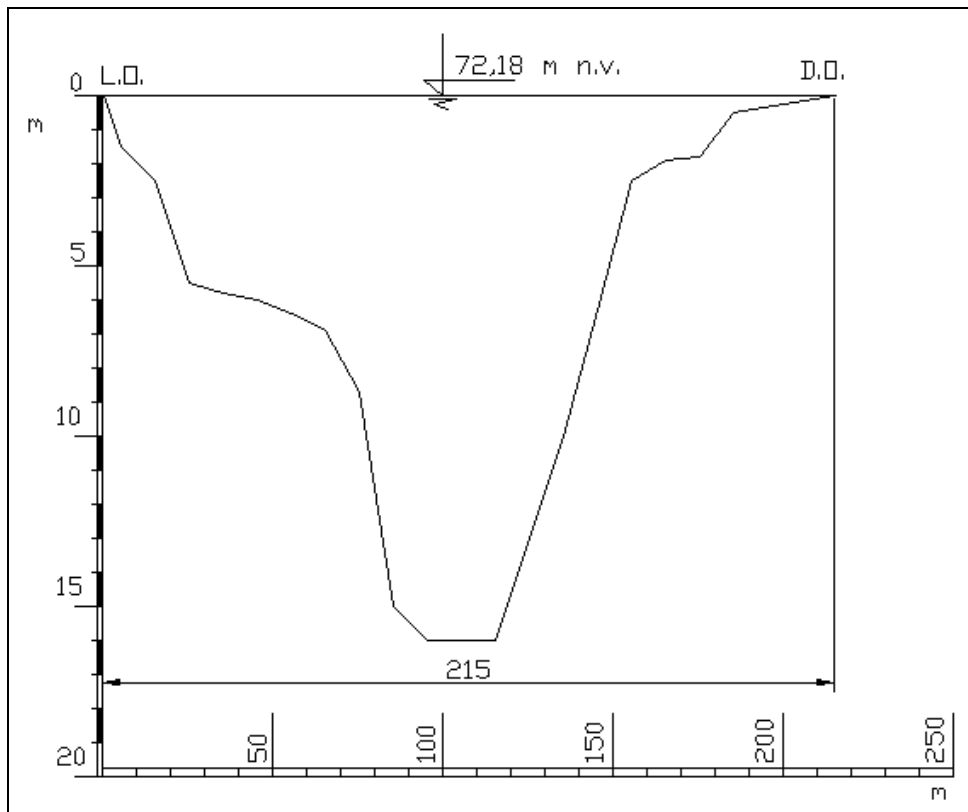
- *Oznaka profila: P20*
- *Stacionaža profila: km 27+300*
- *Datum merenja: 09. 10. 2004. god.*
- *Opis mernog mesta: oštri meandar uzvodno od vikend naselja Tonja sa levom konkavnom obalom*
- *Srednja dubina: 10,51 m*
- *Maksimalna dubina: 18,0 m*
- *Glavna zapažanja: sa malom širinom vodenog ogledala, velikom dubinom, generalno trouglastom formom i naglašenom asimetrijom profil P20 predstavlja tipičan poprečni profil rečnog korita u temenu laktastog meandra. Maksimalna dubina je izmerena na 35 m od konkavne, banatske obale tako da je leva strana korita izuzetno strma. No, prema očekivanju, i desna strana korita se odlikuje velikim nagibom. Na dubini od 17 m u ovoj strani je formirana stepenica širine 10 m koja navodi na zaključak da se Tisa i u ovom oštroj meandru useca u konveksnu*

stranu korita. Takođe, zanimljiva je pojava da je do dubine od oko 5 m (reka ravnomerno erodira obe obale) profil P20 gotovo simetričan, a tek na većim dubinama nastupa pomenuta asimetrija.



Grafikon 31. Profil br. 21

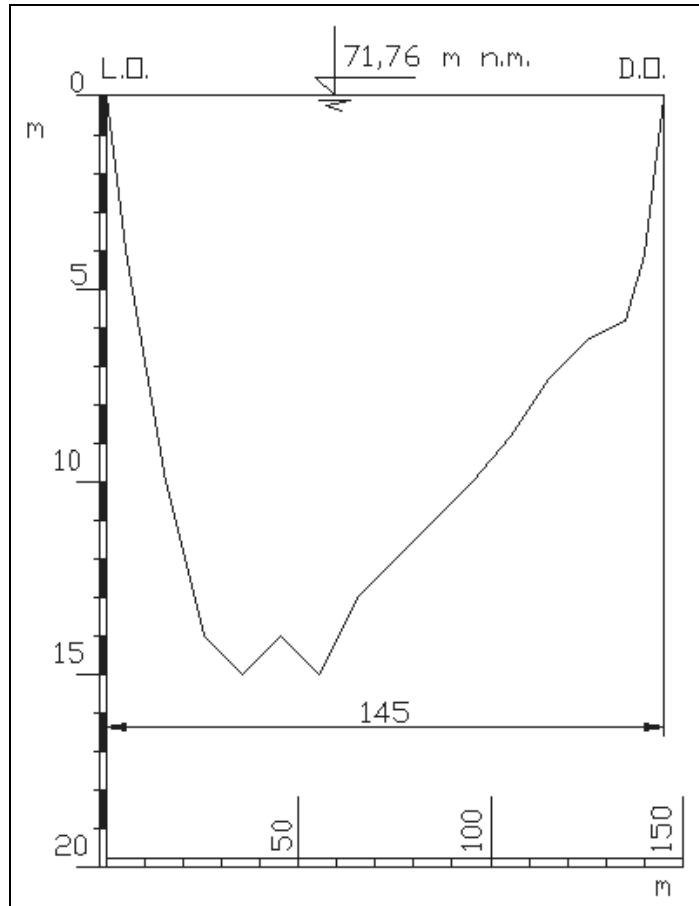
- *Oznaka profila:* **P21**
- *Stacionaža profila:* km 21
- *Datum merenja:* 30. 10. 2004. god.
- *Opis mernog mesta:* lučni meandar kod Mošorinskog vikend naselja sa desnom konkavnom obalom
- *Srednja dubina:* 6,80 m
- *Maksimalna dubina:* 12,0 m
- *Glavna zapažanja:* profil **P21** je snimljen na deonici toka gde se Tisa u vidu dugačke lučne krivine svojom desnom obalom naslanja na Titelski breg. Poprečni profil korita u isturenom delu ovog ovalnog meandra se odlikuje generalno trouglastom formom i naglašenom asimetrijom. Maksimalna dubina je izmerena na 45 m od konkavne, desne obale, dok sa udaljavanjem od konveksne obale dubine generalno znatno sporije opadaju. Ipak, važno je primetiti da je na udaljenosti od 5 m dubina uz banatsku obalu (2,8 m) primetno veća od dubine uz bačku obalu (0,6 m). Ovo je posledica zasipanja uskog desnog priobalnog dela rečnog korita krečnjačkim oblucima zaostalim nakon ispiranja i odnošenja lesne prašine iz odlomljenih lesnim skladova Titelskog brega. Izuzimajući ove plitke priobalne delove korita, u celini, njegova desna strana je znatno strmija od leve.



Grafikon 32. Profil br. 22

- *Oznaka profila: P22*
- *Stacionaža profila: km 20+800*
- *Datum merjenja: 30. 10. 2004. god.*
- *Opis mernog mesta: lučni meandar kod Mošorinskog vikend naselja sa desnom konkavnom obalom*
- *Srednja dubina: 6,78 m*
- *Maksimalna dubina: 16,0 m*
- *Glavna zapažanja: profil P22 je snimljen svega 200 m nizvodnije od prethodnog mernog mesta, međutim svojim oblikom se znatno razlikuje od profila P21. Specifičan izgled poprečnog profila osnovnog korita Tise na mestu merjenja profila P22 predstavlja rezultat, na jednoj strani intenzivne fluvijalne erozije, a na drugoj, zasipanja desnog priobalnog pojasa rečnog korita u širini od oko 20 m (dubina nije prelazila vrednost od 0,5 m), ali ne transportovanim rečnim materijalom, nego krečnjačkim oblucima zaostalim nakon pomenutog ispiranja lesnih formacija poreklom sa Titelskog brega. Očigledno da je Tisa tokom visokih voda, na izlasku iz lučnog meandra, bočno snažno podrivala lesni plato usled čega je dolazilo do cepanja i stropoštavanja u reku čitavih skladova lesa sa konkrecijama. Oplićavanjem desne strane osnovnog korita matica je odbijena prema sredini toka, gde usled smanjenja propusne moći korita, vrši njegovo preizdublјivanje. Na posmatranom profilu korito ima veliku maksimalnu dubinu koja se nalazi upravo na njegovoj*

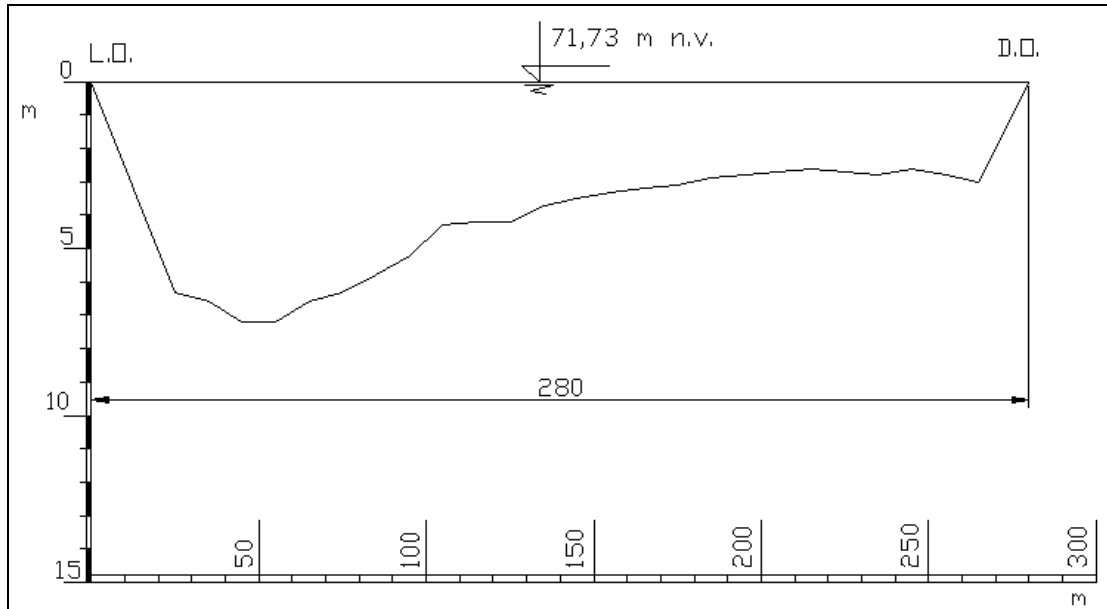
sredini. Takođe, analizirajući profil P22 može se konstatovati i da je usled zasipanja desne strane korita i paralisanja erozivne moći reke duž konkavne obale, matica generalno bliže konveksnoj, banatskoj obali.



Grafikon 33. Profil br. 23

- *Oznaka profila:* **P23**
- *Stacionaža profila:* km 6+300
- *Datum merenja:* 09. 10. 2004. god.
- *Opis mernog mesta:* lučni meandar nizvodno od Knićanina sa levom konkavnom obalom
- *Srednja dubina:* 8,84 m
- *Maksimalna dubina:* 15,0 m
- *Glavna zapažanja:* nizvodno od Knićanina, u svom predposlednjem meandru, gde je obavljeno snimanje profila **P23**, Tisa intenzivno podriva banatsku, konkavnu obalu usled čega je leva strana korita izuzetno strma. Maksimalna dubina je izmerena na svega 35 m od pomenute obale, dok je na istoj udaljenosti od bačke, konveksne obale dubina na dan merenja profila iznosila 8,8 m. Inače, sa udaljavanjem od obala dubine konstantno rastu do maksimalno izmerene koja se javlja na dva mesta međusobno udaljena 20 m (između najdubljih tačaka u koritu nalazi se pregib

relativne visine 1 m). Osim potvrde očekivane asimetrije poprečnog profila, rezultati merenja još ukazuju na malu širinu i znatnu dubinu osnovnog korita Tise na mernom mestu.

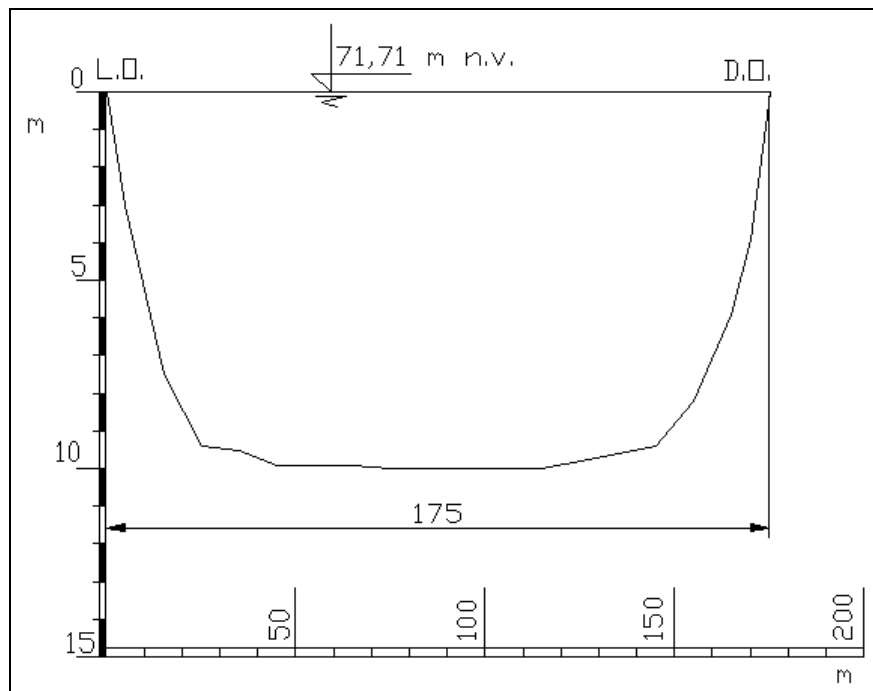


Grafikon 34. Profil br. 24

- *Oznaka profila:* **P24**
- *Stacionaža profila:* km 2
- *Datum merenja:* 09. 10. 2004. god.
- *Opis mernog mesta:* blago izvijena, proširena deonica korita sa banatskom konkavnom obalom<sup>54</sup>
- *Srednja dubina:* 3,91 m
- *Maksimalna dubina:* 7,2 m
- *Glavna zapažanja:* profil **P24** je snimljen u proširenom delu korita kojim Tisa teče neposredno pre svog ušća. Osim velike širine vodenog ogledala rezultati merenja pokazuju da je reka ovde izuzetno plitka. Krenuvši od bačke obale pa u širini od čak 180 m dubina Tise na dan merenja nije prelazila vrednost od 4,3 m. Bliže banatskoj obali reka je nešto dublja, ali i tu maksimalno izmerena dubina jedva prelazi 7,0 m. Dakle, bez obzira što je na dan izvršenog merenja Tisa imala relativno nizak vodostaj, može se konstatovati da je u celini njeno minor korito na posmatranom profilu veoma plitko. To navodi na zaključak da reka ovde u najvećem delu korita uglavnom akumulira nošeni materijal, jedino bliže banatskoj obali, prema kojoj

<sup>54</sup> Zbog izrazitog proširenja nastalog usled potkopavanja leve obale od strane matice, poslednja 2 km toka Tise poprimaju izgled blage krivine, koja još uvek nema karakter lučnog meandra, ali se svakako može kvalifikovati kao prelaz između pravolinijske i meandarske deonice korita.

matica skreće po izlasku iz lučnog meandra, Tisa vrši određeni erozivni rad, što je jedan od razloga za asimetričan izgled poprečnog profila. Tragajući za uzrocima smanjene transportne moći Tise na posmatranoj deonici toka, prvenstveno treba obratiti pažnju na činjenicu da pri naglom izlasku iz suženog i ulasku u prošireni deo korita dolazi do svojevrstnog “rasipanja” kinetičke energije i slabljenja mehaničke snage vodotoka. Takođe, Tisa je ovde pod snažnim uticajem Dunava koji nakon izgradnje HE *Đerdap I* i formiranja uspora, značajan deo godine sprečava njeno slobodno oticanje.



Grafikon 35. Profil br. 25

- *Oznaka profila:* **P25**
- *Stacionaža profila:* km 0
- *Datum merenja:* 09. 10. 2004. god.
- *Opis mernog mesta:* prirodna pravolinijska deonica korita na ušću
- *Srednja dubina:* 7,80 m
- *Maksimalna dubina:* 10,0 m
- *Glavna zapažanja:* poslednja gotovo 2 km toka korito Tise se neprestano sužava tako da je širina vodenog ogedala na profilu **P25**, snimljenom na samom ušću, za više od 100 m manja u odnosu na izmerenu širinu prilikom snimanja profila P24. Na temelju rezultata merenja može se videti da korito Tise na ušću ima približno trapezast oblik i da se odlikuje visokim stepenom simetrije. Strane korita su podjednako strme, a dno prilično zaravnjeno. Naime, na dan merenja ono se na širini od oko 130 m nalazilo na dubinama od 9,4 m do 10 m. Dakle, na osnovu izgleda profila P25 može se zaključiti da poslednjih nekoliko stotina metara toka



matica ide sredinom reke i da su erozivna i akumulativna komponenta fluvijalnog rada ravnomerno raspoređene na poprečnom profilu.

Na osnovu analize snimljenih poprečnih profila<sup>55</sup> mogu se izvesti sledeći zaključci koji su u velikoj meri saglasni zaključcima prezentovanim u studiji S. Varge i saradnika objavljenoj 1990. godine:

- izmerene širine vodenog ogledala na 25 mernih mesta, koje se kreću u dijapazonu od 110 m do 290 m, ukazuju na velike oscilacije u širini osnovnog korita Tise od državne granice do ušća. Najmanja širina reke je izmerena u izrazito oštrom meandru kod Adorjana (**P5**), a najveća na pravolinijskoj deonici korita ili tačnije na prelazu ili infleksiji između dva meandra nizvodno od Novobečejske ade (**P14**). Dakle, ove ekstremne vrednosti idu u prilog ranije navedenom pravilu da je Tisino osnovno korito najuže u laktastim meandrima, a najšire na pravolinijskim deonicama toka. Ipak, važno je uzeti u obzir da pravila uvek uključuju izuzetke koji remete tendenciju kontinuiranog sužavanja korita sa pooštavanjem krivine. Tako izmerene širine vodenog ogledala pokazuju da osnovno korito Tise u nekoliko slučajeva ima manju širinu u ovalnim meandrima, nego na primer u izrazito oštroj krivini kod Bačkog Petrovog Sela (**P10/180 m**; **P11/160 m**). Naročito su male širine izmerene u lučnim meandrima nizvodno od Novog Kneževca (**P4/120 m**) i uzvodno od Padeja (**P7/140 m**);
- poput širina vodenog ogledala i izmerene dubine Tise znatno osciluju. To najbolje potvrđuje visoka amplituda između maksimalnih profilskih dubina koja iznosi 14,8 m. Naime, najmanja maksimalna dubina, od 7,2 m, registrovana je na blago izvijenoj deonici korita neposredno pre ušća (**P24**), a najveća, od 22,0 m, u laktastom meandru kod Adorjana (**P5**). Na pomenutim profilima su ujedno zabeležene i ekstremne vrednosti hidrauličkog radijusa, odnosno srednjih profilskih dubina toka koje iznose 3,91 m (**P24**), odnosno 12,08 m (**P5**). Analizirajući izmerene dubine, generalno se može konstatovati da je Tisa svoje korito najdublje usekla na suženim deonicama toka, što je uglavnom slučaj u laktastim, ali vrlo često i u lučnim meandrima;
- najveći broj snimljenih poprečnih profila, čak jedanaest, ima oblik manje ili više deformisanog trougla, tri profila generalno imaju trapezastu, dva paraboličnu, a preostalih devet, nepravilnu formu. Prema očekivanju gotovo svi (osim jednog u preseku/**P1**) poprečni profili trouglastog oblika snimljeni su u oštrim ili ovalnim krivinama, a sva tri trapezasta preseka na prirodnim pravolinijskim deonicama korita. Ako se uzme u obzir činjenica da Tisa na sektoru toka kroz Srbiju, predstavlja sporu ravničarsku reku, najveću pažnju svakako pobuđuju poprečni profili trouglaste forme koji se u uslovima velike koncentracije kinetičke energije,

<sup>55</sup> Budući da su profili mereni tokom pet različitih datuma, pri različitim, istina veoma bliskim vodostajima, vrednosti izmerenih širina i dubina u ovom slučaju imaju orijentacioni značaj za sticanje uvida u odnose veličina pomenutih parametara.

odnosno mehaniške snage reke na maloj površini, najčešće na dnu završavaju oštrim vrhom. U ovakvim uslovima, u pravom smislu reči “uklinjavanja” Tise u podlogu preko koje teče, veoma je teško napraviti jasnu granicu između strana i dna korita kao njegovih osnovnih morfoloških elemenata;

- svega tri poprečna profila, od ukupnog broja snimljenih, može se svrstati u kategoriju profila visoke (**P13** i **P25**), odnosno umerene (**P17**) simetrije. Sva tri profila su snimljena na pravolinijskim deonicama toka, prva dva na prirodnim (prelazi ili infleksije između meandara), a treći na veštačkoj. Svi ostali poprečni profili se odlikuju asimetrijom visokog stepena, a najveću pokazuju preseci korita generalno trouglastog oblika. Po pravilu asimetrija profila snimljenih u laktastim i ovalnim krivinama predstavlja posledicu potkopavanja konkavnih obala od strane matice reke. Zahvaljujući tome maksimalne dubine se nalaze u njihovoj neposrednoj blizini tako da su konkavne obale i strane korita znatno strmije od naspramnih, konveksnih. Utvrđena asimetrija poprečnih profila na nekoliko prirodnih pravolinijskih deonica korita, kao i asimetrija u prosecima, po pravilu je rezultat skretanja matice prema nižoj obali ili težnje reke da ponovo zauzme stare tokove. Naime, asimetrija Tisinog korita u veštačkim prosecima, posledica je “nasilno” sprovedene regulacije kojom je nekadašnja ravnoteža u padovima na uzdužnom profilu poremećena. U težnji za uspostavljanjem ponovne ravnoteže, koja je parcijalno gledano poremećena upravo u prosecima, reka pokušava da zauzme stare tokove potkopavajući jednu od obala;
- generalno posmatrano nijedan od snimljenih profila nije potpuno simetričan. Najdublje tačke u koritu se uvek nalaze bliže jednoj od obala, što navodi na zaključak da talveg ne stoji simetrično na rečnom dnu nego se pomera, odnosno prati “putanju” matice reke;
- izuzetno strmi nagibi, naročito konkavnih obala, predstavljaju posledicu, ne samo njihovog intenzivnog potkopavanja od strane matice reke, nego i velikog prirodnog ugla nagiba peskovito - ilovastog materijala u kojem je Tisa usekla svoje korito.

## REŽIM REKE TISE U SRBIJI

Na samom početku ovog poglavlja možda je najadekvatnije pomenuti jednu od kratkih, ali sigurno i najsveobuhvatnijih definicija rečnog režima koju je dao francuski hidrolog-geograf *M. Parde*, a koja glasi: “*režim predstavlja kompleks pojava koje se odnose na hranjenje vodotoka i promene njihovih stanja.*” Širina pomenute definicije se ogleda upravo u činjenici da se ona ne odnosi samo na promene stanja vodotoka, nego i na uzroke pojava koje izazivaju bilo kakve izmene na rekama. Potpuno je jasno da u hranjenju prirodnih vodotoka glavnu ulogu imaju fizičkogeografski činioci, međutim da li je to slučaj i sa promenama nivoa i količine vode u rečnim koritima? Reka Tisa je veoma dobar primer u kolikoj meri antropogeni faktor može uticati na izmene prirodnog režima jednog rečnog toka. Naime, posle obimnih hidrotehničkih mera preduzetih na srednjem i donjem toku, naročito nakon podizanja tri brane (*Tisalek, Kiškere i Novi Bečej*), Tisa na najvećem delu toka, poprima dirigovani rečni režim. I pre puštanja u rad pomenutih brana, tokom druge polovine 20. veka, i formiranja tri uspora, Tisa je usled podizanja visokih odbrambenih nasipa u blizini njenog osnovnog korita, na svojevrsan način “ukroćena” čime su njeni visoki vodostaji dodatno izdignuti. Dakle, s pravom se može konstatovati da Tisa istovremeno ima karakter i prirodnog i veštačkog vodotoka. Prirodnog, posmatrano sa aspekta njenog hranjenja i tečenja osnovnim koritom, najvećim delom stvorenim sopstvenim radom, a veštačkog, usled njenog kanalisanja i formiranja antropogenim faktorom dirigovanog rečnog režima u većem delu toka.

Upravo novonastalo stanje na samoj Tisi, ali i velikom delu njenog sliva, prouzrokovano obimnim viševjekovnim hidrotehničkim radovima, zahteva studiozno i sveobuhvatno proučavanje celokupnog slivnog područja ove reke. Jednu od glavnih prepreka za ovako ozbiljan pristup proučavanja prirodnih i antropogenih karakteristika sliva, koje imaju ulogu glavnih i sporednih faktora rečnog režima, predstavlja činjenica da se prostrano slivno područje Tise nalazi na teritorijama pet država. Dakle, često nedovoljno studiozno proučavanje sopstvenih delova sliva i izostanak ozbiljnije bilateralne i multilateralne saradnje potiskih zemalja, odnosno neusaglašenost metodologije istraživanja, dovodi do toga da danas još uvek ne postoji potpuno jasna slika o hidrološkim karakteristikama sliva Tise. Primera radi, u raznim literaturnim izvorima i na internetskim sajtovima, koji potiču iz različitih, ali često i iz jedne iste države, mogu se naći oprečni podaci o istim pojavama u slivu (vrednosti klimatskih elemenata, vrednosti elemenata rečnog režima, dužine reka, površina sliva, obim i efekti regulacionih radova i sl.). U kontekstu opisanih okolnosti, a u skladu sa dosadašnjom metodologijom izučavanja reke Tise i njenog sliva u Srbiji, primenjene u dosadašnjem delu rada, važno je naglasiti da je u okviru ovog poglavlja težište istraživanja stavljeno na usklađivanje dosadašnjih podataka vezanih za režim Tise u našoj zemlji, njegove prioritetne faktore i promene nastale nakon

preduzetih hidrotehničkih mera na srpskom sektoru toka. Poseban akcenat je stavljen na savremene odlike režima Tise na delu toka od državne granice sa Mađarskom do ušća u Dunav imajući pri tom u vidu njegove karakteristike i vladajuće faktore na uzvodnijem sektoru. U cilju izvođenja zaključaka vezanih za osobine režima Tise u Srbiji analizirano je hronološko kretanje njenih srednjih i ekstremnih vodostaja i proticaja u višegodišnjem periodu. Takođe, u okviru ovog dela rada obrađen je i termički režim Tise u našoj zemlji, kao i režim leda na posmatranom delu toka.

## FAKTORI REČNOG REŽIMA

Fizičkogeografske karakteristike na nivou celokupnog sliva Tise generalno nepovoljno deluju na slivanje atmosferskih voda i hranjenje vodotoka. Ovoj konstataciji idu u prilog i rezultati višegodišnjeg istraživanja realizovanog od strane nadležnih institucija osam podunavskih zemalja (Nemačka, Austrija, Čehoslovačka, Mađarska, SFR Jugoslavija, Bugarska, Rumunija i Ukrajina) započetog još 1972. godine u cilju izrade publikacije pod nazivom *Hidrološka monografija sliva Dunava*. Dobijeni rezultati pokazuju da elementi vodnog bilansa<sup>56</sup> celokupnog slivnog područja Tise imaju sledeće srednje godišnje vrednosti: padavine ( $X_o$ ) = 744 mm; isparavanje ( $Z_o$ ) = 560 mm; oticaj ( $Y_o$ ) = 177 mm. Prema datim vrednostima srednje godišnje visine oticaja<sup>57</sup> i srednje godišnje količine padavina, koeficijent oticaja<sup>58</sup> ( $C$ ) iznosi 0,24 ili 24% (Domokos i sar., 1989). O generalnoj oskudici vode u slivu Tise govore i veoma niske vrednosti specifičnog oticaja<sup>59</sup> koji primera radi za maksimalno do sada zabeležen proticaj u profilu kod Sente, od 3.480 m<sup>3</sup>/s, iznosi 24,6 l/s/km<sup>2</sup>, dok za srednji proticaj, od 800 m<sup>3</sup>/s, specifični oticaj ima vrednost od svega 5,6 l/s/ km<sup>2</sup>.

Ovako nepovoljnoj opštoj hidrološkoj situaciji u slivu najviše doprinose prostrane niske (do 200 m a.v.) ravničarske oblasti doline Tise, koje zahvataju čak 45% ukupne površine slivnog područja. Za razliku od visokoplaninskih, pa i visinski prelaznih oblasti, gde prvenstveno klimatski, geomorfološki i geološki uslovi u većoj ili manjoj meri povoljno utiču na oticanje padavina, u ravničarskom delu sliva to nije slučaj. Naime, kao što je ranije pomenuto, ovde se prema podacima *Instituta Vituki* prosečno godišnje izluči samo 550 - 600 mm padavina (u visokoplaninskim oblastima do 1.600 mm, a u zoni nižih obronaka Karpat

<sup>56</sup> Vodni bilans predstavlja uzajamni odnos između količine izlučenih padavina ( $X$ ), na jednoj i zbira visine oticaja ( $Y$ ) i količine padavina koje ispare ( $Z$ ), na drugoj strani. Uprošćena formula vodnog bilansa za godišnji ili višegodišnji period glasi:  $X_o = Y_o + Z_o$

<sup>57</sup> Visina oticaja ( $Y$ ) predstavlja prosečnu visinu sloja padavina ( $mm$ ) ravnomerno raspodeljenu po slivu, koja hrani proticaj. Dobija se iz specifičnog oticaja ( $q$ ) po obrascu:  $Y = q \cdot 31,56 \cdot 10^6$ , gde je  $31,56 \cdot 10^6$  - broj sekundi u prosečnoj godini.

<sup>58</sup> Koeficijent oticaja ( $C$ ) predstavlja odnos između visine oticaja ( $Y_o$ ) i visine padavina ( $X_o$ ). Pokazuje koji deo padavina izlučenih na površini sliva otiče u reku i hrani njen proticaj. Računa se po formuli:

$$C = \frac{Y_o}{X_o} \cdot 100 (\%).$$

<sup>59</sup> Specifični oticaj ( $q$ ), kao posebana vid proticaja, predstavlja broj litara atmosferske vode koja otekne sa površine od 1 km<sup>2</sup> sliva ( $F$ ) u jednoj sekundi. Izražava se u l/s/km<sup>2</sup>, a izračunava na osnovu formule:  $q = \frac{Q \cdot 1.000}{F}$  (l/s/km<sup>2</sup>).

do 1.000 mm), od čega otekne prosečno svega oko 22%<sup>60</sup>. Neznatnom oticaju, osim male količine padavina, svakako doprinosi i nepovoljan pluviometrijski režim prema kojem se najviše taloga izluči u toplijem delu godine zbog čega gubici vode isparavanjem dostižu prosečne godišnje vrednosti i do 80%. Na minimalan oticaj utiču i drugi faktori kao što su: mala nadmorska visina i neznatna energija terena, učešće polupropusnih i propusnih sedimenata u geološkoj građi doline Tise, pedološki pokrivač i način njegove obrade, prisutan biljni svet, mala gustina rečne mreže i dr.

Na osnovu izloženog može se zaključiti da proticaj Tise i pritoka prvenstveno hrane njihove izvorišne, visokoplaninske, a zatim i niže, prelazne oblasti (obronci Karpata) gde vladaju generalno povoljni meteorološki, ali i drugi potrebni uslovi za formiranje značajnog oticaja. U opisanim okolnostima jasno je da istraživano područje sliva Tise u Srbiji, koje zahvata svega 6% ukupne slivne površine i pri tom predstavlja deo niske i veoma aridne Tisine doline, svojim sopstvenim<sup>61</sup> vodama zanemarivo hrani proticaj glavnog recipijenta. Prema D. Dukiću (1984) elementi vodnog bilansa za sliv Tise u Srbiji imaju sledeće vrednosti: padavine<sup>62</sup> ( $X_o$ ) = 570 mm; isparavanje ( $Z_o$ ) = 445 mm; oticaj ( $Y_o$ ) = 125 mm ( $C = 0,22$ ). Takođe, ovde je važno podsetiti da Tisa na teritoriji Srbije ne prima nijednu značajnu pritoku<sup>63</sup> koja bi svojim proticajem nizvodno od svog ušća uticala na oscilacije količine i nivoa vode u koritu glavne reke. Nekada za ravničarske uslove moćni, bujičarski vodotoci Begeja i Zlatice, nakon regulacije, a naročito posle njihovog uključivanja u Hs DTD, postaju tokovi u čijim se koritima reguliše količina i nivo vode.

Dakle, može se konstatovati da fizičkogeografske karakteristike neposrednog sliva Tise u Srbiji imaju zanemariv značaj u vodosnabdevanju glavnog vodotoka, pa samim tim i u formiranju odlika režima njenog proticaja i vodostaja na sektoru toka kroz našu zemlju. Posmatrano od izvorišne oblasti ka ušću, reka Moriš predstavlja poslednji bitan prirodni činilac koji značajno utiče na režim Tise. Ipak, sa aspekta obrazovanja glavnih odlika rečnog režima, deo toka Tise u našoj zemlji nije beznačajan. Naime, nakon izgradnje, do sada više puta pominjane, brane kod Novog Bečeja, tokom 70-tih godina prošlog veka, i formiranja uspora na uzvodnom sektoru (od avgusta 1975. godine), antropogeni, kao sporedni faktor rečnog režima, preuzima ulogu glavnog faktora, bar kada je u pitanju režim vodostaja. Antropogeni faktor ima primetan uticaj na režim Tise i na sektoru toka nizvodno od brane pa do ušća. Ovaj deo Tise se od 1971. godine nalazi pod osetnim uticajem uspora na Dunavu koji je nastao nakon puštanja u rad *HE Đerdap I*. Budući da pomenuti hidrotehnički objekti imaju važnu ulogu u formiranju savremenog režima istraživanog dela toka Tise, ovde je neophodno pojasniti uslove i princip njihovog rada.

<sup>60</sup> Prema istraživanjima P. Vujevića sa početka prošlog veka, količina padavina u ravničarskom delu sliva Tise iznosi 631 mm, a visina oticaja 138 mm ili 21,8% (Dukić, 1984).

<sup>61</sup> O nepovoljnim uslovima za obrazovanje oticaja na području AP Vojvodine, čiji je prirodni sliv Tise generalno najzaravnjenija kompaktna celina, govori i podatak da od ukupne količine vode koju Dunav prosečno godišnje unese u Đerdapsku klisuru, na sopstvene vode Pokrajine otpada svega 1% (*JVP Vode Vojvodine*).

<sup>62</sup> Srednja godišnja suma padavina u pedesetogodišnjem periodu za šest razmatranih meteoroloških stanica iznosi 569,3 mm.

<sup>63</sup> U granicama sliva Tise u Srbiji gustina rečne mreže (po *Neumann-u*) iznosi svega 0,073 km/km<sup>2</sup>, pri čemu su uzeti u obzir samo prirodni vodotoci, danas uglavnom kanalisani, o čemu je ranije bilo reči.

### a) Uticaj brane kod Novog Bečeja na režim Tise

Izgradnjom i puštanjem u pogon brane kod Novog Bečeja započela je nova faza u režimu donjeg i dela srednjeg toka reke Tise. U najširem smislu, način izmene prirodnog<sup>64</sup> režima ovog vodotoka diktiran je zapravo osnovnom namenom brane (snabdevanje glavnog banatskog kanala Hs DTD vodom za navodnjavanje, plovidbu i obezbeđivanje njegove protočnosti) pri čijem se projektovanju vodilo računa o bitnijem nenarušavanju režima velikih voda i to zbog sprečavanja negativnih efekata u priobalju. U zoni brane režim vodostaja i proticaja reke Tise definišu sledeći osnovni faktori:

- proticaji Dunava i Tise i njihova koincidencija na ušću Tise;
- hidraulički gubici na samoj brani i dirigovani uslovi nivoa gornje vode koji se moraju održavati zbog vodozahvatanja za potrebe kanalske mreže Hs DTD u Banatu;
- zahvatanje predviđenih količina vode, čime se u različitoj meri umanjuju proticaji Tise nizvodno od brane.

Sagledavajući prvi navedeni faktor može se zaključiti da režim rada brane bitno zavisi i od uslova koji vladaju na ušću Tise, što je posledica činjenice da nivoi donje vode<sup>65</sup> nisu jednoznačna funkcija proticaja i propusne moći korita, nego i kote vodenog ogledala na ušću. Uzimajući u obzir drugi i treći faktor, važno je imati na umu da se smanjenje proticaja, koje nastaje usled zahvatanja vode za potrebe kanalske mreže Hs DTD u Banatu, u različitoj meri odražava na obaranje nivoa donje vode. Prema S. Vargi i saradnicima (1990) pri proticajima većim od 1.000 m<sup>3</sup>/s, a uz zahvatanje 20,0 - 35,6 m<sup>3</sup>/s (faza maksimalnog uspora), odnosno 30,0 - 71,0 m<sup>3</sup>/s (faza normalnog uspora), snižavanje nivoa donje vode kreće se u dijapazonu 2 - 10 cm. Primetno veće snižavanje nivoa donje vode, u odnosu na prirodni režim, nastaje pri proticajima Tise manjim od 500 m<sup>3</sup>/s i to za slučaj izuzetno niskih vodostaja na Dunavu.

Ipak, uticaj brane kod Novog Bečeja najviše se odražava na izmene režima vodostaja Tise na uzvodnom sektoru. Naime, duž dela toka uzvodno od objekta vodostaji Tise predstavljaju funkciju nivoa gornje vode na samoj brani, koji se održava na različitim visinama, što zavisi od niza parametara kao što su: veličina proticaja Tise, godišnje doba, potrebe za odvodnjavanjem unutrašnjih voda, potrebe za akumuliranjem vode, pojava leda i pokretanje leda. Osnovni princip održavanja uspora na odgovarajućoj visini u toku

<sup>64</sup> Na modifikovanje prirodnog režim Tise u Srbiji uticali su i ranije podignuti objekti, pre svih, brana *Kiškere* i brana *HE Đerdap I*, međutim brana kod Novog Bečeja dovodi do drastičnih promena u režimu ove reke, prvenstveno na njenom donjem toku.

<sup>65</sup> U principu, nivoi donje vode su jednaki nivoima koji bi se javili i u prirodnim uslovima za iste proticaje Tise i iste kote vodenog ogledala na ušću (Varga i sar., 1990).

redovne<sup>66</sup> eksploatacije (propisan *Pravilnikom o funkcionisanju i rukovanju brane Novi Bečej*) je sledeći:

- **u periodu bez leda:**
  - najviši nivo uspora (izuzetno): 76,00 m a.v.
  - normalni nivo uspora: 74,50 - 75,50 m a.v.
  - najniži nivo uspora (izuzetno za vreme odvodnjavanja unutrašnjih voda ili granica pražnjanja akumulacije): 74,00 m a.v.
- **u periodu sa ledom:**
  - stalni nivo uspora: 74,00 m a.v.
  - minimalni nivo (izuzetno): 73,50 m a.v.

U zavisnosti od napred navedenih parametara, na način propisan pomenutim *pravilnikom*, glavni dispečer donosi odluku i proglašava jednu od četiri faze eksploatacije:

• **I faza ili faza maksimalnog uspora** (76,00 m a.v.) se proglašava veoma retko, samo u sušnim godinama i u malovodnim periodima godine kada je došla ili se očekuje nestašica vode. Za vreme punjenja, održavanja i pražnjenja akumulacije kroz branu se propušta najmanje 65 m<sup>3</sup>/s vode što je biološki minimum za korito nizvodno od brane. Kada u uslovima izrazito sušnog perioda zbir potrošnje vode iz akumulacije i propuštenog biološkog minimuma premaši mali dotok reke neminovno dolazi do snižavanja nivoa akumulacije koje se može tolerisati do propisane kote minimalnog uspora (74,00 m a.v.). Nakon ovog kritičnog nivoa preduzimaju se mere redukcije ili potpune obustave potrošnje vode iz jezera;

• **II faza ili faza normalnog uspora** (74,50 - 75,50 m a.v.) je sa aspekta dužine trajanja najdominantnija u eksploataciji brane. Dirigovani nivo akumulacije na brani u ovoj fazi eksploatacije varira u granicama od 1,00 m, što zavisi od veličine proticaja Tise. Tako na primer pri nailasku poplavnih talasa, zbog prihvata velikih voda, nivo akumulacije treba približiti što više donjoj granici normalnog uspora. Pri obaranju nivoa gornje vode neophodno je voditi računa da se ne prekorači dozvoljeno opterećenje slapišta. Kada je u uslovima velikog proticaja na Tisi i uticaja uspora Dunava nivo donje vode na brani jednak ili čak viši od potrebnog održavanog nivoa gornje vode, svi zatvarači su potpuno otvoreni tako da se na brani formira slobodno proticanje kao u prirodnom režimu<sup>67</sup>;

• **III faza ili faza minimalnog uspora** (74,00 m a.v.) proglašava se u periodu odvodnjavanja kako bi se omogućilo gravitaciono ispuštanje suvišnih unutrašnjih voda u Tisu kako iz Hs DTD, tako i iz sistema za odvodnjavanje koji se nalaze u priobalju ove reke;

<sup>66</sup> U slučaju kvarova i oštećenja na brani može doći do odstupanja od načina rada propisanog *pravilnikom*, a samim tim i do poremećaja zahtevanog režima vodostaja gornje vode.

<sup>67</sup> Propusna moć brane za veliku vodu je takva da je praktično omogućeno uspostavljanje prirodnog režima oticanja. Obrazovanje malog uspora, veličine desetak centimetara, posledica je smanjenja proticajnog profila zbog samog objekta koji je izgrađen u koritu.

• **IV faza ili faza zimskog uspora** se proglašava u zimskom periodu kada postoje uslovi za formiranje leda. Tada se na brani nivo vode održava na koti minimalnog uspora od 74,00 m a.v. Međutim, kada se očekuje duži period izuzetno niskih temperatura, nivo vode na brani se još spušta i održava na koti od 73,50 m a.v., čime se dodatno smanjuje vodena površine na kojoj se formira led.

Uzimajući u obzir prvu i naročito drugu fazu eksploatacije, kao najdominantniju sa aspekta dužine trajanja, može se konstatovati da je visina uspora u obrnutom odnosu sa proticajem reke Tise. U pokušaju kvantifikovanja ove konstatacije S. Varga i saradnici (1990) navode podatak da se na brani kod Novog Bečeja uspor održava<sup>68</sup> u dijapazonu od izrazito malih voda (visina uspora oko 6 m pri uslovima depresije na ušću u Dunav) do proticaja od 1.080 m<sup>3</sup>/s kada se uspostavljaju gotovo prirodni uslovi oticanja i odgovarajući vodostaji. Ipak, zbog suženja poprečnog profila reke, nastalog izgradnjom objekta, i pri protocima većim od 1.080 m<sup>3</sup>/s (brana "otvorena"), nivoi gornje vode su za nijansu viši od nivoa donje vode. Ta razlika u vodostajima, za proticaje Tise u profilu brane veće od 1.700 m<sup>3</sup>/s, iznosi 10 - 12 cm.

#### **b) Uticaj uspora na Dunavu na režim Tise**

Izgradnjom i puštanjem u rad brane *HE Đerdap I* i stvaranjem uspora, režim Dunava i pritoka je značajno izmenjen. Da bi se u osnovi spoznala priroda i veličina uticaja obrazovanog uspora na izmene režima Tise (od 1975. neposredan uticaj na sektoru nizvodno od brane kod Novog Bečeja) ovde će biti ukazano na nekoliko glavnih odrednica vezanih za način održavanja Đerdapskog uspora i dužinu njegovog prostiranja.

Naime, brana *HE Đerdap I* sagrađena je na km 943 Dunava, odnosno 272 km nizvodno od ušća Tise. Za održavanje nivoa vode u obrazovanoj akumulaciji, kao merodavan, usvojen je profil ušća Nere koji se nalazi na km 1.076 (133 km uzvodno od brane *HE Đerdap I* i 139 km nizvodno od ušća Tise). Radni nivo vode u akumulaciji utvrđen je u funkciji proticaja u takozvanim režimima: "68/63"; "69,5/63" i "69,5 i više"<sup>69</sup>. Ono što je ovom prilikom posebno bitno naglasiti jeste činjenica da pri održavanju potrebnog nivoa uspora, u zavisnosti od različitih proticaja Dunava, dužina akumulacije veoma varira. Tako se na primer u režimu "68/63", za sve proticaje veće od 7.500 m<sup>3</sup>/s, akumulacija proteže do ušća Nere, dok se za manje proticaje uspor postepeno produžava da bi se pri protoku od oko 2.000 m<sup>3</sup>/s protezao do ušća Tise. U režimu "69,5/63" stanje je приметно drugačije. Tada se akumulacija, za proticaje veće od 10.600 m<sup>3</sup>/s, proteže do ušća Nere. Pri istom režimu, smanjivanjem proticaja, dužina uspora raste da bi se pri protoku od oko 2.000 m<sup>3</sup>/s njegov uticaj osećao na Dunavu do Novog Sada, a na Tisi do brane kod Novog Bečeja (Miloradov, 1990).

<sup>68</sup> Promene u režimu reke Tise projektovane su do proticaja od 800 m<sup>3</sup>/s, izuzetno, do proticaja od 1.100 m<sup>3</sup>/s (Varga i sar., 1990).

<sup>69</sup> Broj 63 označava kotu nivoa akumulacije na samoj brani, dok brojeke 68 i 69,5 (i više) predstavljaju kote vodenog ogledala akumulacije na merodavnom profilu kod Banatske Palanke (ušće Nere) postignute usporavanjem malih voda Dunava.



Dakle, može se konstatovati da je nakon izgradnje i puštanja u rad brane *HE Đerdap I*, prirodni režim Dunava, konkretno na uzvodnom sektoru, zapravo narušen u vreme malih proticaja tokom kojih se formira uspor različite dužine. Iz toga proizilazi da se uticaj oscilacija nivoa Dunava na režim Tise tokom godine, u odnosu na vreme pre formiranja Đerdapske akumulacije (prirodni uslovi), promenio u periodu malih voda. Najprostije rečeno, na Dunavu i njegovim pritokama, tačnije njihovim nizvodnim sektorima tokova, koji se nalaze u zoni uticaja Đerdapskog uspora, došlo je do primetnog izdizanja vodostaja u periodima godine kada bi isti po prirodnom režimu bili u određenoj meri niži.

## REŽIM VODOSTAJA

**Vodostanje** je veoma važan element rečnog režima, a predstavlja kolebanje vodostaja u toku izvesnog perioda. Za analizu vodostanja, odnosno režima vodostaja reke Tise u Srbiji, korišćeni su podaci sa sledećih vodomernih stanica:

- **Novi Kneževac:** u funkciji od 1883. godine; kota "0" vodomera = 73,57 m a.v.; stacionaža = km 144,5;
- **Senta:** u funkciji od 1860. godine; kota "0" vodomera = 72,80 m a.v.; stacionaža = km 123,4;
- **Novi Bečej:** u funkciji od 1855. godine; kota "0" vodomera = 71,87 m a.v.; stacionaža = km 65,0;
- **Novi Bečej - brana:** u funkciji od 1974. godine; kota "0" vodomera = 71,00 m a.v.; stacionaža = km 63,0;
- **Titel:** u funkciji od 1855. godina; kota "0" vodomera = 69,70 m a.v.; stacionaža = km 9,8;

Pre same analize režima vodostaja važno je pojasniti metodologiju po kojoj je ona izvršena. Naime, zbog stvaranja uspora na Dunavu i posebno na Tisi, nakon izgradnje brana *HE Đerdap I*, odnosno *Kiškere* i *Novi Bečej*, poslednja godina koja reprezentuje prirodni režim Tise jeste 1970. Pored pomenute, drugu odrednicu koja je uticala na odabir metodologije za analizu režima vodostaja, predstavlja činjenica da je Tisa, podizanjem brane kod Novog Bečaja, podeljena na dva veoma različita dela toka - uzvodni koji se nalazi pod izrazitim usporom pomenutog objekta, i nizvodni, koji je u tzv. kvazi-prirodnom režimu zbog uticaja isklinjenog uspora Dunava. S obzirom na opisane okolnosti, režim vodostaja reke Tise je posebno analiziran za deo toka uzvodno od brane kod Novog Bečaja (vodomerne stanice: *Novi Kneževac*, *Senta* i *Novi Bečej*) i za sektor toka nizvodno od brane (vodomerna stanica: *Titel*). U profilima svih razmatranih vodomernih stanica režim vodostaja je analiziran za dva dvadesetogodišnja perioda koji reprezentuju prirodni (1951 - 1970. god.) odnosno dirigovani (1981 - 2000. god.) režim vodostaja. Cilj ovakvog pristupa analizi jeste ukazivanje na promene u režimu vodostaja Tise u našoj zemlji koje su nastale nakon izvedenih hidrotehničkih mera vezanih za uspostavljanje uspora. Takođe, u okviru ovog dela rada vršena je i komparacija godišnjeg toka vodostaja (1987 - 2000. god.) gornje

i donje vode na samoj brani, sa ciljem određivanja visine vodne stepenice u različitim delovima godine, odnosno pri različitim proticajima Tise.

### a) Režim vodostaja Tise na sektoru uzvodno od brane kod Novog Bečēja

Oslanjajući se na prosečne mesečne i godišnje vrednosti srednjih, srednje visokih i srednje niskih vodostaja Tise na merodavnim profilima kod Novog Kneževca (81,5 km uzvodno od brane), Sente (60,4 km uzvodno od brane) i Novog Bečēja (2 km uzvodno od brane), predstavljenih u *tabeli 20*, ali i podatke o ovom elementu rečnog režima za svaku pojedinačnu godinu, mogu se izvesti sledeći zaključci vezani za režim nivoa kako u prirodnim, tako i u dirigovanim uslovima na sektoru toka uzvodno od brane kod Novog Bečēja:

- u prirodnim uslovima (1951 - 1970) Tisa u profilima sve tri vodomerne stanice *najviše srednje i srednje visoke vodostaje* ima tokom tri prolećna meseca, sa maksimumom u aprilu<sup>70</sup>. Ovo je pre svega posledica otapanja snegova u gornjim, planinskim delovima sliva, a zatim i prolećnih kiša, kao i malog isparavanja usled još uvek relativno niskih temperatura vazduha. *Najviši srednje niski vodostaji* kod Novog Kneževca i Sente takođe se javljaju tokom pomenuta tri meseca sa maksimumom u aprilu, dok se kod Novog Bečēja pojavljuju od aprila do juna sa aprilskim maksimum. Srednji junski minimum viši od martovskog u profilu kod Novog Bečēja, posledica je delovanja režima Dunava koji je prosečno najbogatiji vodom upravo u junu;
- *najniže srednje vodostaje* (SV, SVV i SNV) u prirodnim uslovima (1951 - 1970) Tisa na sva tri vodomera ima u periodu septembar - novembar sa minimumom u oktobru<sup>71</sup>. Da se radi o izrazito niskim nivoima govori podatak da su srednji oktobarski vodostaji na sva tri vodomera imali negativne vrednosti (kod Novog Kneževca i septembarski), dok su srednji minimalni nivoi na posmatranim profilima bili ispod nule vodomera tokom sva tri jesenja meseca. Takođe, srednje minimalni vodostaji ispod nulte tačke vodomera registrovani su i tokom avgusta (kod Novog Kneževca i Sente) i decembra (kod Novog Kneževca i Novog Bečēja). Niski jesenji vodostaji Tise posledica su prvenstveno nepovoljnih meteoroloških uslova u slivu koji vladaju tokom leta (intenzivna evaporacija) i jeseni (deficit padavina);
- opisano godišnje kretanje vodostaja u prirodnim uslovima ukazuje da Tisa, po klasifikaciji rečnih režima Jugoslavije, koju je 1947. godine izveo S. Ilešič, pripada vodotocima sa *pluvio-nivalnim režimom centralno evropske varijante*;

<sup>70</sup> Tokom dvadesetogodišnjeg perioda aprilski maksimum je bio najčešći, što pokazuje i višegodišnji prosek. Međutim, najviši srednji mesečni vodostaji od godine do godine, javljali su se još u maju i martu, pa čak i u januaru, junu, decembru i februaru.

<sup>71</sup> Osim septembarskog, kao najčešćeg minimuma, u dvadesetogodišnjem periodu, najniži srednji mesečni vodostaj na posmatranim profilima javljao se još u novembru i septembru, a zatim i u avgustu, januaru, februaru, julu i decembru.

Tabela 20. Srednji, srednje visoki i srednje niski mesečni i godišnji vodostaji (cm) Tise kod Novog Kneževca, Sente i Novog Bečaja za periode 1951 - 1970. i 1981 - 2000. god.

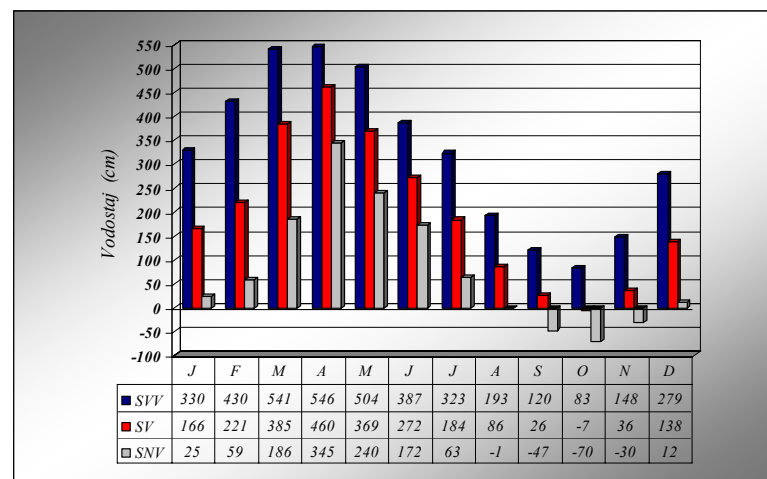
Period	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	God.
<b>Srednji vodostaji (SV)</b>													
<b>Novi Kneževac (kota "0" vodomera = 73,57 m a.v.)</b>													
'51-'70	150	202	371	449	349	246	151	54	-4	-32	10	115	172
'81-'00	246	220	312	413	367	266	234	193	188	195	219	228	257
<b>Razlika</b>	96	18	59	36	18	20	83	139	192	227	209	113	85
<b>Senta (kota "0" vodomera = 72,80 m a.v.)</b>													
'51-'70	166	221	385	460	369	272	184	86	26	-7	36	138	195
'81-'00	286	271	342	444	388	310	278	257	253	255	265	269	302
<b>Razlika</b>	120	50	43	16	19	38	94	171	227	262	229	131	107
<b>Novi Bečej (kota "0" vodomera = 71,87 m a.v.)</b>													
'51-'70	130	176	320	390	326	255	185	94	23	-19	24	104	167
'81-'00	312	295	336	400	365	333	324	327	322	315	314	309	329
<b>Razlika</b>	182	119	15	10	39	79	139	233	298	333	290	205	162
<b>Srednje visoki vodostaji (SVV)</b>													
<b>Novi Kneževac (kota "0" vodomera = 73,57 m a.v.)</b>													
'51-'70	312	415	535	539	491	365	294	164	88	56	121	256	303
'81-'00	347	310	434	510	512	364	308	252	234	247	275	357	346
<b>Razlika</b>	35	105	101	29	21	1	14	88	146	191	154	101	43
<b>Senta (kota "0" vodomera = 72,80 m a.v.)</b>													
'51-'70	330	430	541	546	504	387	323	193	120	83	148	279	324
'81-'00	369	353	456	526	520	393	339	301	285	297	313	362	376
<b>Razlika</b>	39	77	85	20	16	6	16	108	165	214	165	83	52
<b>Novi Bečej (kota "0" vodomera = 71,87 m a.v.)</b>													
'51-'70	260	353	451	458	437	343	303	189	119	67	123	227	278
'81-'00	349	333	401	456	444	374	351	349	335	334	331	350	367
<b>Razlika</b>	89	20	50	2	7	31	48	160	216	267	208	123	89
<b>Srednje niski vodostaji (SNV)</b>													
<b>Novi Kneževac (kota "0" vodomera = 73,57 m a.v.)</b>													
'51-'70	0	41	159	329	217	141	28	-33	-75	-96	-56	-12	54
'81-'00	153	164	196	301	242	205	191	165	161	160	169	160	189
<b>Razlika</b>	153	123	37	28	25	64	163	198	236	256	225	172	135
<b>Senta (kota "0" vodomera = 72,80 m a.v.)</b>													
'51-'70	25	59	186	345	240	172	63	-1	-47	-70	-30	12	80
'81-'00	222	218	243	341	284	255	244	231	233	225	231	220	246
<b>Razlika</b>	197	158	57	4	44	83	181	232	280	295	261	208	166
<b>Novi Bečej (kota "0" vodomera = 71,87 m a.v.)</b>													
'51-'70	3	35	156	293	221	177	74	11	-54	-85	-50	-5	65
'81-'00	277	266	285	333	311	304	309	308	310	299	295	289	299
<b>Razlika</b>	274	231	129	40	90	127	235	297	364	384	345	294	234

Izvor: Hidrološki godišnjaci (1951 - 1970; 1981 - 2000), RHMZ

- i u dirigovanim uslovima (1981 - 2000) Tisa uzvodno od brane najviše srednje vodostaje (SV, SVV i SNV) ima tokom tri prolećna meseca sa maksimumom u aprilu<sup>72</sup>. Naime, usled najčešće dovoljno velikih proticaja u ovo doba godine, zatvarači na brani su otvoreni tako da reka teče gotovo u prirodnim uslovima formirajući visoke prolećne vodostaje;
- od uspostavljanja uspora (u avgustu 1975. god.), od kada ni na jednom od tri posmatrana profila više nije zabeležen nivo ispod nulte tačke vodomera, o niskim vodostajima na Tisi uzvodno od brane u pravom smislu reči više se ne može

<sup>72</sup> Pored najučestalijeg, aprilskog maksimuma, u razmatranom periodu najviši srednji mesečni vodostaji javljali su se još u maju i martu, a zatim i u januaru, junu, julu, novembru i decembru.

govoriti. Posmatrajući godišnji tok vodostaja u uslovima dirigovanog režima (1981 - 2000), može se videti da je osim značajnog izdizanja malih voda (naročito jesenjih), došlo do promena i u domenu pojavljivanja najnižih srednjih mesečnih vrednosti vodostaja, što je posledica meteoroloških i hidroloških prilika u slivu, kao i režima rada brane koji se određuje u zavisnosti od pomenutih prirodnih uslova, ali i vodoprivrednih potreba. Naime, na vodomerima kod Novog Kneževca i Sente period najnižih *srednjih* i *srednje visokih vodostaja* pomeren je na interval avgust - oktobar sa minimumom u septembru, dok se u profilu kod Novog Bečeja najniži srednji mesečni nivoi javljaju u periodu oktobar - decembar sa minimumom u decembru, a najniži srednje visoki vodostaji od septembra do novembra sa minimumom u novembru. Izuzimajući prolećni period, kada imaju veće vrednosti, tokom ostatka godine *srednje niski vodostaji* Tise su veoma bliski. Ipak, zadovoljavajući princip egzaktnosti važno je konstatovati da se na osnovu dvadesetogodišnjeg proseka najniži srednje niski vodostaj kod Novog Kneževca javlja u januaru, a kod Sente i Novog Bečeja u februaru;

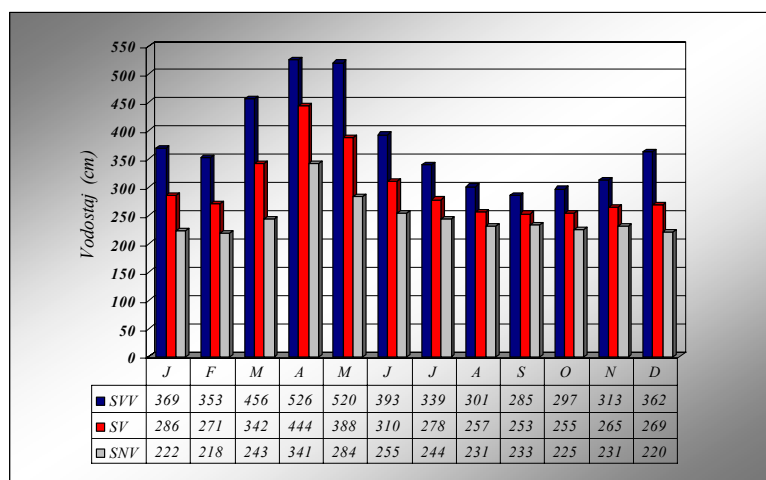


Grafikon 36. Godišnji tok i odnos srednjih, srednje visokih i srednje niskih mesečnih vodostaja Tise kod Sente pre uspostavljanja uspore (1951 - 1970)

- karakter uticaja brane na izmene režima vodostaja na uzvodnom sektoru može se sagledati kroz analizu *veličine međusobnog odstupanja vrednosti mesečnih i godišnjih vodostaja* u prirodnim, odnosno dirigovanim uslovima režima:
  - *srednji mesečni vodostaji* iz razdoblja 1981 - 2000. godina su u odnosu na srednje mesečne vodostaje tokom perioda 1951 - 1970. kod Novog Kneževca (od 18 cm u februaru i maju do 227 cm u oktobru) i Sente (od 19 cm u maju do 262 cm u oktobru) viši tokom deset (osim marta i aprila), a kod Novog Bečeja (od 10 cm u aprilu do 333 cm u oktobru) tokom svih dvanaest meseci. *Srednje visoki vodostaji* iz novijeg perioda su viši kod Novog Kneževca (od 14 cm u julu do 191 cm u oktobru) u odnosu na nivoe iz ranijeg perioda tokom osam meseci (osim februara, marta, aprila i juna), a kod Sente (od 6 cm u junu do 214 cm u oktobru) i Novog Bečeja (od 7 cm u maju do 267 cm u oktobru) tokom

devet meseci godišnje (osim februara, marta, aprila). *Srednje niski vodostaji* u dirigovanim uslovima kod Novog Kneževca (od 25 cm u maju do 256 cm u oktobru) i Sente (od 44 cm u maju do 295 cm u oktobru) viši su tokom jedanaest meseci (osim aprila), a kod Novog Bečeja (od 40 cm u aprilu do 384 cm u oktobru) tokom čitave godine;

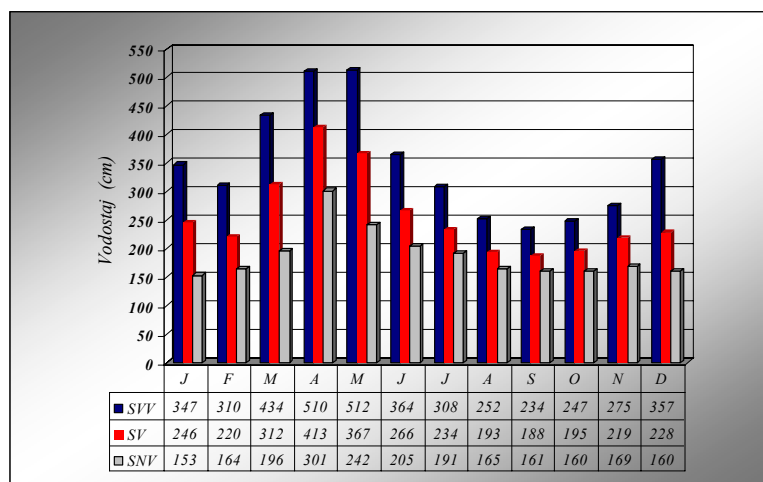
- vodostaji u uslovima dirigovanog režima najviše su izdignuti u odnosu na nivoe formirane u prirodnim uslovima tokom perioda avgust - novembar, a najmanje od marta do juna, pri čemu su u martu i aprilu (Novi Kneževac, Senta) uglavnom niži od vodostaja iz perioda pre uspostavljanja uspora, što je posledica povoljnijih meteoroloških uslova u slivu između 1951. i 1970. godine. Takođe, može se konstatovati da razlike između vodostaja dva reprezentativna perioda rastu od srednje visokih ka srednje niskim nivoima, kao i od granice prema brani, odnosno zoni jačeg uticaja režima gornje vode;



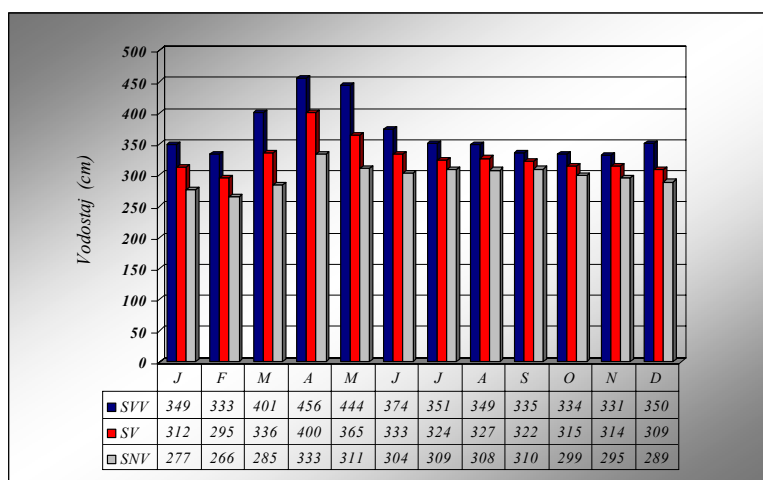
Grafikon 37. Godišnji tok i odnos srednjih, srednje visokih i srednje niskih mesečnih vodostaja Tise kod Sente nakon uspostavljanja uspora (1981 - 2000)

- opisani trend prate i odnosi *prosečnih godišnjih vrednosti vodostaja*. Tako je prosečna godišnja vrednost *srednjih mesečnih vodostaja* kod Novog Kneževca viša u dirigovanim uslovima za 85 cm, kod Sente za 107 cm, a kod Novog Bečeja za 162 cm. Godišnji prosek *srednje visokih vodostaja* viši je u uslovima uspora kod Novog Kneževca za prosečnih 43 cm, kod Sente za 52 cm, a kod Novog Bečeja za 89 cm. Najveće razlike prisutne su kod godišnjih proseka *srednje niskih vodostaja*. Kod Novog Kneževca godišnji prosek u dirigovanim uslovima režima viši je za 135 cm, kod Sente za 166 cm, a kod Novog Bečeja za 234 cm.
- efekti uspostavljanja uspora na izmene režima vodostaja Tise uzvodno od brane mogu se sagledati i putem **komparacije amplituda najviših i najnižih prosečnih mesečnih vodostaja u toku godine** za dva reprezentativna dvadesetogodišnja perioda (tabela 20). Naime, u svim slučajevima (SV, SVV i SNV) na sva tri profila,

razlike između najviših i najnižih prosečnih mesečnih vodostaja su smanjene u dirigovanim uslovima režima u odnosu na prirodne. Tako su pri prosečnim vrednostima *srednjih mesečnih vodostaja* kod Novog Kneževca amplitude smanjene za prosečnih 256 cm (sa 481 cm na 225 cm), kod Sente za 276 cm (sa 467 cm na 191 cm), a kod Novog Bečeja za 318 cm (sa 409 cm na 91 cm). Razlike između amplituda *srednje visokih vodostaja* su nešto manje. Kod Novog Kneževca vrednost razlike je 207 cm (sa 483 cm na 276 cm), kod Sente 222 cm (sa 463 cm na 241 cm), a kod Novog Bečeja 266 cm (sa 391 cm na 125 cm). Pri *srednje niskim vodostajima* razlika između amplituda u prirodnim, odnosno dirigovanim uslovima režima, su najveće. U profilu kod Novog Kneževca razlika iznosi 277 cm (sa 425 cm na 148 cm), kod Sente 292 cm (sa 415 cm na 123 cm), a kod Novog Bečeja 311 cm (sa 378 cm na 67 cm). Dakle, i u ovom slučaju se potvrđuje činjenica da veličina uticaja uspora na izmene režima vodostaja raste od srednje visokih ka srednje niskim nivoima i od državne granice prema brani (*grafikoni 38 i 39*);



Grafikon 38. Godišnji tok i odnos srednjih, srednje visokih i srednje niskih mesečnih vodostaja Tise kod Novog Kneževca u dirigovanim uslovima (1981 - 2000)



Grafikon 39. Godišnji tok i odnos srednjih, srednje visokih i srednje niskih mesečnih vodostaja Tise kod Novog Bečeja u dirigovanim uslovima (1981 - 2000)

- u prilog prethodnoj konstataciji idu i odnosi **srednjeg godišnjeg kolebanja vodostaja**<sup>73</sup> dobijenog na osnovu proseka amplituda za svaku pojedinačnu godinu dva reprezentativna perioda. Tako je srednje kolebanje *srednjih mesečnih vodostaja* u dirigovanim uslovima (1981 - 2000) kod Novog Kneževca smanjeno u odnosu na kolebanje u uslovima prirodnog režima (1951 - 1970) za 287 cm (sa 605 cm na 318 cm), kod Sente za 312 cm (sa 590 cm na 278 cm), a kod Novog Bečeja za 368 cm (sa 522 cm na 154 cm). Prosečno kolebanje *srednje visokih vodostaja* smanjeno je kod Novog Kneževca za 255 cm (sa 671 cm na 416 cm), kod Sente za 286 cm (sa 641 cm na 355 cm), a kod Novog Bečeja za 333 cm (sa 548 cm na 215 cm). Pri *srednje niskim vodostajima* prosečno godišnje kolebanje vodostaja u dirigovanim uslovima režima kod Novog Kneževca manje je za 300 cm (od 514 cm na 214 cm), kod Sente za 321 cm (od 494 cm na 173 cm), a kod Novog Bečeja za 358 cm (od 458 cm na 100 cm);
- značajan pokazatelj izmene režima vodostaja Tise na sektoru uzvodno od brane, nastale nakon uspostavljanja uspora, predstavljaju i naglašene promene **mesečnih kolebanja vodostaja** do kojih je došlo u uslovima dirigovanog režima. Upoređujući prosečne vrednosti srednje visokih i srednje niskih mesečnih vodostaja na sva tri vodomera (*tabela 20*), u periodu pre uspostavljanja uspora, po izrazitom kolebanju nivoa vodenog ogledala izdvajaju se januar, februar i mart (Novi Kneževac: 312 - 376 cm; Senta: 305 - 371 cm; Novi Bečej: 257 - 318 cm), dok su najujednačeniji mesečni vodostaji bili tokom malovodnih septembra, oktobra i novembra (Novi Kneževac: 152 - 177 cm; Senta: 153 - 178 cm; Novi Bečej: 152 - 173 cm). Nakon uspostavljanja uspora kolebanje vodostaja tokom svih dvanaest meseci je smanjeno. Ovo je prvenstveno posledica naglašenog izdizanja minimalnih mesečnih nivoa i njihovog “približavanja” mesečnim maksimumima koji su, izuzimajući suvi jesenji period, tokom ostatka godine u velikoj meri ostali bliski maksimalnim mesečnim nivoima iz perioda pre uspostavljanja uspora. U dirigovanim uslovima, po najvećem mesečnom kolebanju vodostaja na sva tri profila, izdvajaju se mart, april i maj (Novi Kneževac: 209 - 270 cm; Senta: 185 - 236 cm; Novi Bečej: 116 - 133 cm). Najmanje vrednosti mesečnog kolebanja vodostaja, kod Novog Kneževca (73 - 87 cm) i Sente (52 - 72 cm), Tisa ima tokom avgusta, septembra i oktobra, a kod Novog Bečeja (25 - 42 cm) u periodu od jula do novembra. Na stvaranje ujedančenijeg režima vodostaja Tise uzvodno od brane ukazuju i vrednosti prosečnih mesečnih kolebanja nivoa u toku čitave godine. Naime, pre uspostavljanja uspora prosečno mesečno kolebanje vodostaja Tise kod Novog Kneževca (1951 - 1970) bilo je 249 cm, a nakon stvaranja uspora 157 cm. Taj odnos kod Sente iznosi 244 cm naspram 130 cm, a kod Novog Bečeja 213 cm u odnosu na svega 68 cm;
- na osnovu celokupne prethodne analize može se konstatovati da je uticaj režima nivoa gornje vode održavanog na brani na izmenu režima vodostaja uzvodnog

<sup>73</sup> Budući da se od godine do godine ekstremne mesečne vrednosti ne javljaju uvek u aprilu i oktobru, ovaj parametar je merodavniji za određivanje uticaja uspora na režim vodostaja uzvodno od brane.

sektora najveći u domenu malih voda (najviše izdignute), a zatim i srednjih<sup>74</sup>, dok se pri velikim vodama uspostavlja gotovo prirodni režim oticanja. Dakle, taj uticaj se smanjuje sa porastom proticaja reke, ali i sa udaljavanjem od brane pri pretpostavljenom istom protoku;

Na kraju je važno pomenuti i apsolutne maksimume i minimume vodostaja registrovane na tri vodomera uzvodno od brane:

- u sva tri profila apsolutno najviši vodostaji (VVV) osmotreni su 1970. godine. Vrednost apsolutno najvišeg vodostaja kod Novog Kneževca iznosi 912 cm (02. jun), kod Senta 907 cm (01. i 02. jun), a kod Novog Bečeja 785 cm (01. i 02. jun);
- apsolutno najniži osmotren vodostaj (NNV) u profilu kod Novog Kneževca iznosi -220 cm (20. i 21. oktobar 1961. god.), kod Sente -198 cm (11. i 12. oktobar 1946 i 20. i 21. oktobar 1961), a kod Novog Bečeja -254 cm (19 - 22. oktobra 1947);
- razlike između apsolutno najviših i najnižih registrovanih vodostaja Tise na posmatranim vodomerima imaju sledeće vrednosti: kod Novog Kneževca 1.132 cm, kod Sente 1.105 cm i kod Novog Bečeja 1.039 cm. Ovako visoke amplitude u velikoj meri predstavljaju rezultat podizanja odbrambenih nasipa u blizini osnovnog korita čime su smanjene površine proticajnog profila Tise za velike vode i na taj način dodatno izdignuti visoki vodostaji. Nakon uspostavljanja uspora na sektoru toka uzvodno od brane kod Novog Bečeja, dijapazon oscilacija vodostaja na ovom delu toka je znatno smanjen iz razloga što se u uslovima dirigovanog režima isključuju pojave ekstremno niskih vodostaja. Eventualna pojava izuzetno niskih nivoa Tise na pomenutom sektoru toka moguća je jedino u slučaju ozbiljne havarije na brani.

### **b) Režim vodostaja Tise na sektoru nizvodno od brane kod Novog Bečeja**

Nakon izgradnje brane kod Novog Bečeja, uticaj oscilacija Dunava na uslove oticanja i režim vodostaja Tise, ograničen je samo na sektor njenog toka nizvodno od pomenutog hidrotehničkog objekta (ranije se blaži uticaj osećao sve do Segedina). U poređnom analizom prosečnih vrednosti srednjih, srednje visokih i srednje niskih vodostaja Tise na vodomeru kod Titela (9,8 km uzvodno od ušća) u prirodnim (1951 - 1970) i kvazi-prirodnim (1981 - 2000) uslovima, mogu se izdvojiti sledeća zapažanja vezana za režim vodostaja nizvodno od brane (*tabela 21*):

<sup>74</sup> Prema rezultatima istraživanja stručnjaka sa *Instituta za uređenje voda* Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu, Tisa je uzvodno od brane usporena tokom većeg dela godine, tačnije 260 dana u prosečnoj godini, što u proseku odgovara periodu trajanja malih i srednjih voda na ovom vodotoku.

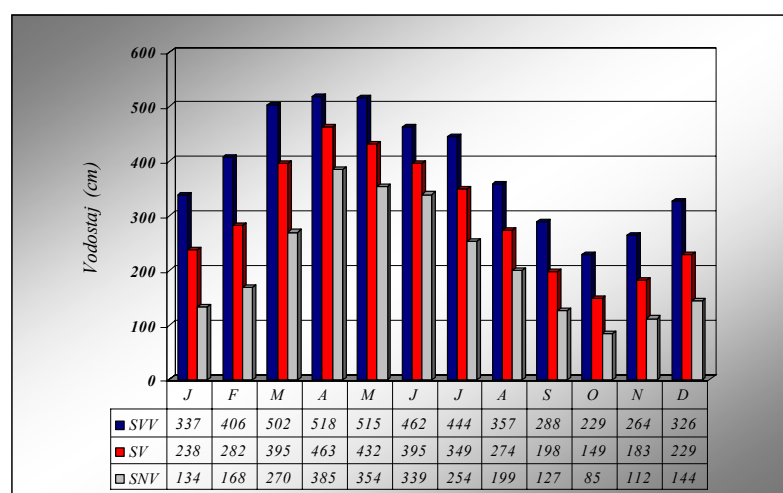


Tabela 21. Srednji, srednje visoki i srednje niski mesečni i godišnji vodostaji (cm) Tise kod Titela (kota "0" vodomera = 69,70 m a.v.) za periode 1951 - 1970. i 1981 - 2000. god.

Period	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	God.
<b>Srednji vodostaji (SV)</b>													
'51-'70	238	282	395	463	432	395	349	274	198	149	183	229	299
'81-'00	297	268	333	434	395	340	292	234	196	226	230	266	293
Razlika	59	14	62	29	37	55	57	40	2	77	47	37	6
<b>Srednje visoki vodostaji (SVV)</b>													
'51-'70	337	406	502	518	515	462	444	357	288	229	264	326	387
'81-'00	386	362	447	496	482	409	385	333	278	301	303	372	379
Razlika	49	44	55	22	33	53	59	24	10	72	39	46	8
<b>Srednje niski vodostaji (SNV)</b>													
'51-'70	134	168	270	385	354	339	254	199	127	85	112	144	214
'81-'00	206	179	228	354	311	276	209	165	135	158	158	165	212
Razlika	72	11	42	31	43	63	45	34	8	73	46	21	2

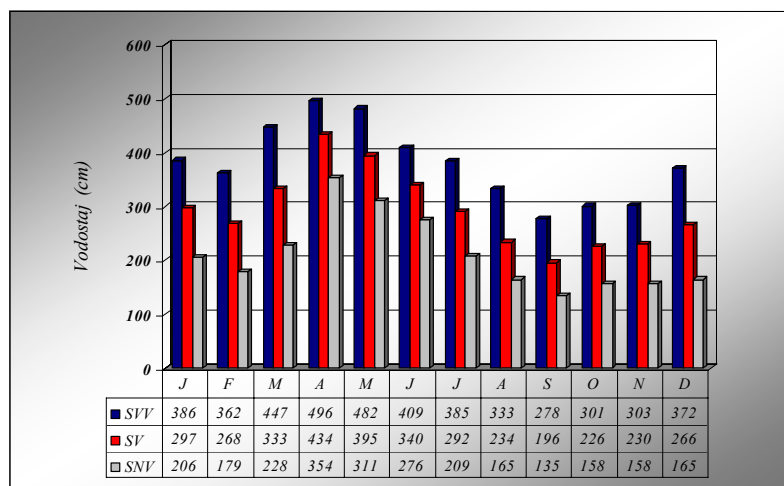
Izvor: Hidrološki godišnjaci (1951 - 1970; 1981 - 2000), RHMZ

- i pre i posle uspostavljanja uspora na Dunavu period najviših srednjih vodostaja Tise traje od marta do juna sa maksimumom u aprilu<sup>75</sup>. Pojava visokih prolećnih nivoa može se povezati sa istim uzrocima koji su navedeni i tokom analize vodostaja na sektoru toka uzvodno od brane. Međutim, kod Titela period visokih vodostaja traje mesec dana duže, odnosno do juna, što je posledica uticaja režima Dunava čiji se maksimalni vodostaji u višegodišnjem proseku, na sektoru toka u zoni ušća Tise, javljaju upravo u ovom mesecu. Junski srednje niski vodostaji kod Titela su čak приметно viši od srednje niskih nivoa tokom marta. Ova pojava je zabeležena i u profilu kod Novog Bečeja u periodu pre izgradnje brane, o čemu je ranije bilo reči. Činjenica da Tisa kod Titela tokom oba razmatrana perioda ima najviše vodostaje u isto vreme, navodi na zaključak da uspor na Dunavu nema značaja na njen režim tokom velikih voda od marta do juna;



Grafikon 40. Godišnji tok i odnos srednjih, srednje visokih i srednje niskih mesečnih vodostaja Tise kod Titela za period 1951 - 1970. god.

<sup>75</sup> Tokom oba razmatrana perioda maksimalni srednji mesečni vodostaji registrovani su još u junu, martu, maju i julu.



Grafikon 41. Godišnji tok i odnos srednjih, srednje visokih i srednje niskih mesečnih vodostaja Tise kod Titela za period 1981 - 2000. god.

- i najniži srednji mesečni vodostaji Tise kod Titela, u dva razmatrana perioda, pojavljuju se u istom delu godine, od septembra do novembra. Međutim, dok se u prirodnim uslovima (1951 - 1970) minimalna mesečna vrednost (SV, SVV, SNV) javlja u oktobru<sup>76</sup>, što je bio slučaj i na sektoru uzvodno od brane pre njene izgradnje, u kvazi-prirodnim uslovima (1981 - 2000) najniži mesečni vodostaj kod Titela pomenen je na septembar<sup>77</sup>. Ovo je posledica činjenice da je u posmatranom periodu Tisa u proseku manje vode imala u septembru nego u oktobru, ali i posledica delovanja Đerdapskog uspora čiji je uticaj na režim Tise nizvodno od brane najjači upravo tokom jesenjeg malovoda na Dunavu, kada uspor u proseku dostiže najveće dužine. Taj uticaj se manifestuje kroz usporavanje brzine oticanja Dunava i Tise i veštačko izdizanje njihovih niskih, naročito oktobarskih vodostaja;
- prisutne razlike u godišnjem kretanju vrednosti srednjih vodostaja Tise nizvodno od brane kod Novog Bečeja, za dva reprezentativna višegodišnja perioda, predstavljaju rezultat delovanja više faktora, pre svih: razlika u meteorološkim prilikama u slivu i režimu proticaja za dva perioda, zatim uticaja brana *Kiškere* i *Novi Bečej* na izmene veličine proticaja (u normalnim uslovima rada smanjuju proticaj na nizvodnom sektoru), kao i uticaja uspora na Dunavu. Konkretno, uticaj rada brane *HE Đerdap I* na pomenute razlike režima vodostaja u kvazi-prirodnim uslovima u odnosu na prirodne, svodi se na usporavanje i izdizanje vodostaja Tise (u višegodišnjem proseku) najčešće u periodu od septembra do februara (sa najjačim uticajem od oktobra do januara) kada Dunav prosečno ima najmanje proticaje, koji uzvodno od Starog Slankamena ne prelaze 3.000 m<sup>3</sup>/s. U pomenutom delu godine uspor Dunava se oseća do ušća Tise, a vrlo često i do same brane kod Novog Bečeja. Izdizanjem

<sup>76</sup> Najniži srednji mesečni vodostaji tokom perioda 1951 - 1970. zabeleženi su još u novembru, januaru, avgustu, septembru i decembru.

<sup>77</sup> Osim u septembru, minimalni srednji mesečni vodostaji tokom perioda 1981 - 2000. registrovani su i u novembru, julu, avgustu, februaru, junu, oktobru i decembru.

malih, prvenstveno jesenjih vodostaja Tise i njihovim približavanjem visokim prolećnim nivoima, uspor na Dunavu utiče na formiranje ujednačenijeg režima ove reke na sektoru nizvodno od brane. Na ovakav zaključak navode sledeći podaci:

- iako analiza temperaturno-padavinskih prilika u slivu pokazuje da je period od 1981. do 2000. godine sušniji od perioda 1951 - 1970, vodostaji Tise kod Titela u kvazi-prirodnim uslovima su u intervalu oktobar - januar приметно viši u odnosu na vodostaje formirane u prirodnim uslovima tokom pomenutih meseci. Tako su prosečni *srednji mesečni vodostaji* viši od 37 cm u decembru do 77 cm u oktobru, *srednje visoki vodostaji* od 39 cm u novembru do 72 cm u oktobru, dok su *srednje niski vodostaji* u kvazi-prirodnim uslovima viši od 21 cm u decembru do 73 cm u oktobru;
- u pomenutim uslovima **godišnje kolebanje** prosečnih vrednosti *srednjih mesečnih vodostaja* u kvazi-prirodnom stanju je manje za 76 cm (sa 314 cm na 238 cm), *srednje visokih vodostaja* za 71 cm (sa 289 cm na 218 cm), a *srednje niskih vodostaja* za 81 cm (sa 300 cm na 219 cm);
- takođe i **srednje godišnje kolebanje nivoa**, dobijeno na osnovu proseka amplituda za svaku pojedinačnu godinu dva razmatrana perioda, ukazuje na ujednačeniji režim vodostaja u uslovima uticaja Đerdapskog uspora. Naime, prosečno kolebanje *srednjih mesečnih vodostaja* manje je tokom perioda 1981 - 2000. za 100 cm (sa 418 cm na 318 cm), *srednje visokih vodostaja* za 78 cm (sa 428 cm na 350 cm), a *srednje niskih vodostaja* za 84 cm (sa 389 cm na 305 cm)

U kolikoj meri režim vodostaja Tise na sektoru toka nizvodno od brane kod Novog Bečeja zavisi od oscilacija Dunava, govori i podatak da je tokom katastrofalnog poplavnog talasa na ovoj reci, 1965. godine, potisko priobalje bilo ugroženo visokim vodama i to duž desne obale u dužini od 43 km, a duž leve obale u dužini od 56 km (Milovanov, 1965). Upravo 26. juna pomenute godine, na vodomeru kod Titela zabeležen je apsolutno najviši vodostaj Tise od 791 cm, koji nije bio nadmašen ni tokom visoke vode 1970. godine. Apsolutno najniži vodostaj na Tisi kod Titela, od -85 cm, registrovan je 24. i 25. oktobra 1947. godine. Dakle, amplituda pomenutih ekstremnih vrednosti vodostaja iznosi 876 cm, što je приметно manje u odnosu na amplitude zabeležene na vodomerima kod Novog Kneževca, Sente i Novog Bečeja.

### c) Visina vodne stepenice na Tisi formirane u profilu brane kod Novog Bečeja

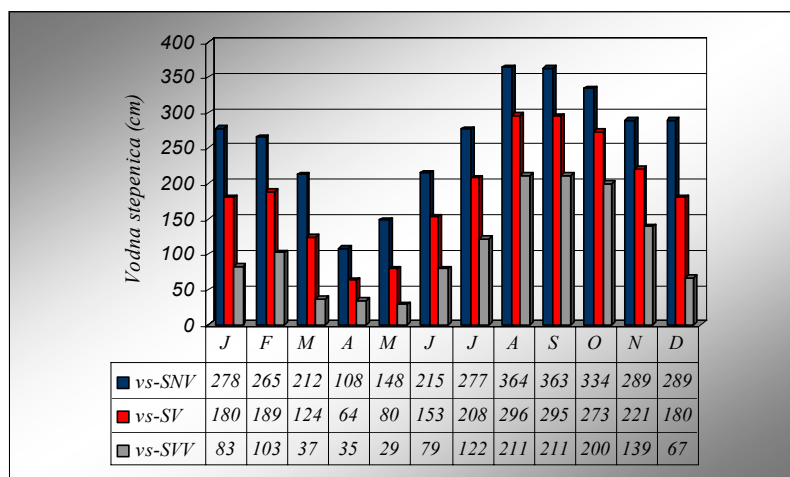
U završnom delu analize režima vodostaja Tise u Srbiji neophodno je obratiti pažnju i na odnos gornje i donje vode na brani kod Novog Bečeja (*tabela 22*) i to prvenstveno u cilju određivanja visine vodne stepenice u različitim delovima godine. Naime, uz manja odstupanja, naročito kada je u pitanju vreme pojavljivanja najniže mesečne vrednosti, režim

vodostaja gornje vode odgovara opisanom režimu nivoa kod Novog Bečaja za period 1981 - 2000. godina. Ako se pri tom u obzir uzme činjenica da se godišnji tok vodostaja donje vode podudara sa godišnjim kretanjem nivoa na vodomeru kod Titela, proizilazi da visina vodne stepenice raste od aprila (najniža), ka avgustu i septembru (najviša), da bi se potom njena visina ponovo smanjivala prema visokim aprilskim vodostajima kada se uspostavlja gotovo prirodni režim oticanja (grafikon 42). Dakle, vrednost visine vodne stepenice generalno stoji u obrnutom odnosu sa visinom vodostaja gornje i donje vode na brani kod Novog Bečaja.

Tabela 22. Odnos uzvodnih (GV) i nizvodnih (DV) srednjih, srednje visokih i srednje niskih mesečnih i godišnjih vodostaja (cm) Tise na brani (kota "0" vodomera = 71,00 m a.v.) kod Novog Bečaja za period 1987 - 2000. god.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	God.
<b>Srednji vodostaji (SV)</b>													
<b>GV</b>	388	381	413	476	447	416	411	415	407	397	396	386	411
<b>DV</b>	208	192	289	412	367	263	203	119	112	124	175	206	223
<b>Razlika</b>	180	189	124	64	80	153	208	296	295	273	221	180	188
<b>Srednje visoki vodostaji (SVV)</b>													
<b>GV</b>	414	407	462	530	526	448	427	429	418	412	412	428	443
<b>DV</b>	331	304	425	495	497	369	305	218	207	212	273	361	333
<b>Razlika</b>	83	103	37	35	29	79	122	211	211	200	139	67	110
<b>Srednje niski vodostaji (SNV)</b>													
<b>GV</b>	371	363	383	426	400	392	400	402	398	383	378	373	389
<b>DV</b>	93	98	171	318	252	177	123	38	35	49	89	84	127
<b>Razlika</b>	278	265	212	108	148	215	277	364	363	334	289	289	262

Izvor: Hidrološki godišnjaci (1987 - 2000), RHMZ



Grafikon 42. Visina vodne stepenice na Tisi kod brane Novi Bečej pri srednje niskim, srednjim i srednje visokim vodostajima za period 1987 - 2000. god.

## REŽIM PROTICAJA

**Proticaj**<sup>78</sup> je element rečnog režima koji se nalazi u najužoj vezi sa vodostanjem. Ipak, zbog nepravilnog oblika ovlaženog profila rečnog korita, količina vode koja protekne pored nekog mesta nije neposredna funkcija vodostanja. Upravo iz tog razloga proticaji se moraju utvrđivati za pojedine određene vodostaje (niske, srednje, visoke) nakon čega je na bazi dobijenih podataka moguće konstruisati tzv. *krivu proticaja* za profil posmatranog vodomera. Konstruisana kriva omogućuje određivanje veličine dnevnih proticaja u profilu vodomerne stanice na osnovu registrovanih dnevnih vodostaja bez potrebe novih merenja površine ovlaženog profila i brzine vode. Međutim, opravdano se postavlja pitanje koliko su podaci o vrednostima proticaja dobijeni na ovaj način relevantni? Pri pokušaju odgovora na ovo pitanje, pre svega treba imati na umu da vodostaj, osim od količine vode u koritu, zavisi i od mogućih morfoloških promena na ovlaženom profilu vodomera, zatim položaja vodomerne letve u odnosu na eventualnu nizvodnu pritoku ili branu, koje u različitim delovima godine izazivaju uspor različitog intenziteta i sl. Usled opisanih okolnosti, vrlo često se može dogoditi da pri istoj količini vode u profilu vodomera, registrovani vodostaji u određenom vremenskom razmaku imaju različite vrednosti. Takođe, treba imati na umu da brzina oticanja vode u reci nije uvek jednaka pri istim registrovanim vodostajima, čak i uz pretpostavku da nema ni morfoloških promena na poprečnom profilu, niti eventualnog uspora nastalog usled delovanja prirodnih ili antropogenih faktora. Naime, brzina<sup>79</sup> reke može biti čak primetno različita pri istom vodostaju, ako očitani nivo na primer predstavlja samo jednu od kraćih prelaznih faza stanja visine vodenog ogledala pri naglom povećanju (veća brzina) ili smanjivanju (manja brzina) količine vode u koritu. Polazeći od prethodne diskusije mogli bi se složiti sa tezom prisutnom u stručnoj literaturi po kojoj je proticaj daleko sigurniji pokazatelj osobina rečnog režima u odnosu na vodostanje, samo u slučaju ako se zapravo radi o merenom, a ne računskom proticaju dobijenom pomoću registrovanog vodostaja, odnosno putem krive proticaja. Naravno, svakodnevno merenje proticaja, naročito na velikim rekama poput Tise, predstavlja izuzetno komplikovan i često gotovo neizvodiv postupak, tako da se vrednosti ovog elementa moraju određivati na osnovu registrovanih vodostaja i konstruisane krive. Ovako dobijeni proticaji sigurno ne mogu biti potpuno merodavni za tačno određivanje karakteristika režima reke, ali svakako predstavljaju bazu za sticanje predstave o njegovim glavnim osobenostima.

Prilikom sagledavanja osnovnih odlika režima proticaja Tise na srpskom sektoru toka glavni problem koji nije dozvoljavao njegovu studiozniju analizu jeste nedostatak potrebnih podataka. Naime, ovaj element rečnog režima na Tisi u našoj zemlji, u kontinuiranom

<sup>78</sup> Proticaj se računa po obrascu:  $Q = S \cdot v_{sr}$  ( $m^3/s$ ), gde je  $Q$  - proticaj;  $S$  - površina ovlaženog profila, a  $v_{sr}$  - srednja brzina vode. Predstavlja onu količinu atmosfere vode koja protekne kroz ovlaženi profil reke u jednoj sekundi pored nekog mesta.

<sup>79</sup> Tisa kroz Srbiju veoma sporo teče. Prema različitim izvorima srednja brzina reke u zavisnosti od količine vode u koritu varira od oko 0,3 m/s (pri malim vodama) do oko 1,3 m/s (pri velikim vodama).

dugogodišnjem periodu, registruje se samo u profilu kod Sente. Zapravo, ovde se radi o računskom proticaju dobijenom na bazi očitanih vodostaja, odnosno putem krive proticaja. Drugi problem se pojavio pri odabiru metodologije za izvođenje analize. Opravdano se nametalo pitanje, da li i režim proticaja, poput režima vodostaja, analizirati za dva zasebna perioda koji reprezentuju prirodni, odnosno dirigovani režim Tise ili pak sagledati njegove osnovne karakteristike u jednom homogenom dugogodišnjem nizu? Tražeći odgovor na pomenuto pitanje, u prvom redu treba imati na umu da brane na Tisi (prvenstveno kod Kiškerea i Novog Bečeja) svojim radom, osim što drastično menjaju režim vodostaja na uzvodnim sektorima, tokom većeg dela godine utiču i na smanjenje ili povećanje proticaja uglavnom na nizvodnim deonicama toka. Naime, u zavisnosti od vladajućih hidrometeoroloških uslova u slivu i vodoprivrenih potreba, brane pri odgovarajućim režimima rada mogu na nizvodnom sektoru toka učiniti proticaj manjim ili većim u odnosu na količinu vode koja dotiče u obrazovanu akumulaciju. Primera radi, tokom redovne eksploatacije pomenutih brana<sup>80</sup>, kada se voda iz obrazovanih akumulacija uglavnom koristi za navodnjavanje i druge potrebe, nizvodni proticaji se smanjuju u odnosu na veličine doticaja u akumulacije za odgovarajuće iznose utrošene vode. Na drugoj strani, prilikom iznenadnog nailaska poplavnih talasa i intenzivnog pražnjenja akumulacija, može doći do drastičnog povećanja proticaja na nizvodnim sektorima toka. Uzimajući u obzir opisane okolnosti, kao i činjenicu da se vodomer kod Sente nalazi nizvodno od brane kod Kiškerea, računске vrednosti proticaja dobijene na ovom vodomeru, počevši od 1971. godine, trebale bi se između ostalog dovesti u vezu i sa režimom rada pomenute brane. Međutim, zbog nepoznavanja veličine dotoka vode u akumulaciju *Kiškere*, pa samim tim i nemogućnosti kvantifikovanja uticaja brane na izmenu proticaja na nizvodnom sektoru toka, čitav period od 1951. do 2000. godine biće sagledan kao homogen niz. Naime, usled nepoznavanja relevantnih pokazatelja krajnje je rizično bilo kakve promene u režimu proticaja Tise na nizvodnom delu toka, zabeležene u periodu nakon puštanja brane u rad, vezivati upravo za režim rada objekta, a daleko manje rizično eventualno uočene promene posmatrati kao posledicu prirodnih hidrometeoroloških uslova u slivu.

Pre same analize važno je još jednom podsetiti da je reka Moriš (u Tisu prosečno unosi oko 190 m<sup>3</sup>/s vode), sa svojim razgranatim slivom, poslednji važniji prirodni činilac koji može drastičnije uticati na formiranje glavnih odlika režima proticaja Tise na sektoru toka u Srbiji<sup>81</sup>. U prilog ovoj konstataciji ide i podatak koji navode Zelenhasić i saradnici (1983), prema kojem je Moriš tokom 1970. godine u zapremini velikog Tisinog poplavnog talasa

<sup>80</sup> Tokom većeg dela godine brana kod Novog Bečeja svojim radom sigurno u dokazivim okvirima utiče na smanjenje proticaja Tise na nizvodnoj deonici toka. To umanjeње nizvodnog proticaja odgovara najmanje iznosu upuštene količine vode u kanalsku mrežu Hs DTD u Banatu. Na žalost, komparacija vrednosti uzvodnog i nizvodnog proticaja i na taj način utvrđivanje veličine uticaja brane kod Novog Bečeja na modifikovanje režima ovog parametra nije moguća zbog nepostojanja podataka o veličini proticaja na sektoru toka nizvodno od pomenutog hidrotehničkog objekta.

<sup>81</sup> Utvrđivanje veličine uticaja prirodnih, ali i antropogenih činilaca na režim proticaja Tise koji deluju na srpskom sektoru toka, trebalo bi biti predmet ozbiljnog višegodišnjeg istraživanja. Taj uticaj sigurno nije veliki, ali ipak postoji i upravo se zbog toga ne sme zanemariti. Da bi se došlo do nekih ozbiljnijih podataka vezanih na ovu problematiku, pre svega je potrebno uspostaviti složeniji sistem za osmatranje proticaja duž Tise u Srbiji na više profila. Zatim, važno je posvetiti veću pažnju režimu proticaja vojvodanskih pritoka, kao i problemu podzemnog slivanja voda prema Tisi sa neposrednog sliva u Srbiji. Na kraju, neophodno je u svakom trenutku znati red veličine uticaja OKM Hs DTD i složenih sistema za odvodnjavanje i navodnjavanje na hranjenje, odnosno smanjivanje proticaja Tise na srpskom sektoru toka.

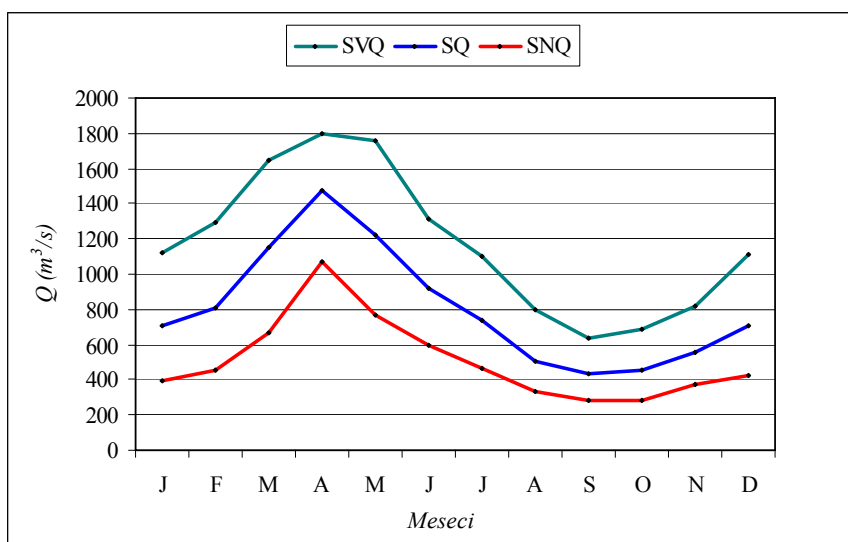
učestvovao sa čak 26,7%. Inače, upravo Moriš, kao i reke Samoš i Kereš, veoma često predstavlja jedan od glavnih uzročnika u obrazovanju poplavnih talasa na Tisi. Naime, slivovi ovih vodotoka velikim delom se prostiru na području Erdeljskog basena koji se uglavnom odlikuje vodonepropusnom površinom, zbog čega pomenute Tisine pritoke imaju režim silovitog ili torentnog karaktera usled kojeg veoma naglo nabujaju i Tisi u vrlo kratkom periodu predaju ogromnu količinu vode. Ako su pri tom i u koritu Tise veliki proticaji i vodostaji neminovno je obrazovanje opasnih poplavnih talasa.

Analiza režima proticaja Tise koja sledi u daljem tekstu, bazirana je na srednjim mesečnim i godišnjim vrednostima ovog elementa rečnog režima registrovanim na vodomeru kod Sente u periodu od 1951. do 2000. godine. Na osnovu podataka u tabeli 23, u kojoj su predstavljeni pedesetogodišnji proseci, zatim na bazi vrednosti srednjih mesečnih i srednjih godišnjih proticaja Tise kod Sente tokom pet izdvojenih dekada, ali i svake pojedinačne godine u razmatranom višegodišnjem periodu, mogu se izvesti sledeći zaključci vezani za režim proticaja ove reke:

Tabela 23. Srednji, srednje maksimalni i srednje minimalni mesečni i godišnji proticaji ( $m^3/s$ ) Tise kod Sente za period 1951 - 2000. god.

Mes/Q	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	God.
SQ	711	807	1153	1472	1227	921	736	510	432	453	553	706	807
SVQ	1120	1293	1644	1801	1756	1314	1105	801	639	687	815	1113	1174
SNQ	398	457	666	1067	772	594	464	334	287	286	370	425	510

Izvor: Hidrološki godišnjaci (1951 - 2000), RHMZ

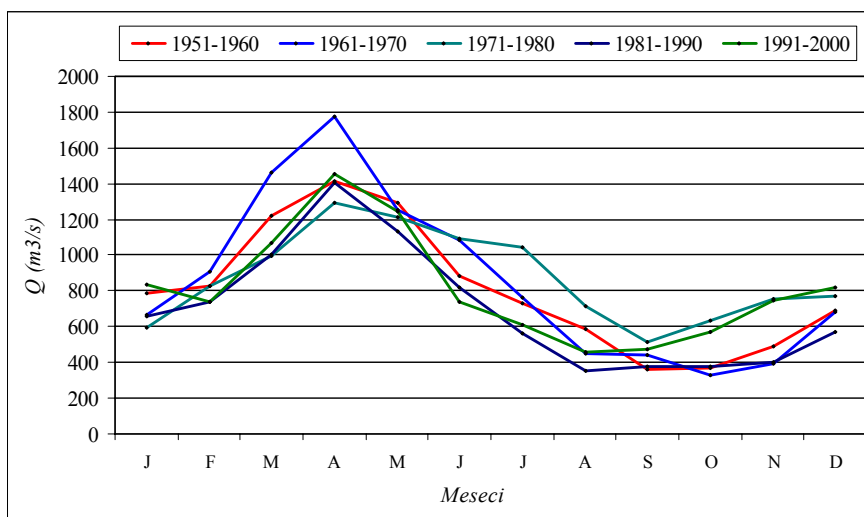


Grafikon 43. Godišnji tok i odnos srednjih, srednje maksimalnih i srednje minimalnih mesečnih proticaja Tise kod Sente za period 1951 - 2000. god.

- u periodu od 1951. do 2000. godine Tisa kod Sente prosečno (tabela 23) najveće proticaje (SQ, SVQ, SNQ) ima u martu, aprilu i maju (tokom pomenutog tromesečja u proseku otekne oko 40% ukupnog godišnjeg proticaja) sa maksimumom u aprilu, dok su najmanji protoci aktuelni od avgusta do oktobra (prosečno godišnje otekne

oko 15% ukupnog godišnjeg proticaja), sa minimumom u septembru (SQ, SVQ), odnosno oktobru (SNQ). Opisani godišnji trend (*grafikon 43*), dobijen na osnovu pedesetogodišnjih proseka vrednosti, ukazuje na opšte karakteristike režima proticaja Tise, koje su posledica u prvom redu najčešće vladajućih klimatskih prilika u slivu tokom godine (pozitivan vodni bilans tokom proleća, a negativan leti i u jesen) o čemu je ranije bilo reči;

- već pri analizi prosečnih mesečnih vrednosti proticaja (SQ, SVQ, SNQ) Tise po dekadama (*grafikon 44*), mogu se uočiti neke promene u odnosu na trend koji su pokazali pedesetogodišnji proseci. Te promene se prvenstveno odnose na vreme pojavljivanja najvećeg i/ili najmanjeg mesečnog proticaja. Konkretno kod desetogodišnjih proseka *srednjih mesečnih proticaja* promene se uočavaju kod pojave najnižih vrednosti koje su registrovane u septembru (1951 - 1960; 1971 - 1980), avgustu (1981 - 1990; 1991 - 2000) i u oktobru (1961 - 1970). U proseku najveće vrednosti *srednje maksimalnih proticaja* najčešće su se javljale u aprilu (1961 - 1970; 1981 - 1990; 1991 - 2000), martu (1951 - 1960) i maju (1971 - 1980), a najmanje vrednosti tokom septembra (1951 - 1960; 1971 - 1980; 1991 - 2000) i oktobra (1961 - 1970; 1981 - 1990). Najveći *srednje minimalni proticaji* tokom svih dekada prosečno su bili najzastupljeniji u aprilu, dok su najmanje vrednosti najučestalije bile tokom oktobra (1951 - 1960; 1961 - 1970; 1981 - 1990), avgusta (1991 - 2000) i septembra (1971 - 1980).



Grafikon 44. Godišnji tok i odnos srednjih mesečnih proticaja Tise kod Sente po dekadama za period 1951 - 2000. god.

- da je hidrometeorološka situacija u slivu Tise veoma složena, što je prvenstveno posledica izuzetno promenljivog pluviometrijskog režima u njegovim planinskim delovima, najbolje pokazuje analiza mesečnih vrednosti proticaja za svaku godinu. Naime, pomenuta analiza pokazuje da se velike vode na Tisi mogu javiti gotovo u svakom delu godine pri intenzivnom izlučivanju padavina u izvorišnim oblastima glavne reke i njenih pritoka. Takođe, i najmanji protoci, u zavisnosti od vladajućih

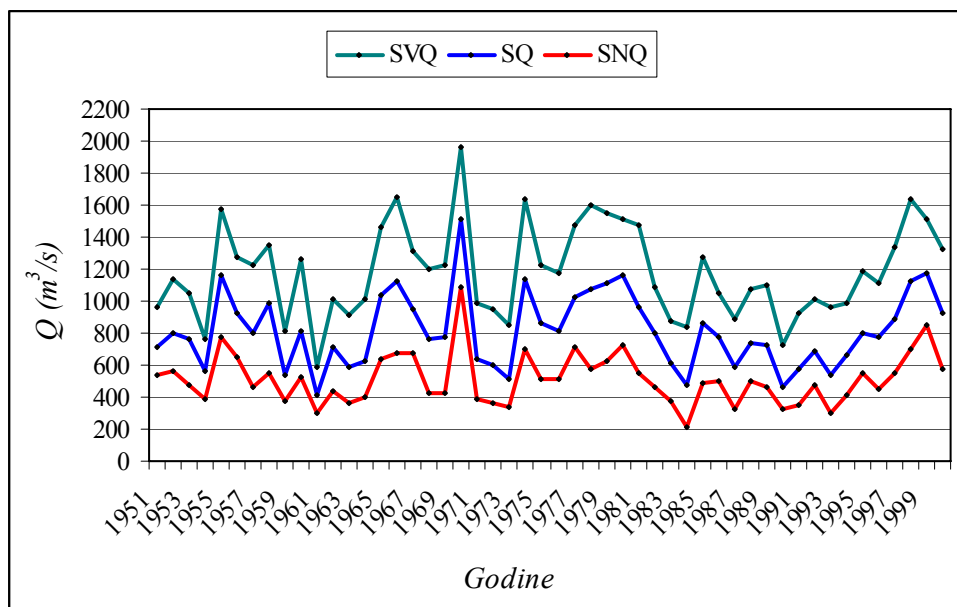


klimatskih prilika, mogu biti aktuelni u većem delu godine, izuzev vlažnog prolećnog perioda. U prilog prethodnim konstatacijama idu sledeći podaci o vremenu pojavljivanja maksimalnih i minimalnih mesečnih (SQ, SVQ, SNQ) vrednosti proticaja Tise u profilu kod Sente za svaku pojedinačnu godinu iz peroda 1951 - 2000:

- u pomenutom periodu najveće *srednje mesečne proticaje* Tisa je imala: osamnaest puta u aprilu, deset puta u maju, sedam puta u martu, pet puta u januaru, četiri puta u junu, tri puta novembru, dva puta u decembru i jednom u avgustu. Najmanji srednji mesečni proticaji registrovani su: šesnaest puta u oktobru, po sedam puta u septembru i avgustu, po šest puta u novembru i januaru, četiri puta u julu i po dva puta decembru i februaru;
  - najveći *maksimalan mesečni proticaj* Tise kod Sente u razmatranom pedesetogodišnjem periodu zabeležen je: sedamnaest puta tokom aprila, osam puta tokom marta, sedam puta tokom maja, po šest puta u junu i januaru, tri puta u decembru i po jednom u februaru, novembru i avgustu. Najmanja vrednost maksimalnog mesečnog proticaja registrovana je: petnaest puta u oktobru, jedanaest puta u novembru, devet puta u septembru, sedam puta u avgustu, četiri puta u januaru, dva puta u julu i po jednom u decembru i februaru;
  - najveću vrednost *minimalan mesečni proticaj* imao je: 25 puta tokom aprila, sedam puta u martu, pet puta u maju, po tri puta u junu i julu, po dva puta u decembru i januaru i po jednom u novembru, februaru i avgustu. Najmanji minimalan proticaj Tise kod Sente registrovan je: deset puta u oktobru, po osam puta u novembru i decembru, sedam puta u avgustu, šest puta u januaru, po četiri puta u februaru i julu i tri puta u septembru;
- proticaji Tise tokom godine kolebaju u širokom dijapazonu, naročito u godinama pojavljivanja poplavnih talasa. Primera radi amplituda prosečnih srednjih mesečnih vrednosti proticaja ( $1.472 \text{ m}^3/\text{s}$  u aprilu /  $432 \text{ m}^3/\text{s}$  u septembru) u profilu kod Sente za pedesetogodišnji period iznosi  $1.040 \text{ m}^3/\text{s}$  (*tabela 23*). Posmatrajući po dekadama amplitude su se kretale od  $999 \text{ m}^3/\text{s}$  (1991 - 2000) do  $1.445 \text{ m}^3/\text{s}$  (1961 - 1970). Ipak, najbolji uvid u "čudljivost" Tisinog režima stiže se pri sagledavanju vrednosti amplituda za svaku pojedinačnu godinu. Naime, u periodu između 1951. i 2000. godine, amplitude srednjih mesečnih proticaja Tise kod Sente, oscilovale su između  $526 \text{ m}^3/\text{s}$  (izrazito sušne 1961. god.) i čak  $2.763 \text{ m}^3/\text{s}$  (vodoplavne 1970. god.);
  - proticaji Tise znatno variraju i u okviru svakog meseca. Komparacijom vrednosti prosečnih srednje maksimalnih i srednje minimalnih mesečnih proticaja u pedesetogodišnjem periodu (*tabela 23*), i izračunavanjem amplitude, stiže se generalna predstava o veličini mesečnih kolebanja proticaja Tise u profilu kod Sente. Uporedna analiza prosečnih mesečnih maksimuma i minimuma pokazuje da

su proticaji najvarijabilniji tokom maja ( $984 \text{ m}^3/\text{s}$ ), marta ( $978 \text{ m}^3/\text{s}$ ), febraura ( $836 \text{ m}^3/\text{s}$ ) i aprila ( $734 \text{ m}^3/\text{s}$ ), dok su najujednačeniji u septembru ( $352 \text{ m}^3/\text{s}$ ), oktobru ( $401 \text{ m}^3/\text{s}$ ), novembru ( $445 \text{ m}^3/\text{s}$ ) i avgustu ( $467 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Dakle, u proseku najvarijabilniji mesečni proticaji Tise javljaju se krajem zime i tokom proleća, odnosno u vreme naglog priliva vode od otopljenog snega i prolećnih kiša. Mesečni proticaji su najujednačeniji tokom druge polovine leta i u jesen kada je na snazi deficit voda u slivu;

- prosečna godišnja vrednost srednjih mesečnih proticaja Tise kod Sente u pedesetogodišnjem periodu iznosi  $807 \text{ m}^3/\text{s}$ . Po dekadama godišnji prosek se kreće u dijapazonu od  $699 \text{ m}^3/\text{s}$  (1981 - 1990) do  $870 \text{ m}^3/\text{s}$  (1971 - 1980), što potvrđuje tezu da je režim Tise veoma kolebljivog karaktera ne samo u toku godine nego i od godine do godine. To je naročito očigledno ako se u vezu dovedu godišnji proseci mesečnih maksimuma, mesečnih minimuma i srednjih mesečnih proticaja za svaku godinu pojedinačno (*grafikon 45*). Naime, od godine do godine godišnji proseci mesečnih maksimuma variraju između  $586 \text{ m}^3/\text{s}$  (1961. god.) i  $1.961 \text{ m}^3/\text{s}$  (1970. god.), mesečnih minimuma od  $213 \text{ m}^3/\text{s}$  (1984. god.) do  $1.088 \text{ m}^3/\text{s}$  (1970. god.), dok prosečne godišnje vrednosti srednjih mesečnih proticaja kolebaju u dijapazonu od  $418 \text{ m}^3/\text{s}$  (1961. god.) do  $1.510 \text{ m}^3/\text{s}$  (1970. god.). Analizirajući odnose prosečnih godišnjih proticaja predstavljenih na *grafikonu 45*. može se izvesti još jedan veoma važan zaključak vezan za režim Tise. Naime, izuzimajući manja odstupanja, lako je uočljivo da se u dugogodišnjem periodu ciklično smenjuju faze od po nekoliko uzastopnih vlažnijih, odnosno sušnijih godina, što se direktno odražava na rast odnosno opadanje veličine proticaja;



Grafikon 45. Hidrogram srednjih godišnjih proticaja Tise kod Sente za period 1951 - 2000. god.

- u završnom delu analize potrebno je navesti i Tisine apsolutno najveće i najmanje proticaje registrovane u profilu kod Sente čije vrednosti, kao i činjenica da su se pojavili u istom mesecu, još jednom ukazuju na nepredvidivost režima ove reke. Naime, apsolutni maksimum, od 3.480 m<sup>3</sup>/s, zabeležen je 12. juna 1970. godine, dok je apsolutni minimum, od svega 90 m<sup>3</sup>/s, registrovan 26. juna 1993. godine. Dakle, amplituda registrovanih ekstremnih vrednosti iznosi čak 3.390 m<sup>3</sup>/s. Inače, po teoriji verovatnoće apsolutni maksimum iz 1970. ima povratni period od 60 godina, dok računskoj stogodišnjoj, odnosno hiljadugodišnjoj vodi odgovaraju proticaji od 4.100 m<sup>3</sup>/s, odnosno 5.200 m<sup>3</sup>/s. Ako se u obzir uzme činjenica da je osnovno korito Tise u našoj zemlji već pri proticajima od oko 1.700 m<sup>3</sup>/s ispunjeno vodom, jasno je da bi stogodišnja, a naročito hiljadugodišnja velika voda prouzrokovale katastrofalne posledice.
- kao dopuna prethodnoj analizi važno je pomenuti i verovatnoće nekih karakterističnih srednje velikih i velikih proticaja na Tisi u našoj zemlji koje su dobijene na osnovu zapažanja vezanih za režim ovog parametra u dugogodišnjem kontinuiranom nizu. Naime, proticaj od 1.000 m<sup>3</sup>/s javlja se svake godine bar jedan dan; proticaj od 2.000 m<sup>3</sup>/s javlja se svake druge godine, bar jedan dan, dok se proticaj od 3.000 m<sup>3</sup>/s javlja približno svake desete godine, bar jedan dan (Božić, 1981).

## TERMIČKI REŽIM

Pri određivanju osnovnih karakteristika termičkog režima reke Tise na srpskom sektoru toka i njegovog dovođenja u vezu sa termičkim režimom vazduha, korišćeni su podaci o srednjim mesečnim i srednjim godišnjim temperaturama vode osmotrenim na vodomerima u Senti, Novom Bečeju i Titelu, kao i podaci o srednjim mesečnim i srednjim godišnjim temperaturama vazduha registrovanim na mernim stanicama u Senti, Bečeju i Zrenjaninu<sup>82</sup> u periodu od 1955. do 2000. godine<sup>83</sup>. Temperature vode su analizirane u homogenom nizu za sva tri vodomera, dakle i za one koji se nalaze uzvodno od brane kod Novog Bečaja. Naime, od pokušaja određivanja veličine uticaja formiranog uspora na povećanje temperature površinskog sloja vode uzvodno od brane, odustalo se nakon zaključka da su ustanovljene više temperature Tise nakon izgradnje brane zapravo posledica pre svega intenzivnijeg sunčevog zračenja u toku novijeg perioda na šta ukazuju i odgovarajuće temperature vazduha. Poređenje vrednosti srednjih mesečnih temperatura vazduha i vode iz perioda 1955 - 1970. (pre uspora) sa vrednostima istih parametara u periodu 1985 - 2000. (u uslovima uspora) dalo je sledeće rezultate:

<sup>82</sup> Meteorološka stanica u Zrenjaninu se nalazi u vazdušnoj liniji na oko 20 km severoistočno od Titela.

<sup>83</sup> Razmatrani period je skraćen za pet godina jer podaci o osmotrenim temperaturama vode postoje tek od 1955. godine

- srednje mesečne temperature vazduha i vode reke Tise, registrovane na meteorološkoj stanici i na vodomernu u Senti, prosečno tokom 11 meseci (izuzev novembra) imaju više vrednosti u periodu 1985 - 2000. nego tokom perioda 1955 - 1970. godina;
- slična je situacija i nizvodnije, kod Bečeja, odnosno Novog Bečeja, gde su srednje mesečne temperature vazduha i vode više u novijem periodu tokom devet meseci godišnje (izuzev septembra, oktobra i novembra).

Sigurno je da na rast temperature vode reke Tise na sektoru toka uzvodno od brane u određenoj meri utiče i formirani uspor. Međutim, u uslovima utvrđene čvrste korelativne veze termičkih režima vode i vazduha koji ukazuju na njihovu direktnu zavisnost od intenziteta Sunčevog zračenja, iluzorno je govoriti o usporu kao bitnom faktoru termičkog režima Tise. Upravo iz pomenutog razloga čitav razmatrani period, od 1955. do 2000. godine, sagledan je u celini kao homogen niz.

Analizirajući podatke u tabeli 24. može se videti da je temperatura vode reke Tise u najvećem delu godine (leto, jesen i veći deo zime) viša od temperature vazduha, što rezultira i višim godišnjim prosekom (od 1,0°C kod Sente do 1,4°C kod Titela). Naime, u profilu kod Sente srednja mesečna temperatura vode viša je od prosečnih mesečnih vrednosti temperature vazduha tokom osam (januar; jun - decembar), kod Novog Bečeja tokom devet (januar - februar; jun - decembar), a kod Titela tokom deset (januar- februar; maj - decembar) meseci godišnje. Temperatura vode je niža od temperature vazduha samo krajem zime i tokom proleća, što je posledica sporijeg zagrevanja vode, ali i priliva hladne snežnice u ovo doba godine<sup>84</sup>.

Tabela 24. Uporedene vrednosti srednjih mesečnih i srednjih godišnjih temperatura vode reke Tise (kod Sente, Novog Bečeja i Titela) i temperature vazduha (za m.s. Senta, Bečej i Zrenjanin) u periodu 1955 - 2000. god. (°C)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	God.
<b>Temperatura vode (Senta) i temperatura vazduha (Senta)</b>													
<b>Voda</b>	1,0	1,6	4,7	10,8	16,7	20,9	23,0	23,1	19,2	13,7	7,4	2,7	12,1
<b>Vazduh</b>	-0,6	1,7	5,8	11,6	16,9	20,0	21,6	21,1	16,8	11,4	5,7	1,3	11,1
<b>Temperatura vode (Novi Bečej) i temperatura vazduha (Bečej)</b>													
<b>Voda</b>	1,1	1,7	5,0	10,8	16,6	21,1	23,3	23,5	19,6	14,2	7,7	2,9	12,3
<b>Vazduh</b>	-0,9	1,4	5,7	11,4	16,8	19,8	21,4	20,9	16,7	11,7	5,9	1,2	11,0
<b>Temperatura vode (Titel) i temperatura vazduha (Zrenjanin)</b>													
<b>Voda</b>	1,2	2,1	5,4	11,3	17,3	21,2	23,0	22,9	19,1	13,9	7,8	3,0	12,4
<b>Vazduh</b>	-0,9	1,5	5,8	11,4	16,7	19,8	21,3	20,9	16,9	11,6	5,8	1,3	11,0

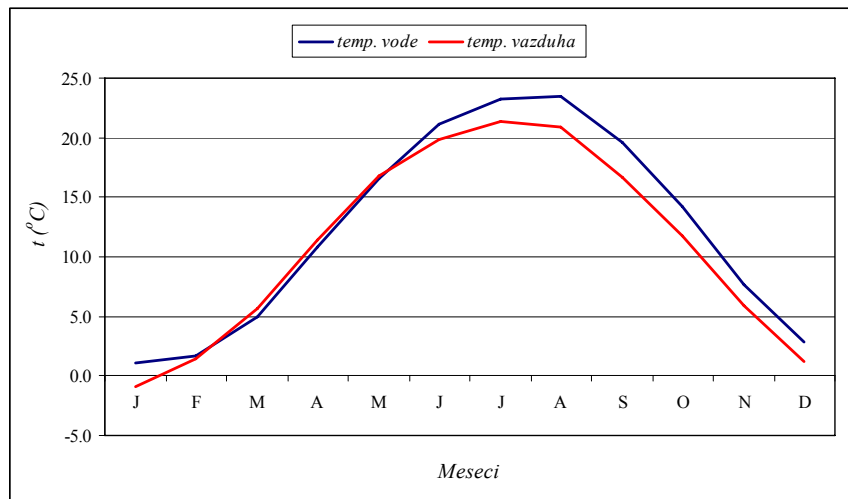
Izvor: Hidrološki i meteorološki godišnjaci (1955 - 2000), RHMZ

Godišnji tok srednjih mesečnih temperatura vode i vazduha pokazuju da vrednosti u oba slučaja kontinuirano rastu od januara prema julu i avgustu<sup>85</sup>, a zatim ponovo opadaju

<sup>84</sup> Opisani odnosi srednjih mesečnih i srednjih godišnjih temperatura vode i vazduha idu u prilog klasifikaciji koju je izveo T. Rakićević (1958) prema kojoj reka Tisa u našoj zemlji ima termički režim *prve grupe panonske varijante*.

<sup>85</sup> Apsolutno najviše temperature vode reke Tise na posmatranim vodomernima izmerene su tokom jula i avgusta. Vrednost apsolutnog temperaturnog maksimuma kod Sente (10. avgust 1994. god.) i Titela (01. jul 1962. god.) iznosi 28,0°C, a kod Novog Bečeja 28,2°C (05. avgust 1967. god.).

prema kraju godine (*grafikon 46*). U sva tri slučaja minimalne vrednosti temperature vode javljaju se u januaru, baš kao i minimumi temperature vazduha. Osnovna razlika u godišnjim tokovima temperatura vode i vazduha ogleda se u pojavi maksimalnih mesečnih vrednosti. Naime, dok su za temperaturu vazduha karakteristični julski maksimumi, najviša temperatura vode kod Sente i Novog Bečeja javlja se, usled sporijeg zagrevanja, mesec dana kasnije, dakle u avgustu. Jedino kod Titela Tisa maksimalnu temperaturu ima u julu, što je posledica delovanja učestalog julskog maksimuma na leti nešto hladnijem Dunavu.



*Grafikon 46. godišnji tok i odnos temperature vode reke Tise (kod Novog Bečeja) i temperature vazduha (za m.s. Bečej) u periodu 1955 - 2000. god.*

Godišnje amplitude temperature vode reke Tise imaju dosta ujednačene vrednosti. Naime, amplituda kod Sente iznosi  $22,1^{\circ}\text{C}$  (od  $1,0^{\circ}\text{C}$  u januaru do  $23,1^{\circ}\text{C}$  u avgustu), kod Novog Bečeja  $22,4^{\circ}\text{C}$  (od  $1,1^{\circ}\text{C}$  u januaru do  $23,5^{\circ}\text{C}$  u avgustu), a kod Titela  $21,8^{\circ}\text{C}$  (od  $1,2^{\circ}\text{C}$  u januaru do  $23,0^{\circ}\text{C}$  u julu). I godišnje amplitude temperature vazduha su veoma bliske pomenutim vrednostima. Za merne stanice u Senti i u Zrenjaninu vrednost amplitude je  $22,2^{\circ}\text{C}$ , a u Bečeju  $22,3^{\circ}\text{C}$ .

U završnom delu analize termičkog režima reke Tise važno je primetiti da su najveće razlike između srednjih mesečnih temperatura vode i vazduha prisutne tokom septembra (kod Sente  $2,4^{\circ}\text{C}$ ; kod Novog Bečeja  $2,9^{\circ}\text{C}$ ) i oktobra (kod Titela  $2,3^{\circ}\text{C}$ ). Uzrok pojave najvećih septembarsko-oktobarskih razlika može se objasniti приметnim smanjivanjem inenziteta i trajanja insolacije u ovom delu godine, što se daleko više i brže odražava na opadanje temperature vazduha nego na rashlađivanje vode, koja sporije odaje toplotu apsorbovanu tokom dugog letnjeg perioda.

## REŽIM LEDA

Led na reci Tisi predstavlja redovnu pojavu od prve polovine decembra do druge polovine marta (*tabela 25*), s tim što se najčešće javlja tokom januara i februara, dva najhladnija meseca u godini. Kada su u pitanju uslovi za obrazovanje leda, važno je naglasiti da su oni povoljniji na Tisi nego na drugim većim vodotocima u Vojvodini. Naime, Tisa se pre zaleđuje od Dunava i Save, što je prvenstveno posledica njene manje brzine oticanja i manjeg proticaja u odnosu na druga dva pomenuta vodotoka, kao i činjenice da dotiče iz hladnijih, severnijih oblasti Panonske nizije i Erdeljskog basena. Prema Lj. Ćirković (1975) Tisa se zaleđuje nakon svega 7 - 12 dana sa temperaturom vazduha nižom od 0°C, dok se na Dunavu led formira nakon 15 - 18, a na Savi nakon 21 dana sa negativnim zimskim temperatura vazduha. Isti autor navodi da prosečna dužina perioda od prve do poslednje pojave leda na Tisi iznosi 107 dana, dok je na Dunavu taj period kraći za pet, a na Savi za čak 24 dana.

*Tabela 25. Prvi i poslednji datum pojave leda na Tisi u periodu 1951 - 2000. god.*

VODOMERNA STANICA	PRVI DATUM	POSLEDNJI DATUM
<b>Senta</b>	01. decembar 1973. god.	20. mart 1956. god.
<b>Novi Bečej</b>	04. decembar 1957. i 1973. god.	20. mart 1956. god.
<b>Titel</b>	05. decembar 1989. god.	19. mart 1956. god.

*Izvor: Hidrološki godišnjaci (1951 - 2000), RHMZ*

Generalno posmatrano, nakon uspostavljanja uspora na sektoru uzvodno od brane kod Novog Bečea, uslovi za formiranje leda na Tisi dodatno su poboljšani. Naime, promenom hidrauličko-morfoloških karakteristika vodotoka, odnosno povećanjem dubine i smanjenjem brzine i intenziteta turbulencije, vidno je umanjena ionako mala toplotna cirkulacija vode, što pogoduje bržem hlađenju njenog površinskog sloja i stvaranju leda. Međutim, pravovremenim otvaranjem brane i obaranjem nivoa gornje vode<sup>86</sup> u slučaju potrebe (duge oštre zime - opasnost od stvaranja ledostaja) praktično se mogu vrlo brzo obezbediti uslovi za propuštanje leda u prirodnom režimu oticanja. U slučaju većeg nadolaska ledenih santi i njihovog nagomilavanja neposredno uzvodno od brane, što je prouzrokovano otporom koji pruža objekat sam po sebi koji ipak predstavlja prepreku u koritu, u cilju pokretanja naslaga leda dozvoljeno je naizmenično podizanje i obaranje vodostaja gornje vode. Dakle, prvenstveno iz pomenutih razloga vezanih za mogućnosti rada brane u uslovima pojave leda, kao i zbog činjenice da su zime u periodu posle

<sup>86</sup> Na primer, pri maloj vodi Tise i u uslovima depresije na ušću, najbrže obaranje nivoa gornje vode za 1,5 m može se postići za četrnaest (za početni nivo gornje vode na koti 76 m a.v.) do šesnaest sati (za početni nivo gornje vode na koti od 75,5 m a.v.). Pri višem vodostaju Dunava isti efekat se postiže da oko deset sati duže (Varga i sar., 1990).

uspostavljanja uspora bile prosečno manje oštre, ledne prilike na Tisi su na čitavom sektoru toka kroz Srbiju, sagledane u homogenom pedesetogodišnjem nizu.

Tabela 26. Srednji broj dana sa ledostajem i ledohodom na Tisi kod Sente, Novog Bečaja i Titela za period 1951 - 2000. god.<sup>87</sup>

	D	- - -	J	F	M	Ukupno
<b>Ledostaj</b>						
<b>Senta</b>	1,7	- - -	7,4	5,7	1,2	16,0
<b>Novi Bečej</b>	1,8	- - -	7,7	5,7	1,2	16,4
<b>Titel</b>	1,5	- - -	6,8	3,8	0,4	12,4
<b>Ledohod</b>						
<b>Senta</b>	1,7	- - -	4,9	3,3	0,6	10,5
<b>Novi Bečej</b>	1,2	- - -	4,6	2,9	0,6	9,2
<b>Titel</b>	0,9	- - -	4,4	2,5	0,7	8,5

Izvor: Hidrološki godišnjaci (1951 - 2000), RHMZ

Prema podacima u tabeli 26. na sva tri profila prosečno najveći broj dana sa lednim pojavama ima januar, zatim sledi februar, decembar pa mart. Ovaj odnos važi i za ledostaj i za ledohod. U posmatranom višegodišnjem periodu pojava leda na Tisi kod Sente zabeležena je tokom 1.299 dana (prosečno 26,5 dana po lednom periodu), od čega je ledostaj bio aktuelan 783 dana (prosečno 16,0 dana), a ledohod 516 dana (prosečno 10,5 dana). Nizvodnije, kod Novog Bečaja, led na Tisi je registrovan tokom 1.245 dana (prosečno 25,4 dana). Od toga je ledostaj bio na snazi 804 dana (prosečno 16,4 dana), a ledohod 451 dan (prosečno 9,2 dana). Kod Titela, najnižvodnijeg i ujedno najjužnijeg vodomera, ledne pojave na Tisi su bile najređe. Naime, led je ovde konstatovan ukupno 1.024 dana (prosečno 20,9 dana). Ledostaj je bio zastupljen 607 dana (prosečno 12,4 dana), a ledohod 417 dana (prosečno 8,5 dana).

Na osnovu prezentovanih podataka može se konstatovati da ledostaj na Tisi dominira nad ledohodom. Međutim, posmatrajući celokupan razmatrani period, od godine do godine, ledostaj ima daleko manju učestalost od ledohoda. Tako je kod Sente ledostaj izostao u osamnaest, a ledohod u svega šest slučajeva. Kod Novog Bečaja taj odnos iznosi šesnaest naspram sedam, a kod Titela devetnaest naspram devet puta. Dakle, relativno mali prosečan broj dana sa ledostajem u pedesetogodišnjem periodu (tabela 26) predstavlja posledicu njegovog često potpunog izostanka u toku godine, dok je mali prosečan broj dana sa ledohodom, koji se daleko redovnije javlja od ledostaja, rezultat njegovog kratkog trajanja u toku lednog perioda (npr. kod Sente od 1951. do 2000. ledohod je najduže trajao 32 dana u lednom periodu 1958/1959). Tokom ekstremno hladnih jesenje-zimskih perioda, ledostaj na Tisi u našoj zemlji može da traje neprekidno po dva i tri meseca. Tako je kod Sente tokom lednog perioda 1963/1964. ledostaj u kontinuitetu trajao 92 dana (13. decembar - 13.

<sup>87</sup> Budući da povoljni uslovi za obrazovanje leda počinju krajem jeseni i početkom zime i traju gotovo do početka proleća, ledne pojave nisu razmatrane u okviru kalendarske godine (januar - decembar) nego po tzv. lednim periodima (1951/1952 - 1999/2000).

mart). U istom lednom periodu zabeleženo je najduže trajanje ledostaja i kod Novog Bečeja. Ovde je Tisa bila neprestano okovana ledom 87 dana (16. decembar - 11. mart). Kod Titela najduže trajanje ledostaja, od 76 dana, zabeleženo je tokom lednog perioda 1953/1954. godina (20. decembar - 5. mart).

Na kraju se može zaključiti da je reka Tisa vodotok sa velikom učestalošću i trajanjem lednih pojava. Prema podacima *JVP Vode Vojvodine*, dobijenih na osnovu višegodišnjih osmaranja, led (ledostaj i ledohod) se na srpskom sektoru toka javlja u čak 97 od 100 godina. Ono što je naročito povoljno sa aspekta odbrane od poplava jeste činjenica da se ledostaj mnogo češće javlja na uzvodnijim nego na nizvodnijim sektorima toka<sup>88</sup>. Inače, stvaranje tzv. *ledenih čepova*<sup>89</sup> može prouzrokovati izlivanje vode na uzvodnom sektoru toka (npr. 1940. i 1966. godine). Poplave izazvane na ovaj način Lj. Gavrilović (1981) naziva *ledenim*.

---

<sup>88</sup> Na osnovu podataka u tabeli 26. srednji broj dana sa ledostajem ne beleži kontinuiran pad od uzvodnijih ka nizvodnijim delovima toka. Naime, ukupno prosečno trajanje ledostaja kod Novog Bečeja (16,4 dana) je čak veće nego kod Sente (16,0 dana). Ovo treba dovesti u vezu sa češćim obrazovanjem ledostaja zbog gomilanja santi neposredno uzvodno od brane u čijoj se blizini nalazi vodomer kod Novog Bečeja.

<sup>89</sup> Ledeni čepovi predstavljaju pojavu zaleđivanja plićih delova reke od dna do površine. Inače, prema Lj. Ćirković (1975) prosečna debljina leda na Tisi u našoj zemlji iznosi oko 30 cm. Najveću debljinu, i do 1,5 m, ima gomilani ili tzv. *torlaški led*, koji se obrazuje kod sprudova, plićaka i i ada.



## IZVORI ZAGAĐENJA I KVALITET VODE REKE TISE

### IZVORI ZAGAĐENJA

U čitavom slivu Tise postoje brojni zagađivači čije su otpadne vode tokom prošlosti izazivale ekološke katastrofe na samoj Tisi, ali i njenim pritokama. Poslednja velika katastrofa dogodila se početkom 2000. godine. S obzirom na nesagledive posledice i obim, a potom i značaj koji je imala u podizanju ekološke svesti na znatno viši nivo, na samom početku ovog poglavlja, važno je reći nešto više o ovoj katastrofi.

Naime, u noći između 30. i 31. januara u mestu *Baia Mare* u Rumuniji probijena je brana flotacijskog jalovišta rudnika zlata *Aurul*. Prema zvaničnim rumunskim podacima tada je u reku *Lapoš* dospelo oko 100.000 m<sup>3</sup> vode opterećene cijanidom, teškim metalima (Cu, Fe, Mn) i drugim štetnim supstancama. Ovo zagađenje je za svega nekoliko dana dospelo u reke Samoš, Tisu i Dunav i prouzrokovalo najveću zapamćenu slatkovodnu katastrofu u Centralnoj i Istočnoj Evropi. Orjentacije radi, mađarski stručnjaci su u Tisi, nešto nizvodnije od ušća Samoša, izmerili 300 puta veću koncentraciju cijanida od dozvoljene. Prema podacima Republičkog hidrometeorološkog zavoda (RHMZ), prvi tragovi cijanida u Tisi, na srpskom sektoru toka, registrovani su 10. februara, a njegova maksimalna koncentracija, od 2,52 mg/l, na pograničnom profilu *Martonoš*, izmerena je dan kasnije. O brzini širenja otrovnih supstanci kazuje podatak da je maksimalna koncentracija cijanida na profilu *Titel* izmerena 13. februara i iznosila je 2,28 mg/l. Koncentracija teških metala (Cu, Fe, Mn) na donjoj Tisi je u maksimumu bila i do trinaest puta veća od dozvoljene. Tokom opisane katastrofe u Tisi je uništeno do 90% fito- i zooplanktona, izazvan je nezapamćeni pomor ribe, a u velikoj meri je ugrožen i ptičiji svet koji je pogodno stanište našao u vlažnim područjima duž reke ([www.tisaforum.org.yu](http://www.tisaforum.org.yu))

Nakon pomenute katastrofe, koja je u najvećoj meri pogodila Tisu, pokrenut je čitav niz aktivnosti usmerenih ka ekološkoj zaštiti ove reke, u prvom redu prema sprečavanju sličnih ekoloških incidenata. Pomenute aktivnosti su preduzete, kako od strane vlada potiskih država, tako i od nevladinih organizacija u tim zemljama. Jedan od prvih bitnih koraka je izrada tačnog registra zagađivača u slivu Tise. Tako je odmah 2000. godine *Međunarodna Komisija za zaštitu Dunava* objavila *Regionalni popis potencijalnih rizičnih tačaka za zagađivanje Tise u Rumuniji, Ukrajini, Slovačkoj i Mađarskoj*. Godinu dana kasnije, u našoj zemlji je u izdanju *Republičkog zavoda za zaštitu prirode*, objavljen *Katastar zagađivača na slivu Tise u Srbiji*. Glavne stavke pomenutog *Regionalnog popisa potencijalnih rizičnih tačaka za zagađivanje Tise u Rumuniji, Ukrajini, Slovačkoj i Mađarskoj* su sledeće:

- u delu sliva koji pripada **Rumuniji** registrovano je 24 tačke visokog rizika i 12 tačaka nižeg rizika po zagađenje reke. Među zagađivačima visokog rizika nalazi se čak 19 rudnika i postrojenja za preradu rude, zatim jedno metalurško postrojenje,

jedna farmaceutska fabrika, jedna fabrika papira i celuloze, jedna hemijska industrija i jedna stočna farma. Zagađivače nižeg rizika predstavljaju postrojenja za eksploataciju i preradu rude, hemijske fabrike, postrojenja za preradu nafte, šećerana, stočne farme, postrojenje za proizvodnju veštačkog đubriva i izliv komunalnih voda. Svi pomenuti zagađivači upuštaju direktno u Tisu ili u njene pritoke veliku količinu opasnih materija kao što su: cijanid, teški metali (Pb, Zn, Cu, Mn, Cr i Fe), sumporna kiselina, naftne prerađevine, fenoli, azotna jedinjenja, hloridi, organska zagađenja i sl;

- u **ukrajinskom** delu sliva Tise postoji 6 tačaka visokog i 13 tačaka nižeg rizika po zagađenje reke. U prvu grupu ulaze tri industrije papira i celuloze, dva naftovoda i jedna rafinerija koja se inače nalazi u Bikovu na samoj Tisi. Tačke nižeg rizika predstavljaju naftna postrojenja i izlivi komunalnih voda. U ovom delu sliva u Tisu se direktno ili posredno upuštaju opasne materije poput: teških metala, fenola, naftnih prerađevina, organskih supstanci, azotnih jedinjenja i sl;
- svi zagađivači u **slovačkom** delu sliva Tise nalaze se na pritokama ove reke. Naime, ovde je registrovana jedna tačka visokog rizika zagađenja (iz oblasti rudarstva) i 11 tačaka nižeg rizika (iz oblasti rudarstva, hemijske, metalske, metalurške i industrije papira i celuloze). Od opasnih materija koje dospevaju u Tisu ovde su registrovani: teški metali (As, Pb, Zn), ulja i masti, oleinska kiselina, sumporna i hlorovodična kiselina, polietilen-glikol, natrijum-hidroksid, heksametafosfat, formaldehid, cikloheksanon, trihloretilen, metilacetat, butilacetat, katran i sl;
- u **mađarskom** delu sliva Tise postoji 11 tačaka visokog rizika (tri na obali Tise) po zagađenje reke među kojima je pet naftnih postrojenja, tri energetska postrojenja, jedan rudnik, jedna prehrambena industrija i jedna deponija radioaktivnog otpada. Među tačkama sa nižim rizikom izdvojeno je čak 54 potencijalna zagađivača iz oblasti prehrambene, hemijske, naftne, poljoprivredne i mašinske industrije, a u ovu grupu ulaze i deponije opasnog otpada. U ovom delu sliva su registrovane sledeće opasne materije: naftne prerađevine, teški metali (Fe, Mn, Zn, Cd, As, Pb, Cu, Cr, Ni), transformatorsko ulje, organska jedinjenja, etil-akrilat, izoheksan, trihloretilen, fosfor, sumporna kiselina, tetrahloretilen, azotna jedinjenja, galvanski talog, cijanid, kalijumove soli, metanol, etanol i sl.

Na području **Srbije** štetne supstance u Tisu takođe dospevaju direktnim ispuštanjem u reku ili posredno, preko njenih pritoka ili razgranate kanalske mreže o čemu je delimično već bilo reči prilikom razmatranja uloge Hs DTD u prihvatanju upotrebljenih voda. Prema podacima iz *Katastra zagađivača na slivu Tise u Srbiji* u ovu reku se dnevno direktno upusti prosečno 15.898 m<sup>3</sup> upotrebljene vode sa opterećenjem od 33.293 kg HPK/dan. Najveći direktni zagađivači Tise u srpskom sektoru toka, čiji ispusti otpadnih voda predstavljaju mesta povećanog rizika po zagađenje reke, su sledeći:

- *HIP Petrohemija - Fabrika sintetičkog kaučuka, Elemir* - količina ispuštene upotrebene vode je prosečno 1.716 m<sup>3</sup>/dan sa opterećenjem od 966 kg HPK/dan;
- *Fermin, Senta* - količina ispuštene upotrebene vode je prosečno 591 m<sup>3</sup>/dan sa opterećenjem od 3.510 kg HPK/dan;
- *Lepenka, Novi Kneževac* - količina ispuštene upotrebene vode je prosečno 5.687 m<sup>3</sup>/dan sa opterećenjem od 902 kg HPK/dan;



Slika 64. Ispust otpadnih voda iz Fabrike šećera Senta na km 122 toka  
(foto: D. Pavić, 2004)

- *Fabrika šećera Senta* - prosečna količina ispuštene upotrebene vode je prosečno 10.362 m<sup>3</sup>/dan sa opterećenjem od 20.991 kg HPK/dan;
- *terminali nafte kod Elemira i Adorjana* - izazivaju tzv. havarijska zagađenja.



Slika 65. Tok Kereša neposredno pre ušća opterećen štetnim supstancama  
(foto: D. Pavić, 2005)

Putem pritoka i kanalske mreže na deonici toka kroz Srbiju u Tisu dospeva velika količina bioloških i hemijskih opterećenja. U Begej se prosečno dnevno ispušta 28.114 m<sup>3</sup> upotrebljenih voda sa opterećenjem od 11.525 kg HPK/dan. Kereš svakoga dana, između ostalog, prima i 24.320 m<sup>3</sup> otpadnih voda iz Subotice sa opterećenjem od 1.472 kg HPK/dan. Hidrosistem DTD, čiji je Tisa središnji hidrološki objekat, takođe predstavlja izvor konstantnog zagađenja za ovu reku. O velikoj zagađenosti vode u kanalskoj mreži dovoljno govori podatak da 250 ozbiljnijih zagađivača godišnje ispuste u kanalski sistem oko 40 mil. m<sup>3</sup> otpadnih voda, o čemu je ranije bilo reči. Iz deonica kanala putem kojih se voda konstantno sliva prema Tisi dnevno u ovu reku dospeva prosečno 12.515 m<sup>3</sup> upotrebljenih voda sa opterećenjem od 5.771 kg HPK/dan. Ovde su uključene i upotrebljene vode Krivaje koja se uliva u Veliki kanal. Na kraju je neizostavno pomenuti i upotrebljene vode koje se upuštaju u melioracione kanale, a koje tokom visokog nivoa freatske izdani prepumpavanjem dospevaju u Tisu. Nažalost voda je u Horgoško-martonoškom, Kanjiškom, Novokneževačkom, Čokanskom, Adanskom, Medenjači i Titelskom melioracionom kanalu konstantno zagađena. Svakoga dana se ukupno u ove kanale prosečno upušta 5.545 m<sup>3</sup> upotrebljenih voda sa opterećenjem od 5.771 kg HPK/dan (Dalmacija, 2001).

## KVALITET VODE

Prema zastareloj, ali još uvek važećoj, *Uredbi o kategorizaciji vodotoka* ("Sl. list SFRJ" br. 6/78), donetoj krajem 70-ih godina prošlog veka, Tisa je (kao i Dunav) na delu toka kroz Srbiju, po kvalitetu vode svrstana u II<sup>90</sup> klasu. Od tada su sa razvojem industrije i intenzivne poljoprivrede na području velikog dela celokupnog sliva, ekološki uslovi u znatnoj meri pogoršani, što se direktno odrazilo na narušavanje kvaliteta vode reke Tise i njenih pritoka. Takođe, pogoršanju kvaliteta vode, konkretno Tise, doprinelo je, između ostalog, i pregrađivanje njenog toka na još dva mesta (kod Kiškerea i Novog Bečeja), kao i stvaranje uspora na Dunavu nakon izgradnje brane *HE Đerdap I*. Naime, ovim hidrotehničkim zahvatima, realizovanim tokom 70-ih godina 20. veka, Tisa je dodatno usporena čime je bitno smanjena njena sposobnost samoprečišćavanja. Kao posledica navedenih okolnosti kvalitet vode reke Tise u delu toka kroz Srbiju danas ne zadovoljava norme pomenute II klase, što će pokazati i detaljna analiza koja sledi u daljem tekstu.

Određivanje kvaliteta kopnenih voda u našoj zemlji, njenih fizičko-hemijskih, bioloških i bakterioloških osobina, vrši se na osnovu analize brojnih parametara, a prema pravilniku iz 1978. godine (*tabela 27*).

---

<sup>90</sup> Vode II klase kvaliteta su pogodne za kupanje, vodne sportove i gajenje ribe iz porodice šarana (*Cyprinidae*). Uz odgovarajuću tehnološku obradu mogu se upotrebljavati za vodosnabdevanje stanovništva i tzv. "osetljive industrije" (Gavrilović, Dukić, 2002).

Tabela 27. Granične vrednosti parametara kvaliteta kopnenih voda

PARAMETAR	Jed.	Klase kvaliteta vode			
		I	II	III	IV
Rastvoreni kiseonik	mg/l	>8	6 - 8	4 - 6	3 - 4
Zasićenost vode kiseonikom	%	90 - 105	75 - 90	50 - 75	30 - 50
BPK <sub>5</sub>	mg/l	<2	2 - 4	4 - 7	7 - 20
HPK KMnO <sub>4</sub>	mg/l	<10	10 - 12	12 - 20	20- 40
Stepen saprobnosti po Liebmann-u		Oligo-saprobnost	β - mezosaprobnost	α - mezosaprobnost	α - mezosaprobnost do polisaprobnost
pH		6,8-8,5	6,8-8,5	6,0-9,0	6,0-9,0
Organski nutrijenti					
Amonijak	mg/l	0,1	0,1	0,5	0,5
Amonijum jon	mg/l	1,0	1,0	10	10
Nitriti	mg/l	0,05	0,05	0,5	0,5
Nitrati	mg/l	10	10	15	15
Mikrobiološki parametar					
Broj koliformnih bakterija	i/l	<2000	<100.000	<200.000	-
Micro polutanti i toksini					
As	mg/l	0,05	0,05	0,05	0,05
Zn	mg/l	0,2	0,2	1,0	1,0
Hg	mg/l	0,001	0,001	0,001	0,001
Cd	mg/l	0,005	0,005	0,01	0,01
Cr	mg/l	0,1	0,1	0,5	0,5
Cr(VI)	mg/l	0,0	0,0	0,1	0,1
Ni	mg/l	0,05	0,05	0,1	0,1
Pb	mg/l	0,05	0,05	-	-
Cu	mg/l	0,1	0,1	0,1	0,1
Fe	mg/l	0,3	0,3	1,0	1,0
Organski mikro polutanti					
Fenoli	mg/l	0,001	0,001	0,3	0,3
Nafta sumporovita	mg/l	0,05	0,05	0,3	0,3
Nafta ostala	mg/l	0,05	0,05	0,3	0,3
Ostali parametri					
Suspendovane materije	mg/l	<10	10 - 30	30 - 80	80 - 100
Suvi ostatak pri isparavanju	mg/l	<350	350 -1.000	1.000 - 1.500	-
Vidljive otpadne materije	-	bez	bez	bez	-
Vidljiva boja	-	bez	bez	slabo primetna	-
Primetni miris	-	bez	bez	slabo primetni	-

Izvor: Službni list SFRJ, br. 6/78

Ispitivanje kvaliteta vode reke Tise u Srbiji vrši se na pet profila, tačnije kod Martonoša (od 1968. god.), Padeja (od 1980. god.), Novog Bečaja (od 1967. god.), Žablja (od 1980. god.) i Titela (od 1968. god.). Prema ustanovljenoj metodologiji Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije stvarne klase boniteta vode, u odnosu na zahtevne, određuju se na osnovu sledećih dvanaest parametara (granične vrednosti predstavljene u tabeli 27) koji su u tabelama 28 - 32 obeleženi navedenim skraćenicama: vidljive otpadne materije (VM), miris (M), boja (B), pH, rastvoreni kiseonik (O<sub>2</sub>), procenat zasićenosti

kiseonikom (%O<sub>2</sub>), petodnevna potrošnja kiseonika (BPK<sub>5</sub>), hemijska potrošnja kiseonika (HPK), suspendovane materije (SM), rastvorene materije ili suvi ostatak (RM), najverovatniji broj kolimorfni klica u 1 l vode (KK) i stepen saprobnosti (SS). U poslednje dve kolone date su stvarna klasa (SK) i zahtevna klasa boniteta (ZK) reke na posmatranom profilu. Na svim profilima maksimalan broj merenja tokom godine ne prelazi dvanaest, zbog čega su na osnovu važeće Uredbe, klase svakog parametra na nivou godine određene na osnovu aritmetičke sredine njegove dve najnepovoljnije izmerene vrednosti. U daljem tekstu predstavljene su klase boniteta reke Tise u periodu od 1991. do 2000. godine na svih pet pomenutih mernih profila.

Tabela 28. Klase boniteta reke Tise na profilu kod Martonoša za period 1991 - 2000. god.

God.	VM	M	B	pH	O <sub>2</sub>	%O <sub>2</sub>	BPK <sub>5</sub>	HPK	SM	RM	KK	SS	SK	ZK
1991	I	I	I	I/II	III	III	III	I	VK	II	IV	II/III	III	II
1992	I	I	I	I	III	III	II	I	VK	II	IV	III/II	III	II
1993	I	I	I	I	III	III	III	I	III	I	-	III/II	III	II
1994	I	I	I	I	III	III	III	I	IV	I	-	-	III	II
1995	I	I	I	I	II	II	III	II	VK	-	-	I	II/III	II
1996	I	I	I	I	II	II	III	I	VK	II	IV	II	III	II
1997	I	I	I	I	II	III	II	I	VK	II	IV	II	III	II
1998	I	I	I	I	II	III	II	II	VK	II	IV	II	III	II
1999	I	I	I	I	III	III	III	I	VK	II	IV	II	III	II
2000	I	I	I	I	II	III	II	II	VK	II	IV	II	III	II

Izvor: Hidrološki godišnjaci - Kvalitet voda (1991-2000), RHMZ

Prema podacima u tabeli 28. kvalitet vode reke Tise u profilu kod Martonoša, tokom svih deset posmatranih godina, nije odgovarao zahtevnoj II klasi. Naime, osim 1995. godine, kada je kvalitet vode bio na prelazu od II ka III klasi, tokom ostalih devet godina voda je pripadala III<sup>91</sup> klasi boniteta. Budući da se radi o pograničnom profilu, ovaj podatak navodi na zaključak da Tisa na teritoriji naše zemlje ulazi već vidno opterećena štetnim supstancama.

U odnosu na profil kod Martonoša, rezultati merenja kod Padeja (zahtevna II klasa tokom svih deset godina) pokazuju da je na nivou posmatranog perioda, kvalitet vode reke Tise nešto slabiji. Tokom sedam godina voda je pripadala III klasi boniteta, dok je 1993. kvalitet odgovarao prelaznoj III/IV, a 1992. godine, IV<sup>92</sup> klasi. Najmanje zagađenje registrovano je 1997. godine kada je kvalitet vode bio na prelazu od II ka III klasi (tabela 29).

<sup>91</sup> Vode III klase kvaliteta su pogodne za navodnjavanje, brojne grane industrije (osim prehrambene), termoenergetiku, rudarstvo i sl. Savremenom tehnološkom obradom i ovu vodu je moguće dovesti do kvaliteta koji odgovara za piće, ali zbog visoke cene ovakav postupak prečišćavanja nije ekonomičan (Gavrilović, Dukić, 2002).

<sup>92</sup> Vode IV klase su zagađene preko maksimalno dozvoljene granice tako da su osim za plovidbu, privredno neupotrebljive (Gavrilović, Dukić, 2002).

Tabela 29. Klase boniteta reke Tise na profilu kod Padeja za period 1991 - 2000. god.

God.	VM	M	B	pH	O <sub>2</sub>	%O <sub>2</sub>	BPK <sub>5</sub>	HPK	SM	RM	KK	SS	SK	ZK
1991	I	I	I	I/II	III	III	III	I	VK	II	IV	II	III	II
1992	I	I	I	I	IV	IV	II	II	VK	II	II	II	IV	II
1993	I	I	I	I	IV	IV	III	I	III	I	-	III/II	III/IV	II
1994	I	I	I	I	III	III	II	I	IV	I	-	-	III	II
1995	I	I	I	I	III	III	III	I	VK	-	-	I	III	II
1996	I	I	I	I	III	III	III	I	VK	I	IV	II	III	II
1997	I	I	I	I	II	II	II	I	IV	II	IV	II	II/III	II
1998	I	I	I	I	II	III	II	II	VK	II	IV	II	III	II
1999	I	I	I	I	III	III	III	I	IV	II	IV	II	III	II
2000	I	I	I	I	II	III	II	II	VK	II	II	II	III	II

Izvor: Hidrološki godišnjaci - Kvalitet voda (1991-2000), RHMZ

Kao i na prethodna dva profila i kod Novog Bečaja kvalitet vode reke Tise niti jedne godine, tokom razmatranog perioda, nije odgovarao zahtevnoj II klasi. Generalno, na nivou dekade, kvalitet je u odnosu na profil kod Padeja, za nijansu niži. Naime, pored šest godina, tokom kojih je kvalitet odgovarao III klasi, 1993. i 1994. isti je bio na prelazu između III i IV, a 1992. u IV klasi. Samo je tokom 1997. godine, kao i kod Padeja, kvalitet vode bio veoma blizu zahtevnoj klasi, tačnije odgovarao je prelaznoj II/III klasi boniteta (tabela 30).

Tabela 30. Klase boniteta reke Tise na profilu kod Novog Bečaja za period 1991 - 2000. god.

God.	VM	M	B	pH	O <sub>2</sub>	%O <sub>2</sub>	BPK <sub>5</sub>	HPK	SM	RM	KK	SS	SK	ZK
1991	I	I	I	I/II	III	III	III	I	IV	II	IV	II/III	III	II
1992	I	I	I	I	IV	IV	II	I	VK	II	II	II	IV	II
1993	I	I	I	I	IV	IV	III	I	VK	I	-	III/II	III/IV	II
1994	I	I	I	I	IV	IV	III	I	IV	I	-	-	III/IV	II
1995	I	I	I	I	III	III	III	I	IV	-	-	I	III	II
1996	I	I	I	I	III	III	III	I	VK	II	IV	II	III	II
1997	I	I	I	I	II	III	II	I	VK	II	IV	II	II/III	II
1998	I	I	I	I	II	III	II	III	VK	II	III	II	III	II
1999	I	I	I	I	III	III	II	I	IV	II	III	II	III	II
2000	I	I	I	I	II	III	II	III	VK	II	IV	II	III	II

Izvor: Hidrološki godišnjaci - Kvalitet voda (1991-2000), RHMZ

Na profilu kod Žablja, u prve tri godine posmatranog perioda, zahtevna klasa boniteta vode reke Tise bila je II, a tokom preostalih sedam godina, IIB. Ni na ovom mernom mestu stvarna klasa boniteta nijednom nije odgovarala propisanoj. Istina, u odnosu na uzvodni profil kod Novog Bečaja, kvalitet vode reke Tise kod Žablja je generalno, na nivou desetogodišnjeg perioda, bio za nijansu bolji. Osim 1992. godine, kada je kvalitet bio na prelazu od III ka IV klasi, i već pominjane 1997, kada je kvalitet vode odgovarao prelaznoj II/III klasi, tokom ostalih osam godina voda je po bonitetu bila u III klasi (tabela 31).

Tabela 31. Klase boniteta reke Tise na profilu kod Žablja za period 1991 - 2000. god.

God.	VM	M	B	pH	O <sub>2</sub>	%O <sub>2</sub>	BPK <sub>5</sub>	HPK	SM	RM	KK	SS	SK	ZK
1991	I	I	I	I/II	III	IV	III	I	IV	II	II	II	III	II
1992	I	I	I	I	III	IV	III	I	IV	II	IV	II/III	III/IV	II
1993	I	I	I	I	III	III	III	II	III	I	-	III/II	III	II
1994	I	I	I	III	III	III	III	III	IV	I	III	III	III	IIB
1995	I	I	I	I	III	III	III	III	III	-	-	I	III	IIB
1996	I	I	I	I	III	VK	II	I	VK	II	III	II	III	IIB
1997	I	I	I	I	II	II	III	I	VK	II	IV	II	II/III	IIB
1998	I	I	I	I	II	III	II	I	VK	II	III	II	III	IIB
1999	I	I	I	I	III	III	II	I	VK	II	III	II	III	IIB
2000	I	I	I	I	II	III	II	I	VK	II	IV	II	III	IIB

Izvor: Hidrološki godišnjaci - Kvalitet voda (1991-2000), RHMZ

I kod Titela, na najnižvodnijem mernom profilu, tokom čitavog desetogodišnjeg perioda, kvalitet vode reke Tise nije odgovarao zahtevnoj II klasi. Ako se podaci u tabeli 32. detaljno analiziraju i uporede sa rezultatima sumarnog i parametarskog klasifikovanja na uzvodnijim mernim profilima, može se konstatovati da je kod Titela, na nivou celokupnog razmatranog perioda, kvalitet vode reke Tise bio najniži. Ovakva ocena se prvenstveno bazira na činjenici da je tokom pet poslednjih godina posmatranog perioda bonitet vode odgovarao prelaznoj III/IV klasi.

Tabela 32. Klase boniteta reke Tise na profilu kod Titela za period 1991 - 2000. god.

God.	VM	M	B	pH	O <sub>2</sub>	%O <sub>2</sub>	BPK <sub>5</sub>	HPK	SM	RM	KK	SS	SK	ZK
1991	I	I	I	I/II	IV	IV	III	I	III	II	IV	II/III	III	II
1992	I	I	I	I	II	III	III	I	III	II	IV	II/III	III	II
1993	I	I	I	I	II	II	III	I	VK	I	-	III	II/III	II
1994	I	I	I	I	III	III	III	I	III	I	-	-	III	II
1995	I	I	I	I	III	III	III	I	VK	-	-	I	III	II
1996	I	I	I	I	III	VK	III	I	VK	II	IV	III	III/IV	II
1997	I	I	I	I	II	III	III	I	VK	II	IV	III	III/IV	II
1998	I	I	I	I	II	III	III	I	VK	II	IV	III	III/IV	II
1999	I	I	I	I	III	III	II	I	VK	II	III	II/III	III/IV	II
2000	I	I	I	I	II	III	III	I	VK	II	IV	III	III/IV	II

Izvor: Hidrološki godišnjaci - Kvalitet voda (1991-2000), RHMZ

Posmatrajući pojedine parametre na svih pet mernih profila, generalno se može zaključiti da narušavanju ukupnog kvaliteta vode reke Tise najviše doprinose: relativno male koncentracije rastvorenog kiseonika (naročito tokom letnjih meseci), visoke vrednosti biološke potrošnje kiseonika, veliki broj kolimorfni klica i visok sadržaj suspendovanih materija. Takođe, važno je pomenuti da su merenjima izvršenim od strane Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije u vodi reke Tise u našoj zemlji, tokom posmatranog perioda, registrovane sledeće opasne materije: Ni, Hg, Cr, Fe, Mn, Zn, isparljivi fenoli, nitriti, amonijak i mineralna ulja.

Sigurno da dugogodišnje kontinuirano praćenje kvaliteta vode reke Tise od strane RHMZ-a ima veliki značaj. Međutim, zbog male učestalosti uzorkovanja (jednom ili dva



puta mesečno, a često nijednom) postavlja se pitanje koliko su dobijeni podaci relevantni za ocenu kvaliteta vode reke Tise? Upravo iz ovog razloga, a kao dopuna prethodnoj analizi, ovom prilikom će ukratko biti pomenuti i rezultati nekih drugih istraživanja. Pre svega važno je pomenuti rezultate do kojih je došla *Ekološka stanica Srbije* u saradnji sa Fakultetom za fizičku hemiju, Hemijskim fakultetom i Biološkim fakultetom Univerziteta u Beogradu, kao i u saradnji sa d.d. "Mol" iz Beograda. Nakon ispitivanja vode reke Tise na šest stanica u našoj zemlji, tokom jula, avgusta i septembra 1996. godine, a zatim sprovedene hemijske i biološke obrade uzetih uzoraka, dobijeni rezultati su pokazali (Vojinović-Miloradov i sar., 2003):

- da je voda reke Tise u tromesečnom periodu po kvalitetu bila u II i III klasi;
- da su na svima lokalitetima zabeležene povećane koncentracije nutrijata koje ukazuju na prisustvo zagađenja otpadnim komunalnim vodama, otpadnim vodama prehrambene industrije i vodama dospelim sa poljoprivrednih površina;
- da je tokom tromesečnog perioda u vodi bila prisutna znatna koncentracija organskih supstanci poreklom iz otpadnih komunalnih voda i industrijskih voda, ali i organskih jedinjenja prirodnog porekla;
- da nisu zabeležene značajnije koncentracije toksičnih organskih supstanci;
- da je sadržaj teških metala u vodi bio ispod propisane koncentracije za I klasu;
- da su koncentracije kiseonika bile izuzetno niske;
- da je saprobiološki posmatrano u vodi povećana koncentracija mineralnih supstanci i organskog opterećenja;
- da su sedimenti zagađeni organskim supstancama, što je posledica prisustva u vodi velike količine nutrijenata antropogenog porekla i
- da je sastav fito- i zooplanktona karakterističan za ravničarske vode tekućeg i stajaćeg tipa.

Problematikom vezanom za kvalitet vode reke Tise, u većoj ili manjoj meri, od svog osnivanja 1992. godine, bavi se i *Međuopštinska komisija za praćenje stanja reke Tise*. Komisija je osnovana na inicijativu opština: Kanjiža, Novi Kneževac, Senta, Čoka, Ada, Bečej i Novi Bečej. Godine 1995. u rad Komisije uključila se Opština Subotica, a 2000. godine i opštine Zrenjanin i Žabalj. Najznačajnije nautičko-ekološke akcije u organizaciji pomenute Komisije i Prirodno-matematičkog i Medicinskog fakulteta u Novom Sadu, realizovane su tokom jula 2001. (od ušća Tise do državne granice), odnosno jula i avgusta 2002. (od ušća Tise do km 631) i 2004. godine (od ušća Tise do km 562). Na sve tri ekspedicije uzorkovanja i merenja kvaliteta vode vršena su danonoćno. I u ovom slučaju vrednosti merenih parametara (rastvoreni kiseonik, zasićenost kiseonikom, HPK, BPK5, ukupan organski ugljenik, pH, temperatura vode, suspendovane materije, nitratni anjon i ukupni deterdženti), konkretno na delu toka u našoj zemlji, kretale su se u granicama sve četiri klase boniteta. Sumarno posmatrano, i rezultati ovih istraživanja potvrđuju ranije navode da voda reke Tise u našoj zemlji po kvalitetu ne zadovoljava norme zahtevne II klase, nego da uglavnom pripada III klasi boniteta. Takođe, bitno je naglasiti da vrednosti

merenih parametara ukazuju na činjenicu da je negativan antropogeni uticaj na kvalitet vode reke Tise najveći na njenom donjem toku.

U prilog svim izrečenim ocenama vezanim za kvalitet vode reke Tise u našoj zemlji, važno je navesti i mišljenje P. Kilibarde i R. Bugarski (2002) u vezi sa ovom problematikom. Naime, prema pomenutim autorima reka Tisa u našoj zemlji ima odlike usporenog i zagađenjem opterećenog vodotoka. Osnovne karakteristike kvaliteta Tisine vode mogu se u najkraćem svesti na povećan sadržaj organskog zagađenja i suspendovanih materija, zatim povremeno povećane vrednosti nitrita i promenljiv sadržaj rastvorenog kiseonika. Najčešće tokom leta, kada su nepovoljni hidrometeorološki uslovi (period niskih vodostaja i visokih temperatura vode), koncentracije rastvorenog kiseonika padaju i ispod biološkog minimuma ( $<4 \text{ mg O}_2/\text{l}$ ). Za Tisu je tokom većeg dela godine karakteristično i veoma nepovoljno sanitarno - bakteriološko stanje, kada je najverovaniji broj kolimorfni klica iznad normi IV klase kvaliteta. Uzimajući u obzir dosadašnja havarijska zagađenja, naročito ono iz 2000. godine (cijanid i teški metali), akcent daljih istraživanja bi morao biti usmeren na ispitivanje sedimenata, a sve u cilju utvrđivanja u kolikoj meri upravo sedimenti mogu biti uzrok sekundarnog zagađenja.

Na kraju ovog poglavlja potrebno je ukazati na nekoliko osnovnih problema. Pre svega važno je rešiti pitanje donošenja zakona o vodama usklađenog sa važećim propisima koji vladaju u Evropskoj Uniji (Water Framework Directive), a kojima bi se regulisale oblasti upravljanja i zaštite kvaliteta voda u našoj zemlji. S obzirom da Tisa predstavlja pritoku Dunava, i da je Srbija podunavska zemlja, ne bi se smeli zanemariti principi i politika održivog razvoja sadržani u regionalnoj *Konvenciji o saradnji na zaštiti i korišćenju reke Dunav*, kao i zahtevi *Međunarodne komisije za zaštitu Dunava*, kao izvršnog tela, o čemu je bilo reči u delu rada koji se odnosi na problem zagađenja kanalske mreže Hs DTD. Veoma je važno unaprediti već pominjanu međunarodnu bilateralnu, ali i multilateralnu saradnju, konkretno sa potiskim zemljama, usmerenu ka zaštiti kvaliteta reke Tise, kao vodnog resursa od neprocenjivog značaja. Kao poslednju stavku, nezaobilazno je pomenuti i obavezu sistematskog podizanja ekološke svesti kod stanovništva, čiji nizak nivo možda predstavlja i suštinu problema vezanog za nemaran odnos prema životnoj sredini, naročito vodama.

## **PREDISPOZICIJE ZA RAZVOJ NAUTIČKOG TURIZMA NA TISI**

### **REKE KAO TURISTIČKE VREDNOSTI**

Tokom druge polovine 20. veka turizam doživljava pravu ekspanziju. To pokazuju podaci prema kojima je u svetu 1950. godine u turističkim kretanjima učestvovalo oko 25 miliona, a 2000. godine čak oko 700 miliona turista. Ovaj trend rasta broja turista se i dalje nastavlja i prema prognozama u 2010. godini u turističkim kretanjima će učestvovati više od milijardu ljudi (<http://world-touris.org>).

Uz kretanja ekonomskog, političkog pa i religioznog karaktera, turistička kretanja predstavljaju samo jedan od oblika kretanja stanovništva. Za razliku od ostalih migratornih kretanja, turistička kretanja u svojoj osnovi, kao uzrok, imaju "potrebu" transformisanu u volju subjekta. Turistička potreba, koja može biti rekreativne, kulturne, ali i kompleksne prirode, po pravilu se javlja u boravišnom mestu, a zadovoljava se izvan mesta boravka, tačnije u turističkim mestima. Na ovaj način nastaju turistička kretanja koja uglavom imaju dvojak karakter, rekreativni i kulturni (Jovičić, 1992).

U Srbiji, kao i u većem delu sveta, upravo se voda definiše kao temeljni turistički resurs, turistička vrednost ili atraktivnost. Voda poseduje široki spektar mogućnosti turističkog aktiviranja, što joj daje ulogu resursa koji predstavlja bazu za zadovoljenje raznovrsnih turističkih potreba. Naime, hidrografske turističke vrednosti poseduju nekoliko atraktivnih turističkih atributa, kao što su: rekreativni, saznajni, estetski i kuriozitetni. Ovi se atributi mogu funkcionalno, turistički na različite načine usmeriti, tako da predstavljaju jednu od osnovnih "sirovina" turizma neke zemlje.

Najznačajnije hidrografske turističke atrakcije u Srbiji čine: termomineralni izvori, jezera i vodeni tokovi. Takođe i ostali oblici ispoljavanja hidrografskih vrednosti kao što su izvori, vrela, bare i močvare čine osnovu za postepeno formiranje pojedinih inicijalnih vidova turizma. To se naročito odnosi na hidrografske objekte koji se nalaze pod režimom zaštite gde je usled rađanja novih vidova turističke ponude moguće razvijati selektivne oblike turizma, među kojima primarnu ulogu zauzima ekoturizam o čemu će više reći biti kasnije.

S obzirom na temu rada posebna pažnja će biti posvećena turističkom značaju vodenih tokova. Pre svega je važno istaći da reke predstavljaju značajan hidrografski turistički potencijal Srbije. Osnovni atraktivni atribut reka je sadržan u njihovom prvenstveno rekreativnom svojstvu koje se manifestuje kao mogućnost kupanja, sportova na vodi, sportskog ribolova i sl. Osim toga, brojne i raznovrsne prirodne predispozicije za formiranje rečnih tokova, uticale su na to da se pojedini elementi samih vodotoka ispolje u različitim vidovima, čime doprinose formiranju pojedinačnih ili pak kompleksa estetskih i kuriozitetnih atributa. U zavisnosti od toga da li se mogu aktivirati kao nezavisne turističke

vrednosti ili isključivo u zajednici sa vrednostima okoline, reke se mogu tretirati kao: samostalne i komplementarne turističke vrednosti.

Ovakvu podelu svakako treba prihvatiti uslovno jer se tokom vremena menjaju i elementi koji utiču na turističku vrednost reka. Tako se različitim hidrotehničkim intervencijama, zatim uvođenjem sistema za prečišćavanje otpadnih voda koje se slivaju prema vodenom toku, kao i izgradnjom receptivnih kapaciteta u priobalju, rekreativni značaj reka u znatnoj meri povećava. Suprotno tome, na primer sa rastom stepena zagađenosti reke može doći do njenog potpunog turističkog obezvređivanja.

U granicama naše zemlje kategoriji reka koje predstavljaju *samostalne turističke vrednosti* pripadaju: Dunav, Tisa, Sava i Drina. Izraženost njihove turističke funkcije ispoljava se preko: temperature vode, povoljnih uslova za sportski ribolov, pogodnih predispozicija za razvoj nautičkog turizma, zatim odgovarajućih saobraćajnih prilika, opremljenosti putničkih pristaništa, bogatstva i raznovrsnosti kulturno-istorijskih vrednosti u priobalju i drugih pogodnosti.

Svakako da je masovnost rekreativne posete ovakvim rekama naročito uslovljena blizinom gradskih naselja i njihovom veličinom, s obzirom na to da je gradsko stanovništvo rekreativno dosta usmereno prema obližnjim vodenim tokovima. Ovaj vid kretanja je posebno svojstven kategoriji stanovništva sa nižim životnim standardom, koje nije u mogućnosti da posećuje udaljenije turističke lokalitete. Na temelju ove činjenice tzv. rečni turizam se može posmatrati ne samo sa aspekta mogućnosti češćih oblika rekreacije, već i sa stanovišta delimičnog nivelisanja uticaja socijalnih razlika na učestalost i mogućnost rekreacije stanovništva. Sigurno da najveći problem turističkog aktiviranja u prvom redu naših velikih reka, predstavlja njihova zagađenost koja je direktna posledica činjenice da one između ostalog protiču kroz gušće naseljene oblasti i na taj način predstavljaju recipijente fekalnim i otpadnim, najčešće neprečišćenim industrijskim vodama.

Važno je naglasiti i da se pri turističkoj valorizaciji reka koje imaju karakter samostalnih vrednosti, od prirodnih elemenata uzima u obzir ocena sledećih parametara: temperaturni režim, vodostaj i proticaj, poplavni talasi, osobine priobalja, bogatstvo i raznovrsnost živog sveta, stepen zagađenosti i dr. (Stanković, 1989).

Reke *komplementarne turističke vrednosti* su manji tokovi, kao na primer Begej u slivu Tise, koji imaju daleko uže kontraktivne zone, pretežno svedene na najbliža mesta ili veće, udaljenije gradove. Generalno, zastupljenije su u panonskom nego u planinskom području Srbije, što je uslovljeno manjom konkurencijom ostalih turističkih vrednosti u Panonskoj niziji u odnosu na planinsku oblast. Naime, u panonskom delu Srbije je usled relativne ujednačenosti prostora prisutna manja gustina vrednosti specifičnih atributskih osobina te reke u takvim uslovima imaju veći turistički značaj. Nasuprot tome, u planinskom delu zemlje gde postoji ukupna velika gustina turističkih vrednosti reke su generalno manje turistički značajne.

Važno je istaći da se po hidrografskim osobinama ravničarske i planinske reka u znatnoj meri razlikuju usled čega postoje uslovi za njihovo divergentno turističko iskorišćavanje. Dok su ravničarske reke zahvaljujući višim temperaturama, sporijem

oticanju i postojanju niskih peskovitih i šljunkovitih obala povoljnije za razvoj kupališnog turizma, planinski vodotoci su pogodni za splavarenje i kajakarenje.

Osnovu turističke valorizacije reka komplementarne vrednosti ne čine samo vrednosti neposredno vezane za vodotok (čistoća vode, povoljan termički režim, morfometrijske osobine toka koje odgovaraju kupanju i sportovima na vodi), već i kvalitet okoline koji zajedno sa vodenim tokom čini jedinstvenu turističku vrednost, odnosno kompleks prema kojem je zapravo i usmerena turistička valorizacija (Romelić, Ćurčić, 2001).

## GLAVNE TEORIJSKE POSTAVKE O NAUTIČKOM TURIZMU

Svoju punu afirmaciju u celom svetu nautički turizam doživljava poslednjih nekoliko decenija, kako na moru, tako i na rekama i velikim jezerima. Radi se o izuzetno kompleksnoj pojavi, svojevrsnom turističkom fenomenu, podložnom brzim promenama, koji je veoma teško sveobuhvatno definisati u okviru jedne, čak i veoma složene definicije. S toga različiti autori vrlo često na bitno drugačiji način definišu ovaj specifičan vid turizma. U cilju što realnijeg shvatanja *pojma* nautičkog turizma za ovu priliku su izdvojene tri definicije. Pre svih važno je spomenuti definiciju V. Jadrešića (1978), jednog od prvih teoretičara u bivšoj SFR Jugoslaviji koji ozbiljno proučava ovu problematiku, a kojeg i danas citiraju brojni autori iz republika koje su bile u sastavu nekada zajedničke države. Naime, V. Jadrešić smatra da je ... *nautički turizam dio maritimnog turizma koji s jedne strane predstavlja ukupnost stalnih, učestalih ili povremenih dobrovoljnih društveno-socioloških pojava, aktivnosti i kretanja turista na moru i obalama te na rijekama, jezerima i kanalima, vlastitim, iznajmljenim ili tuđim turističkim brodovima, u turističkim lukama i ostalim pomorsko - nautičko - brodograđevnim objektima supra i infrastrukture, u svrhu zabave, odmora, sporta, pasivne i aktivne rekreacije, relaksacije, ambijenta, zadovoljenja zdravstvenih, kulturnih i drugih motiva, i to sve iz turističkih, a ne lukrativnih motiva, i s druge strane skup ekonomsko organiziranih poslovnih funkcija u cilju racionalnog i planskog omogućavanja i razvijanja te poboljšanja tih pojava i aktivnosti i to u svrhu stvaranja i povećanja dohotka*. Na veoma precizan način pojam nautičkog turizma definisala je D. Tomka (1989) prema kojoj ovaj oblik turizma predstavlja: *skup odnosa i pojava koje proističu iz putovanja vodenim tokovima različitim plovilima, i boravka turista u određenim mestima duž plovnih tokova*. *Nautički turizam je složen i podrazumeva više oblika organizovanog ili samoorganizovanog turizma koji za sadržaj boravka imaju vožnju manjim ili većim plovnim objektima i zadržavanje na obalama u sportsko-rekreativne svrhe*. Na kraju je važno navesti i definiciju nautičkog turizma koja se može naći u enciklopedijama. Naime, enciklopedijski nautički turizam se definiše kao: *specijalizovani oblik masovnog turizma, koji obuhvata različite društvene ekonomske i prostorne aspekte, koji nastaju povodom zadovoljavanja rekreacionih potreba odnosno autičke dokolice*.

Uzimajući u obzir prvu i naročito drugu definiciju, može se zaključiti da se nautički turizam ne vezuje samo za plovni put i prostu plovidbu objektima različitih vrsta i kategorija, već i za različite aktivnosti (sportsko-rekreativne, kulturne, zabavne i druge) na

obali i širem priobalju gde se ispunjavaju različiti sadržaji i ostvaruje određena turistička potrošnja.

Kao i svim drugim oblicima turizma i u nautičkom turizmu glavni *subjekt* predstavlja čovek (tzv. nautički turista) unutar heterogene mase turista koja na plovnim objektima učestvuje u nautičkim putovanjima. Primenjujući podelu V. Jadrešića (1978) na polju rečnog nautičkog turizma, turisti nautičari bi se u odnosu na način boravka i vlasništvo nad plovnim objektom, u najkraćem mogli podeliti na one koji ceo boravak provode na plovnoj jedinici usidreni u nautičko-turističkoj luci, zatim na one koji kombinuju boravak u luci sa dužim ili kraćim plovidbenim izletima, na turiste koji samo na proputovanju vraćaju u luke, odnosno naselja radi snabdevanja potrebnim namirnicama ili iz znatiželje, zatim na nautičare koji plove na vlastitoj, iznajmljenoj ili tuđoj plovnoj jedinici sl.

Osnovu nautičko-turističke ponude čine tzv. *objekti nautičkog turizma*. Naime, pod ovim pojmom podrazumeva se ukupna materijalna osnova, odnosno supra i infrastruktura koja se odnosi na nautički turizam. U najširem smislu pod objektima nautičkog turizma podrazumevaju se: prirodni resursi odnosno vrednosti, zatim turističke luke, plovne jedinice, brodogradilišta, razni servisi, trgovinski kapaciteti, hoteli, sabračajna infrastruktura, sportsko-rekreativni kapaciteti, poslovna preduzeća, putničke agencije, lučke kapetanije, osiguravajuća društva i drugi potrebni objekti koji mogu biti od neposrednog ili posrednog značaja za razvoj nautičkog turizma (Jadrešić, 1978).

Iz velike grupe objekata nautičkog turizma naročito je važno izdvojiti tzv. prihvatne i plovne objekte bez kojih se nautički turizam, kao organizovani oblik turizma, ne može zamisliti. Prva grupa objekata, koja se gradi ili postavlja na obali i u vodi, služi za prihvatanje, snabdevanje, čuvanje, održavanje i popravku nautičkih plovnih objekata, kao i za pružanje različitih usluga nautičarima. U zavisnosti od stepena opremljenosti **prihvatni objekti** nautičkog turizma mogu se podeliti na:

- *sidrišta* predstavljaju delove vodene površine koji su opremljeni uređajima za vezivanje nautičkih plovila, ali bez mogućnosti pešačkog prilaza sa obale;
- *privezišta* predstavljaju uređene delove obale ili prostore povezane sa obalom koji služe za prihvatanje i privez nautičkih plovila;
- *turistička pristaništa* su takav tip pristaništa koja osim primarnih saobraćajnih usluga, pružaju još najmanje dve vrste usluga turistima nautičarima (snabdevanje gorivom i prehrambenim namirnicama, pregled i popravka nautičkih plovila). Mogu biti potpuno izdvojena ili u okviru pristaništa za javni saobraćaj;
- *marine* su složen i specijalizovan tip prihvatnih objekata namenjenih nautičkom turizmu. Sastoje se od nautičkog, uslužnog i turističkog dela. Marine pružaju čitav niz različitih usluga, pre svih: mogućnost vezivanja nautičkih plovila, njihovo snabdevanje gorivom, čuvanje, održavanje, servisiranje i iznajmljivanje. Takođe, marine pružaju mogućnost ugostiteljskih i nekih drugih usluga neophodnih turistima nautičarima;
- *nautičko-turistički centri* predstavljaju najopremljenije prihvatne objekte nautičkog turizma (marine najviše kategorije) koji pored do sada nabrojanih usluga, pružaju mogućnost školske obuke za najmanje jednu vrstu sportsko-nautičkih aktivnosti

(moto-nautika, jedrenje, jedrenje na dasci, skijanje na vodi, kajak, veslanje i sl.), kao i mogućnost bavljenja sa najmanje dve vrste sportskih ili rekreativnih aktivnosti (tenis, golf, plivanje, jahanje i sl.).

S obzirom na namenu i gabarite **plovni objekti** koji se koriste u nautičkom turizmu mogu biti:

- *rekreativni plovni objekti* predstavljaju onu vrstu nautičkih plovila koja se koriste za zabavu i sportsku rekreaciju u neposrednoj okolini prihvatnog objekta nautičkog turizma. Radi se o manjim čamcima sa i bez motora, zatim jedrilicama, pedolinama, daskama za jedrenje, skuterima i sl;
- *izletnički plovni objekti* su vrsta nautičkih plovila koja služe za prevoz turista ili dnevna krstarenja izletničkog karaktera. U izletničke plovne objekte ubrajaju se: hidrogliiseri, čamci sa motorom, manji brodovi za jednodnevne izlete i turistički taksi;
- *turističke jahte* predstavljaju nautička plovila koja služe za duži boravak nautičara na vodi. Opremljene su sa najmanje dva ležaja, toaletom i uređajima za kuvanje. Mogu biti na motorni ili na pogon uz pomoć vetra;
- *plovni objekti za turistička krstarenja* su dobro opremljena nautička plovila sa posadom koja se koriste za višednevna turistička krstarenja i kružna putovanja.

Na kraju je važno napomenuti da tokom poslednje dve decenije 20. veka u okviru nautičkog turizma dolazi do formiranja tzv. *jahtinga* koji je danas veoma razvijen u bogatim zemljama sveta koje poseduju plovne puteve. Jahtingom se bave specijalizovane firme koje kupuju jahte ili ih uzimaju na lizing, a zatim iste iznajmljuju, obično preko specijalizovanih jahting agencija ili drugih putničkih agencija koje za to imaju posebno obučeni kadar (Popov, 1997).

U zavšnom delu ovog naslova neophodno je reći nekoliko reči o **podeli i vrstama nautičkog turizma**. Naime, neki autori i danas smatraju da nautički turizam nije samostalan oblik turizma nego da predstavlja deo sportskog turizma, poistovećuju ga sa maritimnim turizmom i sl. Međutim, većina je onih koji su smatrali i smatraju da je nautički turizam poseban i to veoma složen vid turizma. Predstavnik ovakvog stava je i pominjani V. Jadrešić čija kompleksna podela nautičkog turizma, data pre gotovo tri decenije, i danas predstavlja osnovu autorima pri izvođenju novih podela ovog složenog oblika turizma. Uzimajući u obzir sve njegove pojavne oblike koji ga mogu činiti samostalnim vidom turizma, a oslanjajući se pri tom na suštinu podele V. Jadrešića (1978), nautički turizam se može podeliti:

- *prema motivu sudionika* na: mobilni; kupališni; plovidbeni; boravišni (stacionarni) sa podvrstom nautički kamping; sportski, zimovališni, izletnički, ribolovni, kulturni, zdravstveni itd;
- *prema vrsti i veličini plovila* na: brodski ili "veliki" nautički turizam; jahting turizam; moto-nautički turizam;

- *sa stanovišta sudelovanja, obima i područja plovidbe* na: “veliki” nautički turizam (plovidba na većim plovnim objektima - krstarenja); “mali” nautički turizam ili zabavna navigacija;
- *sa aspekta organizacije plovidbe* na: individualni; grupni - masovni; nautički turizam u konvojima;
- *prema itinererima plovidbe* na: nautički turizam u zatvorenim morima, rekama i jezerima; prekomorski i prekookeanski; lokalni, nacionalni i međunarodni;
- *prema svrsi plovidbe* na: izletnički; krstarenje; jedrenje; plovidba zbog sporta; regate; plovidba radi upoznavanja prirodnih i kulturnih dobara i sl.

## **PRIRODNE I ANTROPOGENE VREDNOSTI ZNAČAJNE ZA RAZVOJ NAUTIČKOG TURIZMA NA TISI**

S obzirom na specifičan, dvojak karakter ovog rada, neophodno je pre bilo kakve rasprave o predispozicijama za razvoj nautičkog turizma u srpskom Potisju, pojasniti razloge za odabir pristupa, odnosno načina po kojem je obrađena ova problematika. Naime, budući da su u prvom delu rada detaljno predstavljeni geografski položaj, zatim reljefne, klimatske i hidrološke prilike u slivu, uključujući i režim reke Tise i kvalitet njene vode, dakle odlike koje se mogu posmatrati sa aspekta prirodnih predispozicija za razvoj nautičkog turizma, o istim u ovom delu rada biće reči samo ukratko kroz ukazivanje na njihov značaj za razvoj ovog oblika turizma. Težište analize prirodnih predispozicija stavljeno je na predstavljanje mreže plovnih puteva i uslova plovidbe na Tisi i kanalskoj mreži Hs DTD, kao i na ukazivanje na značaj zaštićenih prirodnih dobara, odnosno uloge ekoturizma u razvoju nautičkog turizma u srpskom Potisju. Kada su u pitanju antropogene vrednosti u priobalju Tise, akcenat je stavljen na predstavljanje kulturnih dobara u Potisju, tačnije ulogi kulturnog turizma u oživljavanju nautičkog turističkog kretanja.

Upravo tri pomenuta segmenta predstavljaju glavne prirodne i antropogene resurse na bazi kojih naše Potisje danas može konkurentski delovati na evropskom kontinentalnom nautičko-turističkom tržištu. Dakle, u ovom delu rada polazi se od činjenice da na Tisi, kao i u čitavoj Vojvodini i Srbiji, nautički turizam, kao organizovan oblik turizma, ne postoji. Uzimajući ovu realnost u obzir, ovde je cilj, konkretno sa geografskog aspekta, ukazati na glavne predispozicije koje mogu biti okosnica za razvoj ovog zapostavljenog oblika turizma kod nas.



## PRIRODNE VREDNOSTI ZNAČAJNE ZA RAZVOJ NAUTIČKOG TURIZMA NA TISI

### Opšte prirodne vrednosti

Na samom početku važno je primetiti da u razvoju plovidbe, nautičkog, ali i drugih oblika turizma na vodi (kupališni, sportsko-rekreativni, ribolovni i dr.), značajnu ulogu može imati prilično povoljan *geografski*, odnosno *turističko-geografski položaj* vojvođanskog Potisja. Ta povoljnost proizilazi pre svega iz središnjeg položaja ove regije koju ona zauzima u okvirima Vojvodine, kao i iz činjenice da sektor Tise u našoj zemlji predstavlja vezu između dela toka u Mađarskoj, gde je nautički turizma na zavidnom nivou, i reke Dunav, vodotoka neprocenjivog plovidbenog, nautičko-turističkog i uopšte turističkog potencijala i značaja. Takođe i *geomorfološke prilike* u samom Potisju, ali i na širem području sliva Tise, imaju potencijalno veliki značaj za obogaćivanje turističke ponude. Naime, u priobalju Tise taj značaj se pre svega ogleda u preovlađujućoj zastupljenosti niskih peskovitih obala koje pružaju mogućnost relativno lakog uređenja prostranih plaža, zatim izgradnje sportskih terena na pesku, kampova uz obalu i sl. Upravo ove pogodnosti, u velikoj meri su doprinele činjenici da je reka Tisa vodotok sa jednom od najdužih kupališnih i rekreativnih tradicija u Vojvodini. Takođe, kada je u pitanju morfologija neposrednog priobalja Tise, nezaobilazno je pomenuti i Titelski breg, nedovoljno istraženu reljefnu celinu od velikog značaja koja u potpunosti odskače od monotone morfologije vojvođanskog Potisja. Jedinstveni geomorfološki oblici i pojave, kao i očuvana reliktna stepska vegetacija po obodu platoa, predstavljaju temeljne vrednosti ove izdvojene reljefne celine. Značaj Titelskog brega (u najskorijoj budućnosti trebao bi biti proglašen za specijalni rezervat prirode) za razvoj, pre svega ekoturizma i nautičkog turizma na Tisi, utoliko je veći što se po svojim prirodnim karakteristikama ovaj lesni plato u potpunosti razlikuje od preovlađujućih vodenih, barsko-močvarnih predela, što svakako doprinosi raznovrsnosti turističke ponude Potisja u našoj zemlji. Titelski breg svojim strmim, nekoliko desetina metara visokim, lesnim odsecima koji se izdižu iznad Tise, bez sumnje privlači pažnju i budi radoznalost kod onih koji plove ovom rekom. Od geomorfoloških atrakcija u Potisju, ali i širem području sliva Tise, koji bi se mogli uklopiti u ukupnu turističku ponudu, važno je još pomenuti i brojne lučne depresije kojima je nekada tekla ova reka, kao i zatalasani reljef Subotičke pešcare i Srednje bačke lesne zaravni.



Slika 66. Plaža u Kanjiži (foto: D. Pavić, 2004)

Vladajuće *klimatske*, u prvom redu *temperатурne prilike* u Potisju i širem području sliva, predstavljaju važan, i što je bitno naglasiti, u velikom delu godine ograničavajući parametar za realizovanje turističkih kretanja vezanih za vodu. Naime, najpovoljniji temperaturni uslovi za plovidbu, kao i za kupališni i sportsko-rekreativni turizam na vodi, vladaju tokom juna, jula i avgusta kada su temperature vazduha i vode iznad 20°C. U pokušaju određivanja maksimalne dužine nautičke plovidbene sezone na Tisi i kanalskoj mreži Hs DTD, može se konstatovati da pre svega temperатурne prilike turistima nautičarima pružaju mogućnost plovidbe pomenutim plovničkim putevima već od aprila pa do oktobra. Tokom pomenuta dva meseca srednje temperature vazduha imaju vrednosti oko 11,5°C. Vetar, kao drugi izuzetno važan činilac od kojeg zavise konkretno uslovi plovidbe, na Tisi i plovničkim kanalima Hs DTD, usled relativno male brzine, generalno bitnije ne narušava pomenute uslove. Najveću opasnost za plovidbu nautičkim plovnicama predstavljaju kratkotrajni letnji olujni vetrovi u toku čijeg duvanja plovnu jedinicu treba skloniti u zaklon zbog često velikih talasa.

Svakako da su za razvoj turizma na vodama najvažnije *hidrološke prilike* nekog prostora. Potisje i područje najvećeg dela sliva Tise odlikuju se bogatstvom površinskih i podzemnih voda. Reka Tisa, kao glavni hidrološki objekat u slivu i ravničarska reka samostalne turističke vrednosti, osim povoljnih uslova za plovidbu, pruža relativno<sup>93</sup> dobre mogućnosti za razvoj kupališnog, ribolovnog turizma<sup>94</sup>, sportsko-rekreativnih aktivnosti na vodi i pored vode i sl. Turističkom značaju Tise u velikoj meri doprinose i brojne mrtvaje u neposrednom priobalju (npr. Čuruška sa Bisernim ostrvom, Martonoška, Mrtvač, Vrbica i dr.) koje predstavljaju između ostalog i povoljna mrestilišta ribe, kao i ribnjaci u blizini

<sup>93</sup> Tisa je danas vodotok sa značajnom koncentracijom štetnih supstanci zbog čega uglavnom pripada III klasi boniteta, što predstavlja otežavajući faktor za razvoj kupališnog i drugih oblika turizma i aktivnosti vezanih za vodu.

<sup>94</sup> Tisa je reka koja se odlikuje bogatim ribljim fondom. Prema dugogodišnjim istraživanjima u Tisi je povoljno stanište našlo oko 50 vrsta riba iz 11 porodica. U našoj zemlji vodotok je podeljena dva ribarska područja: *Tisa 1* (od državne granice sa Mađarskom do brane kod Novog Bečeja) i *Tisa 2* (od brane do ušća). Najatraktivniji ribolovni tereni su: kod ušća u Dunav, u zoni ušća Begeja, kod Vikend naselja *Dukatar*, kod ušća Jegričke, ipod brane Novi Bečež u zoni preliva, kod ušća Zlatice, kod Sente, u oštroj krivini kod Adorjana, između Kanjiže i Martonoške ade i u visini Srpskog Krstura.

toka poput Novokneževačkog, Bečejskog, Žabaljskog, Ečanskog i dr. Pored reke Tise i priobalnih hidroloških objekata, sa aspekta turističkog značaja mogu se posmatrati i druga prirodna i veštačka jezera u slivu, manji kanalisani vodotoci, kao i još uvek nedovoljno turistički afirmisana (između ostalog i zbog visokog zagađenja na brojnim deonicama) razgranata kanalska mreža Hs DTD, koja je delom projektovana i građena upravo i u turističko-rekreativne svrhe (šetnja i trčanje, plivanje, veslanje, jedrenje, skijanje na vodi, sportski ribolov, vaterpolo, krstarenje brodom i sl.). Pri razmatranju značaja hidroloških prilika za razvoj turizma u Potisju, nezaobiljno je spomenuti i termomineralne vode prvenstveno banje Kanjiže, ali i Bečejske banje, koje pružaju uslove za razvoj pre svega banjskog turizma kao samostalnog, ali i komplementarnog oblika nautičkom turizmu na Tisi.

Mada je u velikoj meri degradiran, *biljni svet*, pre svega duž Tise, ali i drugih plovnih puteva u slivu, pa i šire još uvek je veoma bogat i raznovrstan. To se naročito odnosi na područja mrtvaja i rukavaca u Potisju gde su se u velikoj meri zadržale autohtone odlike vojvođanskog prostora sa tršćacima, vrbacima i barama koji imaju svojstvo turističke raritetnosti i atraktivnosti od međunarodnog značaja. Ova, kao i područja priobalnih šuma predstavljaju pogodna staništa za brojnu visoku i nisku divljač čije prisustvo pojačava ukupnu atraktivnost prostora i ujedno omogućava razvoj drugih oblika turizma (lovni<sup>95</sup>, obrazovno-nautički, safari turizam i dr.) bilo kao komplementarnih nautičkom ili kao samostalnih. Na kraju izlaganja o opštim prirodnim vrednostima značajnim za razvoj nautičkog turizma važno je pomenuti fenomen “cvetanja Tise”, koji predstavlja pravu atrakciju po kojoj je ova reka poznata širom sveta.

### Plovni putevi i uslovi plovidbe

Plovni putevi predstavljaju glavni preduslov za razvoj i uopšte postojanje nautičkog turizma, kao veoma specifičnog i kompleksnog oblika turističke delatnosti. Uzimajući u obzir ovu činjenicu može se konstatovati da ne samo u granicama istraživanog područja, nego i u najvećem delu Vojvodine, zahvaljujući razgranatoj mreži plovnih puteva, postoji izuzetno dobra baza za razvoj ovog vida turizma. Upravo reka Tisa sa osnovnom kanalskom mrežom Hs DTD, čiji je ovaj vodotok središnji hidrološki objekat, ponajviše doprinosi bogatstvu Vojvodine plovnim putevima.

Zahvaljujući značajnoj dubini osnovnog korita, relativno maloj količini nanosa koji transportuje, malom padu i brzini oticanja, reka **Tisa** je i pre izvedenog skraćivanja, odnosno ispravljanja toka i stvaranja uspora predstavljala veoma pouzdan plovni put regionalnog značaja koji vekovima ima važnu ulogu u jeftinom transportu različite robe, kako na području današnje Mađarske, tako i na području Srbije. Danas, u uslovima dirigovanog režima, formiranog nakon podizanja brana i obrazovanja tri uspora, plovidba na velikom delu Tise, u granicama obeju država, postala je još sigurnija. Na srpskom sektoru toka uslovi plovidbe su vidno poboljšani uzvodno od brane kod Novog Bečeja, gde

<sup>95</sup> Povoljni lokaliteti za lov i sportski ribolov u Potisju obeleženi su na nautičkoj karti reke Tise priloženoj na kraju rada.

su inače bili primetno slabiji u odnosu na uslove nizvodno od brane pa do ušća u Dunav. Sama činjenica da je Tisa najveća pritoka Dunava, koji predstavlja kičmu evropske mreže plovnih puteva, ovoj reci daje izuzetan plovidbeni značaj koji ni iz daleka nije iskorišćen u meri u kojoj bi mogao biti, što je posebno slučaj u našoj zemlji. Naime, Tisa na sektoru toka u Mađarskoj, prvenstveno na potezu od Segedina do Tokaja, sa aspekta plovidbe, predstavlja veoma živ vodotok. Gotovo u svakom momentu, na pomenutom sektoru toka, Tisom krstare plovni objekti počevši od teretnjaka, koji transportuju raznu robu, do putničkih i nautičko-turističkih plovila različite veličine i tipa koji naročito leti prevoze hiljade domaćih i stranih turista. Na sektoru toka u Srbiji, daleko je manje plovnih objekata. Osim redovnog transporta različitog tereta (šljunak, pesak, drvo, ugalj, veštačko đubrivo, sirova nafta i sl.) velikim šlepovima, organizovane putničke, kao i nautičko-turističke plovidbe gotovo i nema. Zbog nedostatka materijalnih i finansijskih sredstava u poslednje dve godine prekinuta je i tradicionalna letnja *Regata Ilustrovane Politike* (poslednja, 26. po redu, organizovana 2003. godine) koja je predstavljala pravu atrakciju između ostalog na Tisi i plovnim kanalima Hs DTD. Ipak, da se nešto pozitivno dešava po pitanju oživljavanja organizovane putničke, tačnije nautičko-turističke plovidbe, govori podatak da se srpskim sektorom Tise, osim organizovanja kraćih nautičkih tura u privatnoj režiji, poslednjih nekoliko godina dva do tri puta godišnje tokom leta saobraća veliki brod-hotel *Victor Hugo* (kapacitet 80 putnika) koji plovi na relaciji *Budimpešta-Tokaj-Budimpešta*. Brod uplovljava i u kanalsku mrežu Hs DTD, što ukazuje na zainteresovanost stranih turista ka upoznavanju naših plovnih puteva i priobalja. Problem je upravo u tome što stranim turistima na našem sektoru Tise i kanalima Hs DTD jedino preostaje upravo samo prosta plovidba i razgledanje priobalja na proputovanju jer ne postoji osmišljena turistička ponuda, kao ni adekvatna infrastruktura, odnosno prihvatni objekti. Ovakvih brodova na proputovanju srpskim sektorom Tise u budućnosti treba očekivati još više sa oživljavanjem nautičko-turističke plovidbe na Dunavu i obogaćivanjem turističke ponude u mađarskom Potisju.



Slika 67. Turistički brod Victor Hugo (foto: Rudy, 2004)

Kada se govori o plovidbi na Tisi važno je imati na umu da će sadašnji značaj ovog vodotoka, kao regionalnog plovnog puta, bitno narasti nakon izgradnje 125 km dugog plovnog kanala *Dunav - Tisa*<sup>96</sup> na teritoriji Mađarske. Ovim kanalom, plovnim za brodove nosivosti do 1.350 tona, mađarsko Potisje će biti spojeno sa regionom Budimpešte i zemljama u gornjem toku Dunava (Gavrilović, Dukić, 2002). Pomenutim hidrotehničkim poduhvatom Tisa će biti čvršće povezana sa mrežom evropskih plovnih puteva, što će sigurno imati veliki značaj za oživljavanje plovidbe na ovoj reci uključujući i plovidbu nautičko-turističkog tipa.

Pri detaljnijem sagledavanju plovidbenih uslova na sektoru Tise u našoj zemlji neophodno je navesti nekoliko osnovnih ocena u vezi sa ovom problematikom. Naime, prema preporukama *Dunavske komisije*, a na bazi kriterijuma za klasifikaciju unutrašnjih plovnih puteva *Evropske komisije ministara transporta (ECMT)* Tisa je plovnim put od međunarodnog značaja. Od ušća do brane kod Novog Bečeja pripada **Va** klasi, a uzodno od brane pa do državne granice **IV** klasi plovnih puteva<sup>97</sup>. Drugim rečima to znači da od ušća do brane mogu ploviti plovila dužine do 110 m, širine do 11,4 m, gaza do 2,8 m (konvoji do 4,5 m) i nosivosti do 3.000 tona, dok uzvodno od brane postoje povoljni uslovi za plovidbu plovila dužine do 85 m, širine do 9,5 m, gaza do 2,5 m (konvoji do 2,8 m) i nosivosti do 1.500 tona.

Prema kategorizaciji plovnih puteva izvršenoj od strane *Evropske ekonomske komisije (EEC)*, Tisa je svrstana u treću kategoriju plovnih puteva, što znači da za nju važe sledeći uslovi pri niskom plovidbenom nivou (NPN) i niskom usporenom plovidbenom nivou (NUN):

- minimalna plovna širina od 75,0 m;
- minimalna dubina od 2,5 m i
- minimalni radijus krivine od 300 m.

Naročito je važno sa aspekta razvoja nautičkog turizma da reka Tisa u našoj zemlji (kao i Dunav) prema preporukama *Svetskog udruženja za vodne puteve (IWI)* zadovoljava sve četiri rekreativne klase: **Ra** (čamci), **Rb** (čamci sa kabinom), **Rc** (motorne jahte) i **Rd** (jedrilice).

Na osnovu snimljenih evidencionih poprečnih profila korita od strane *VPI Jaroslav Černi* mogu se izvesti sledeće veoma važne kvantitativne karakteristike plovnog puta Tise u našoj zemlji:

- a) sektor toka od ušća u Dunav do brane kod Novog Bečeja:
  - širina plovnog puta ( $B_{pl}$ ): 87 - 275 m;
  - poluprečnik krivine ( $R$ ): 500 - 12.000 m;
  - najmanje širine plovnog puta: 87 m (km 18+433) i 89 m (km 17+160);

<sup>96</sup> Kanal će spajati Dunav kod mesta Dunarasti (20 km nizvodno od Budimpešte) sa Tisom na potezu između Solnoka i Čongrada.

<sup>97</sup> Prema istoj klasifikaciji Dunav u našoj zemlji predstavlja plovnim put od međunarodnog značaja koji pripada najvišoj **VII** klasi, što znači da njime mogu ploviti plovila u konvojima dužine do 285 m, širine do 34,2 m, gaza do 4,5 m i nosivosti čak do 27.000 tona.

- najmanji poluprečnik krivine meren po osovini plovnog puta: 550 m (km 26+100 i km 27+500).
- b) sektor toka od brane kod Novog Bečeja do državne granice sa Mađarskom:
- širina plovnog puta ( $B_{pl}$ ): 95 - 263 m;
  - poluprečnik krivine (R): 250 - 25.000 m;
  - najmanja širina plovnog puta: 95 m (km 139+380);
  - najmanji poluprečnici krivina mereni po osovini plovnog puta: 300 m (km 91+430 i km 72+715) i 350 m (km 124+340 i km 83+675).

Glavnu prepreku na Tiskom plovnom putu u našoj zemlji predstavlja brana kod Novog Bečeja (km 63), čija je prevodnica usko grlo za plovidbu. Naime, prelazak na nizvodni, odnosno uzvodni sektor toka, omogućen je plovilima koja ne prelaze gabarite same prevodnice, dakle dužinu od 85 m, širinu od 12 m, gaz od 3 m i nosivost od 1.350 tona. Takođe, potencijalne prepreke za slobodnu plovidbu Tisom u našoj zemlji predstavljaju i mostovi kod Titela (km 8+700), Žablja (km 38+200), Sente (km 124+000) i Novog Kneževca (km 144+300). Na svim mostovima širina plovidbenog otvora između jasno obeleženih stubova je dovoljna (kod Titela 150 m; kod Žablja 100 m; kod Sente 75 m; kod Novog Kneževca 150 m), tako da je uz praćenje signalizacije plovidba ispod objekata bezbedna.

Na kraju je važno naglasiti da je plovni put na Tisi u našoj zemlji korektno obeležen potrebnim plutajućim i obalnim znacima, uključujući i svetlosne. Pridržavajući se postavljene signalizacije plovidba ovom rekam je krajnje bezbedna. Međutim, skretanje sa plovnog puta, čak i plovilima malog gaza, može predstavljati veliku opasnost zbog ugrađenih uzdužnih i poprečnih vodograđevina<sup>98</sup> (naperi, paralelne građevine, obaloutvrde i dr.) ispod nivoa vode duž konkavnih, ali i konveksnih obala u blizini kojih vrlo često postoje i formirani sprudovi koji takođe mogu biti opasni za plovidbu.

Za razvoj nautičkog turizma na reci Tisi u našoj zemlji veliki značaj imaju i drugi plovni putevi koji gravitiraju ka ovom vodotoku i doprinose raznovrsnosti ukupne turističke ponude, ne samo Potisja nego i šireg područja Bačke i Banata. Upravo iz tog razloga neophodno je upoznati se sa osnovnim plovidbenim karakteristikama plovnih kanala **Hs DTD**. Naime, plovidba predstavlja jednu od najvažnijih odrednica pomenutog hidrosistema na šta ukazuje i broj od petnaest sagrađenih brodskih prevodnica. U okviru osnovne kanalske mreže postoji dvanaest plovnih kanala koji su preko Dunava i Tise uključeni u mrežu domaćih unutrašnjih plovnih puteva. Posmatrajući šire, posredstvom kanala *Rajna - Majna - Dunav*, povezani su mrežom unutrašnjih plovnih puteva sa dvanaest evropskih zemalja od Severnog do Crnog mora. Na taj način je Hs DTD uklopljen u transevropski dunavski pravac *Roterдам - Sulina* (Jojić, 2002).

Ukupna deklarirana dužina plovnih kanala Hs DTD iznosi 598,4 km (355,3 km u Bačkoj i 243,1 km u Banatu), što čini 86% osnovne kanalske mreže. Budući da su se pri

<sup>98</sup> Jasno obeležen plovni put sa postojećom signalizacijom i podvodnim vodograđevinama može se pratiti na pomenutoj nautičkoj karti priloženoj na kraju rada.

projektovanju hidrosistema dimenzije kanala uglavnom određivale u skladu sa potrebama odbrane od poplava, odvodnjavanja i vodosnabdevanja, a ne plovidbe, kategorije plovnih puteva su veoma različite. Prema podacima u tabeli 33. različite kanalske deonice svojim gabaritima zadovoljavaju kriterijume plovnih puteva čak pet različitih kategorija (prema kriterijumima *Evropske ekonomske komisije* iz 1961. godine). Za teretnjake nosivosti 1.000 t plovno je 345,3 km kanala, za teretnjake od 500 t nosivosti plovno je 558,4 km, dok teretnjaci nosivosti do 200 t mogu koristiti svih 598,4 km plovnih kanala. Zapravo, važno je naglasiti da su glavni plovni pravci čitavom svojom dužinom plovni za teretnjake nosivosti do 1.350 tona. Radi se o kanalima: *Bečej - Bogojevo*, *Novi Sad - Savino Selo*, *Odžaci - Sombor*, *Banatska Palanka - Novi Bečej* i *Begej*. Za razliku od pomenutih, na pojedinim deonicama plovnih kanala često postoje i prepreke koje onemogućuju slobodnu plovidbu. Radi se o preprekama kao što su: niski mostovi (kanali: *Vrbas - Bezdan* i *Kosančić - Mali Stapar*), ustave bez prevodnica (kanali: *Prigrevica - Bezdan*, *Kosančić - Mali Stapar*) i velike količine mulja (kanal *Vrbas - Bezdan*).

Tabela 33. Osnovne plovidbene karakteristike plovnih kanala Hs DTD

Naziv plovnog kanala	Deonica (km)	T (m)	B (m)	B <sub>vo</sub> (m)	V (m)	N (t)	K
<i>Bečej - Bogojevo (90,0 km)</i>	00,0-39,0	2,1	27,0	33-200	6,13	1.000	IV
	39,0-47,5	2,1	14,4	37-41	6,70	1.000	III
	47,5-90,0	2,1	21,5	40-50	6,50	1.000	IV
<i>Novi Sad - Savino Selo (39,1 km)</i>	00,0-4,4	3,0	35,0	46-130	12,0	1.000	V
	4,4-39,1	2,1	27,7	48-54	6,00	1.000	IV
<i>Vrbas - Bezdan (80,9 km)</i>	00,0-6,3	2,1	25,0	36	5,90	1.000	III*
	6,3-80,9	1,8	15,2	22-150	4,86	500	I
<i>Odžaci - Sombor (27,8 km)</i>	00,0-27,8	2,1	21,0	33-40	6,90	1.000	IV
<i>Bački Petrovac - Karavukovo (52,0 km)</i>	00,0-20,0	2,1	18,0	35-37	6,54	500	III
	20,0-40,0	1,8	9,6	25-32	6,85	500	I
	40,0-52,0	1,5	7,8	25-27	7,41	200	I
<i>Prigrevica - Bezdan (31,7 km)</i>	00,0-31,7	2,1	18,0	40-52	6,90	500	III
<i>Kosančić - M. Stapar (21,1 km)</i>	00,0-3,8	2,1	11,5	38	7,47	500	III
	3,8-21,1	1,8	13,5	20	3,00	200	I*
<i>Bajski kanal (12,7 km)</i>	00,0-12,7	1,8	7,0	20-30	5,60	200	-
<i>Banatska Palanka - Novi Bečej (147,3)</i>	00,0-8,7	3,0	54,0	90-160	-	1.000	V
	8,7-26,0	2,1	44,0	90-100	6,24	1.000	IV
	26,0-27,5	2,1	12,0	35-40	14,1	1.000	III
	27,5-45,0	2,1	44,0	60-80	7,33	1.000	IV
	45,0-57,0	2,1	33,0	50-60	6,36	1.000	IV
	57,0-85,0	2,1	21,0	40-60	6,50	1.000	IV
<i>Begej (34,8 km)</i>	85,0-147,3	2,1	24,0	46-66	6,00	1.000	IV
	00,0-9,2	3,0	32,0	33-176	-	1.000	V
	9,2-26,0	2,1	25,0	52-58	6,46	1.000	IV
	26,0-28,0	2,1	25,0	33,38	6,00	1.000	IV
<i>Plovni Begej (29,0 km)</i>	28,0-34,8	2,1	25,0	44-60	-	1.000	IV
	00,0-29,0	1,8	17,0	30-40	5,40	500	III
<i>Kikindski kanal (32,0 km)</i>	00,0-32,0	1,8	16,0	35-40	6,20	500	III

Izvor: JVP Vode Vojvodine

*Tumač oznaka:*

- **T** - gaz plovila za koji je obezbeđena dovoljna dubina kanala;
- **B** - širina plovnog puta u nivou gaza T;
- **B<sub>v0</sub>** - širina vodenog ogleđala;
- **V** - najmanja visina donje ivice konstrukcije mosta od normalnog radnog nivoa vode u kanalu (visina prolaza);
- **N** - nosivost merodavnog tipa plovila;
- **K** - kategorija plovnog puta ("Nacrt vodoprivredne osnove Vojvodine")
- \* - na posmatranim deonicama nije obezbeđena dovoljna dubina kanala koju zahteva dotična kategorija plovnog puta.

Mada se u *JVP Vode Vojvodine*, koje gazduje hidrosistemom, deo *Kikindskog kanala* (18,3 km), od Kikinde do ustave *Sajan*, i deo *Zlatice* (10,1 km), koji ulazi u osnovnu kanalsku mrežu, smatraju neplovnim deonicama, ovi kanali su zapravo po svojim gabaritima plovni za plovila do 200 t nosivosti. Ako se mreži plovnih deonica u Banatu doda i 2,2 km *Plovnog Begeja* (od ustave *Srpski Itebej* do državne granice) i deo *Tamiša* (od ukrštanja sa magistralnim kanalom do državne granice) dug 35 km, onda dužina plovnih kanala u Banatu iznosi 308,7 km, što ukupno sa bačkim kanalima, čini mrežu unutrašnjih plovnih puteva dugu 664 km<sup>99</sup>.

Prema preporukama *Dunavske komisije*, a na bazi kriterijuma za klasifikaciju unutrašnjih plovnih puteva *Evropske komisije ministara transporta (ECMT)* plovni kanali Hs DTD i njegovih ogranaka su regionalnog značaja i svrstani su u tri klase. Najvećom dužinom kanali pripadaju II klasi, što znači da njima mogu ploviti plovila dužine do 57 m, širine do 9 m, gaza do 1,60 m i nosivosti do 630 tona. Kanalima od regionalnog značaja III klase pripadaju jedino kraće deonice *Begeja* (nizvodno od ustave *Stajićevo*), kanala *Banatska Palanka - Novi Bečej* (nizvodno od ustave *Kajtasovo*) i *Tamiša* (nizvodno od ustave *Pančevo*). Ovim kratkim deonicama mogu ploviti plovila dužine do 70 m (konvoji do 132 m), širine do 9 m, gaza do 2 m i nosivosti do 700 tona (konvoji do 1.200 tona). Plovnim putevima I klase pripadaju *Bajski kanal*, deo kanala *Bački Petrovac - Karavukovo* (uzvodno od sigurnosne ustave *Bač*), i *Tamiš* (od spoja sa magistralnim kanalom do državne granice). Ovim deonicama mogu ploviti plovila dužine do 41 m, širine do 4,7 m, gaza do 1,4 m i nosivosti do 140 tona. Van klase su: kanal *Kosančić - Mali Stapar, Jegrička, Kikindski kanal* (od Kikinde do ustave *Sajan*) i *Zlatica*.

Na osnovu kriterijuma *Svetskog udruženja za vodne puteve (IWT)* svi plovni kanali od I do III klase zadovoljavaju **RC** (motorne jahte) ili **RD** (jedrilice) rekreativnu klasu. Klasu RC zadovoljavaju još i deo *Kikindskog kanala*, od Kikinde do ustave *Sajan*, i *Tamiš*, između ustava *Pančevo* i *Botoš*. Takođe, sa rekreativnog aspekta značajni su još i *Stari Begej*, koji zadovoljava **RB** (čamci sa kabinom) klasu, kao i kanal *Kosančić - Mali Stapar, Jegrička* (između ustava *Despotovo* i *Žabalj*), *Zlatica, Tamiš* (između ustava *Tomaševac* i

<sup>99</sup> U literaturi se mogu naći različiti podaci o tačnoj ukupnoj dužini unutrašnjih plovnih puteva u Bačkoj i Banatu. To je prvenstveno posledica različitog sagledavanja plovnih deonica u Banatu gde se često u obzir uzimaju i plovni kanali koji nisu u sastavu Hs DTD, zatim uključivanja u plovnju mrežu zvanično neplovnih kanala, kao i različitog sagledavanja dužine Plovnog Begeja (do ustave *Srpski Itebej* sa prevodnicom koja nije u funkciji ili do državne granice).



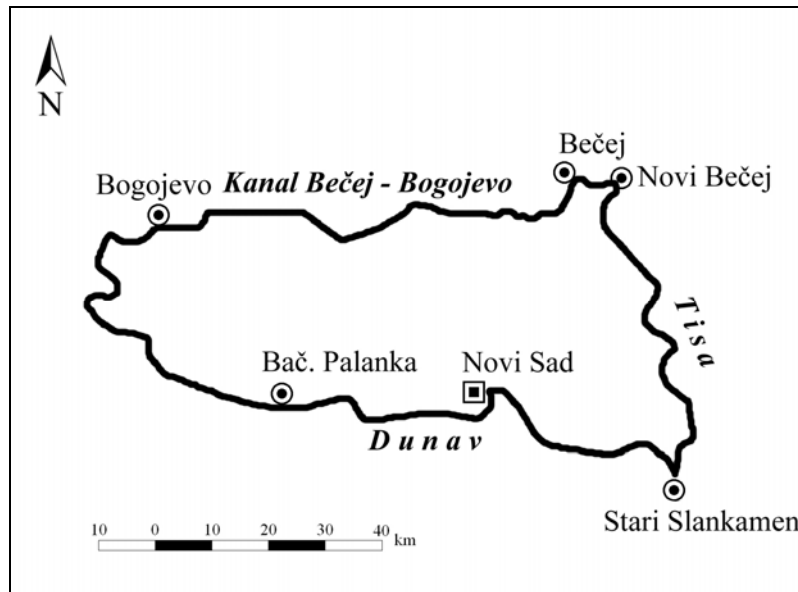
Pančevo), Karaš i kanal Ludaš - Palić koji zadovoljavaju kriterijume RA (čamci) klase (JVP Vode Vojvodine).

Dakle, može se konstatovati da su plovni kanali Hs DTD i ogranaka od izuzetnog značaja za unutrašnju plovidbu, kako onu koja se odnosi na transport različite robe, tako i za nautičko-rekreativnu. Povoljni uslovi plovidbe prvenstveno proizilaze iz malih padova vodenog ogleдалa, pa time i male brzine oticanja vode u kanalima (0,28 - 0,50 m/s). Kada je u pitanju robni transport veliku prednost predstavlja značajno skraćanje plovnog puta u odnosu na plovidbu Dunavom i Tisom. Tako je glavnom plovnom transverzalom u Bačkoj, koju predstavlja kanal *Bečej - Bogojevo*, plovni put između krajnjih odredišta skraćen za oko 130 km, dok je magistralnim kanalom u Banatu plovni put između Novog Bečeja i Banatske Palanke kraći za oko 56 km. Posmatrajući čitavu relaciju između Bogojeva i Banatske Palanke (kanal *Bečej - Bogojevo*, Tisa u dužini od 7,5 km i kanal *Banatska Palanka - Novi Bečej*) skraćanje iznosi oko 42 km. Veliki značaj plovnih kanala Hs DTD leži i u činjenici da pružaju mogućnost jeftinog transporta robe neposredno do odredišta, odnosno jednog od 40 pretovarnih mesta (javna, opšta i specijalizovana pristaništa, tovarišta). Unatoč svim pogodnostima plovni kanali Hs DTD se ne koriste dovoljno. To između ostalog potvrđuju i podaci JVP Vode Vojvodine, prema kojima u poslednjih deset godina robni promet kanalima nije prešao vrednost od 2 mil. tona godišnje, što je daleko ispod projektovanog prometa od 7 mil. tona tokom godine. Slobodno se može reći da je slično stanje i kada je u pitanju korišćenje plovne mreže Hs DTD u sportsko-rekreativne i turističke svrhe.

U završnom delu ovog poglavlja koje se odnosi na značaj plovnih puteva i uslova plovidbe za razvoj nautičkog turizma, predstavljeno je nekoliko mogućih nautičko-turističkih tura predloženih u Idejnom projektu *Zavoda za urbanizam Vojvodine* pod nazivom *Nautički turizam Vojvodine* (Tomka i sar., 1988). Naime, cilj je ukazati na činjenicu da je i pre gotovo dvadeset godina Tisa smatrana neprocenjivim resursom za razvoj nautičkog turizma u Vojvodini koji po svom značaju zaostaje samo za Dunavom. Naime, od osam predloženih nautičko-turističkih tura, kojima je polazno i krajnje mesto Novi Sad, čak četiri uključuju plovidbu Tisom. Takođe, namera je skrenuti pažnju i na nautičko-turistički značaj Hs DTD čijom je kanalskom mrežom planirana plovidba u šest od osam predloženih tura:

**a) Tura 1: Novi Sad - Stari Slankamen - Bečej - Bogojevo - Novi Sad**

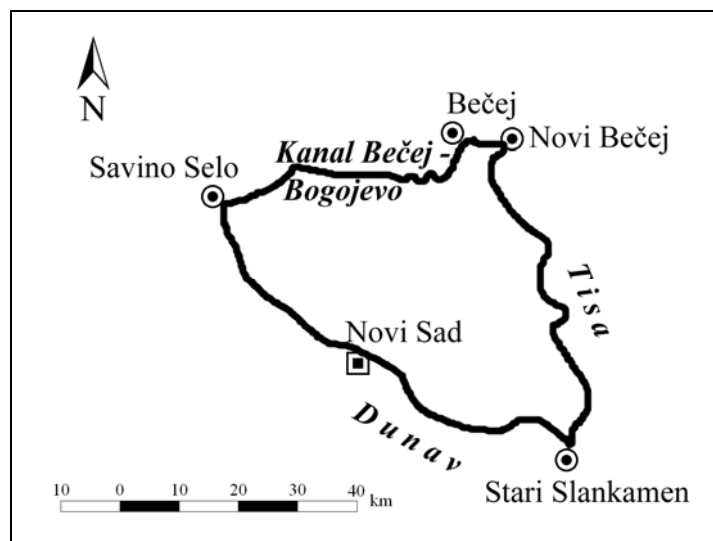
- **opis ture**: Dunavom od Novog Sada do Starog Slankamena; ulazak u Tisu i plovidba do Bečeja; ulazak u kanal *Bečej - Bogojevo*, plovidba do Dunava; povratak Dunavom u Novi Sad;
- **dužina ture**: Dunavom - 150 km, Tisom - 73 km i kanalskom mrežom Hs DTD - 90 km;
- **minimalno vreme trajanja ture**: 6 do 8 dana;
- **potreban broj noćenja**: 3 do 4 na Dunavu, 1 na Tisi i 1 do 2 na kanalu.



Karta 26. Tura: Novi Sad - Stari Slankamen - Bečej - Bogojevo - Novi Sad

b) **Tura 2:** Novi Sad - Stari Slankamen - Bečej - Savino Selo - Novi Sad

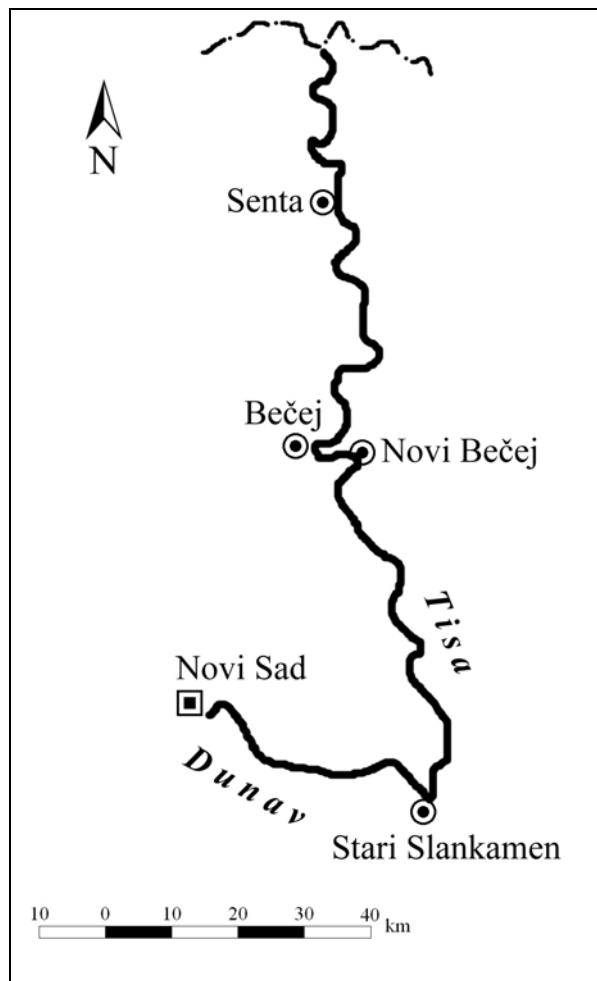
- **opis ture:** Dunavom od Novog Sada do Starog Slankamena; ulazak u Tisu i plovidba do Bečeja; ulazak u kanal *Bečej - Bogojevo* i plovidba do Savinog Sela; ulazak u kanal *Savino Selo - Novi Sad* i povratak u početnu destinaciju;
- **dužina ture:** Dunavom - 40 km, Tisom - 73 km i kanalskom mrežom Hs DTD - 94 km;
- **minimalno vreme trajanja ture:** 4 do 7 dana;
- **potreban broj noćenja:** 1 na Dunavu, 2 do 3 na Tisi i 2 na kanalu.



Karta 27. Tura: Novi Sad - Stari Slankamen - Bečej - Savino Selo - Novi Sad

c) **Tura 3: Novi Sad - Stari Slankamen - granica sa Mađarskom - Novi Sad**

- **opis ture:** Dunavom od Novog Sada do Starog Slankamena; ulazak u Tisu i plovidba do državne granice sa Mađarskom; povratak istim putem u Novi Sad;
- **dužina ture:** Dunavom - 80 km i Tisom - 320 km;
- **minimalno vreme trajanja ture:** 7 do 10 dana, a idealno do 15 dana;
- **potreban broj noćenja:** 2 na Dunavu, 5 do 8 na Tisi.

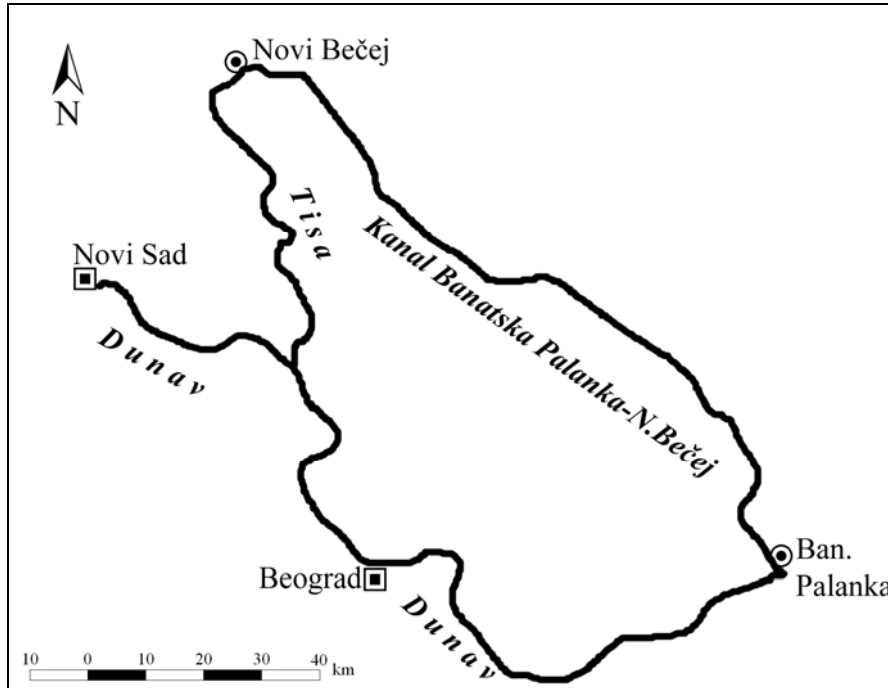


Karta 28. Tura: Novi Sad - Stari Slankamen - granica sa Mađarskom - Novi Sad

d) **Tura 4: Novi Sad - Banatska Palanka - Novi Bečej - Novi Sad**

- **opis ture:** Dunavom od Novog Sada do Banatske Palanke; ulazak u kanal Banatska Palanka - Novi Bečej; izlazak na Tisu i plovidba do njenog ušća u Dunav, a zatim uzvodnom plovidbom Dunavom povratak u Novi Sad;

- **dužina ture:** Dunavom - 220 km, Tisom - 65 km i kanalskom mrežom Hs DTD-90 km;
- **minimalno vreme trajanja ture:** 9 do 10 dana, idealno 15 do 20 dana;
- **potreban broj noćenja:** 5 do 10 na Dunavu, 3 na kanalu, 1 na Tisi.



Karta 29. Tura: Novi Sad - Banatska Palanka - Novi Bečej - Novi Sad

S obzirom da su prva, druga i četvrta nautičko-turističkih tura kružnog karaktera, iste bi se mogle uzeti u obzir i pri osmišljavanju plovidbenih tura sa polaskom iz nekog turističkog mesta na Tisi, u ovom slučaju iz Bečeja ili Novog Bečeja. Inače, Tisa kao plovni put dug u našoj zemlji 164 km sa kanalskom mrežom Hs DTD i naravno Dunavom, pruža mogućnost određivanja gotovo bezbroj različitih nautičko-turističkih plovidbenih tura linijskog i kružnog tipa.

### **Zaštićena prirodna dobra Potisja u funkciji razvoja nautičkog turizma**

Priobalje Tise u Vojvodini je bogato izuzetno vrednim i atraktivnim prirodnim lokalitetima među kojima se naročito izdvajaju oni koji se nalaze pod određenim režimom zaštite. Pre prikaza osnovnih vrednosti potiskih rezervata prirode, a u cilju lakšeg razumevanja njihove uloge u obogaćivanju turističke ponude ovog područja, pa samim tim i njihovog mogućeg doprinosa u unapređenju nautičkog turizma na Tisi, neophodno je detaljnije objasniti pojmove poput održivog razvoja, održivog turizma i ekoturizma. Naime, održivi razvoj predstavlja koncepciju koja podrazumeva uravnotežen ekonomski, socijalni i kulturni razvoj, bez ugrožavanja životne sredine, čime bi se i budućim generacijama

omogućilo da se razvijaju kroz korišćenje resursa na istom ili još višem nivou. Koncepcija održivog razvoja bazira se na tri ključna principa (Jovičić, 2000):

- *princip ekološke održivosti* - obezbeđuje da razvoj bude kompatibilan sa vitalnim ekološkim procesima, biološkom raznovrsnošću i biološkim resursima;
- *princip socijalne i kulturne raznovrsnosti* - obezbeđuje da razvoj bude kompatibilan sa kulturnim i tradicionalnim vrednostima ljudskih zajednica i da doprinosi jačanju njihovog integriteta;
- *princip ekonomske održivosti* - obezbeđuje da razvoj bude ekonomski efikasan sa otvorenom mogućnošću korišćenja resursa od strane budućih generacija.

U skladu sa prethodno izloženim jasno je da razvoj turizma u zaštićenim prirodnim područjima povlači za sobom i veoma visok stepen odgovornosti od strane svih njegovih činilaca. Naime, loši koraci u procesu planiranja i realizacije planova vezanih za organizaciju turističke delatnosti u granicama zaštićenih prirodnih predela mogu prouzrokovati trajnu degradaciju dela ili pak celokupnog njihovog prostora. Međutim, kvalitetno planiran i organizovan turizam može biti važan činilac u zaštiti životne sredine i unapređenja zaštićenih prirodnih dobara te u tom slučaju on poprima epitet značajnog faktora ukupnog održivog razvoja. Na primer, pažljivo regulisan turizam, u malim grupama, koje su uz to i zainteresovane za naučnu i ekološku edukaciju, može imati velikog značaja kako za samu zaštitu prirode, tako i za njenu popularizaciju. Posmatrajući iz drugog ugla slobodno se može konstatovati da se problem zaštite prirode može gledati i sa stanovišta njenog značaja za razvoj turizma. Ovo se može potkrepiti činjenicom da je danas sve veći broj stanovništva zainteresovan za masovno uključivanje u rekreativni turizam koji neretko zahteva predele dobro očuvane životne okoline.

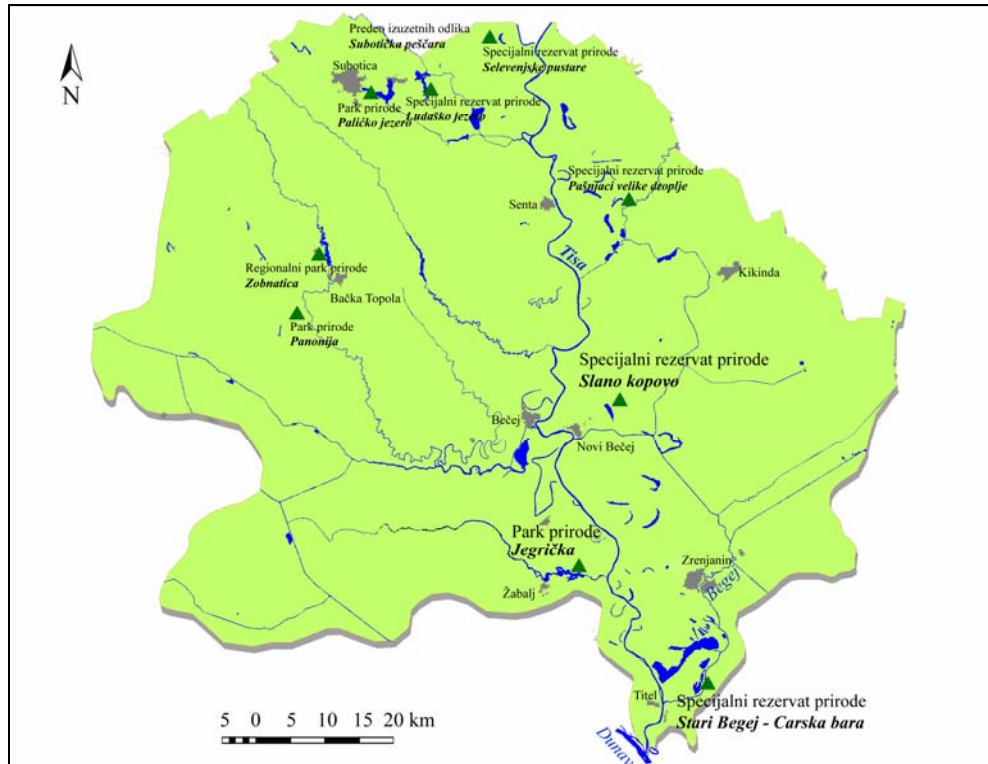
Dovodeći u vezu turizam i zaštićena prirodna područja nameću se dva pojma: održivi turizam i ekoturizam. Održivi turizam, kao veoma širok pojam, polazi od principa da turizam treba da se ostvaruje na način koji obezbeđuje racionalno korišćenje prirodne sredine i kulturne baštine, afirmaciju autentičnih i specifičnih vrednosti određenih oblasti, duh i tradiciju nekog mesta i njegovog stanovništva. Održivi turizam je zapravo vid ili princip turističkog razvoja koji bi trebao da obuhvati sve oblike turizma, aktivnosti destinacije, ustanove i projekte. U konkretnom slučaju turizam u zaštićenim prirodnim područjima mora počivati upravo na principima održivog razvoja, odnosno održivog turizma (Stojanović, 2004).

Prirodni ili ekoturizam, kao fenomen relativno novijeg datuma, predstavlja daleko uži pojam od održivog turizma. Naime, ekoturizam je samo jedan vid uklapanja održivog turizma u režim zaštite datog prostora (Tomić i sar., 2004). Zbog činjenice da predstavlja potpunu suprotnost masovnom turizmu može se nazvati alternativnim turizmom. Bazira se na nemasovnosti, zatim odgovornosti turista, autentičnim doživljajima i maksimalno smanjenom dejstvu na okruženje, zbog čega je veoma značajan za unapređenje položaja i ugleda turističke delatnosti. Uopšteno gledano ekoturizam podrazumeva avanturistička putovanja sa programima vožnje bicikla, kajakarenja, plovidbe malim čamcima, pešačkih

tura i sl. Tu su i ekološka putovanja koja potenciraju programe zaštite životne sredine i atraktivne prirode kroz obilazak prašuma, razgledanje i upoznavanje reprezentativnih biogeografskih karakteristika, odlazak u nove i neistražene predele itd. U okviru ekoturizma značajan deo aktivnosti zauzima propagiranje istraživačkih ekspedicija koje se zalažu za zaštitu staništa i divljih prostranstava. Jedan od glavnih ciljeva svih pomenutih aktivnosti jeste povećanje broja pristalica ideje o zaštiti prirode i životne sredine, a sve u cilju podizanja ukupne ekološke svesti ljudi (Stojanović, 2004).

U granicama istraživanog područja postoji ukupno deset zaštićenih prirodnih dobara od kojih su naročito zanimljiva tri koja se nalaze u neposrednoj blizini Tise. Radi se o specijalnim rezervatima prirode *Stari Begej - Carska bara* i *Slano kopovo*, kao i o Parku prirode *Jegrička*. S obzirom da bi pomenuta zaštićena prirodna dobra mogla predstavljati okosnicu razvoja održivog turizma, odnosno ekoturizma u srpskom Potisju, a samim tim i predmet interesovanja turista - nautičara, njima će u ovom delu rada biti posvećena posebna pažnja. Ako se uzme u obzir činjenica da bi u najskorijoj budućnosti trebao biti proglašen i Specijalni rezervat prirode *Titelski breg*, onda se sa pravom može konstatovati da bi ekoturizam u vojvođanskom Potisju mogao biti jedna od poluga za razvoj nautičkog turizma u ovoj regiji. Ostala zaštićena prirodna dobra na području sliva Tise u Srbiji su specijalni rezervati prirode *Ludaško jezero* i *Selevenjske pustare*, zatim Predeo izuzetnih odlika *Subotička peščara*, parkovi prirode *Palić* i *Panonija* i Regionalni park prirode *Zobnatica* u bačkom delu i Specijalni rezervat prirode *Pašnjaci velike droplje* u banatskom delu sliva Tise (*karta 30*). I ova zaštićena prirodna dobra svakako predstavljaju čvrstu osnovu za razvoj ekoturizma na širem području Bačke i Banata, a uz bolju saobraćajnu povezanost sa budućim nautičkim centrima u Potisju i značajan činilac unapređenja nautičkog turizma na Tisi.

U daljem tekstu detaljno su predstavljeni položaji, veličine, osnovne prirodne vrednosti, zatim mere zaštite, kao i zabranjene i dozvoljene aktivnosti unutar specijalnih rezervata prirode *Stari Begej - Carska bara* i *Slano kopovo*, odnosno Parka prirode *Jegrička*. Cilj veoma detaljnog prikaza pomenuta tri zaštićena dobra jeste pre svega ukazivanje na neprocenjivo prirodno bogatstvo koje se nalazi u neposrednoj blizini Tise, a koje veoma doprinosi obogaćivanju ukupne turističke ponude vojvođanskog Potisja. Upravo ovakvi lokaliteti mogu predstavljati glavni razlog dolaska prvenstveno inostranih, ekološki edukovanih, turista nautičara u vojvođansko Potisje koji su uz strogo kontrolisane turističke aktivnosti (šetnje propisanim stazama, plovidba zacrtanim rutama, foto-safari, birdwatching i sl.) spremni upoznati glavne prirodne vrednosti zaštićenih područja.



Karta 30. Položaj zaštićenih prirodnih dobara na području sliva Tise u Srbiji

### **Specijalni rezervat prirode “Stari Begej - Carska bara”**

#### *a) Položaj i veličina*

Specijalni rezervat prirode *Stari Begej - Carska bara* nalazi se u zapadnom delu srednjeg Banata, na teritoriji Opštine Zrenjanin, tačnije između Ečke na severostoku i Perleza na jugu. Ako se geografski položaj posmatra sa aspekta važnosti za temu ovog rada, onda se može reći da se Rezervat nalazi svega oko 10 km istočno od leve obale Tise u visini km 20 njenog toka. Specijalni rezervat prirode *Stari Begej - Carska bara* ima oblik latiničnog slova “S” izduženog u pravcu severoistok - jugozapad. Njegova granica na severoistoku počinje kod mesta gde se Stari Begej odvaja od plovnog dela toka, a zatim ide novim nasipom koji zapravo predstavlja jugoistočnu granicu Rezervata prema Plovnom Begeju. Nakon spajanja novog i starog nasipa na jugozapadu granica delom ide meliorativnim kanalima do letnjeg puta Belo Blato - Carska bara odakle prema severoistoku nastavlja starim nasipom. U najzapadnijim delovima Carske bare granica se odvaja od starog nasipa i prati letnji put koji ide prema severu pravolinijski do lokalnog puta *Belo Blato - Stajićevo*. Pomenuti put je sagrađen na nasipu koji uglavnom predstavlja severnu granicu zaštićenog prirodnog dobra. Površina Specijalnog rezervata prirode *Stari Begej - Carska bara* iznosi 1.676 ha.



Slika 68. Turističko-informativna tabla Specijalnog rezervata prirode "Stari Begej - Carska bara" (foto: D. Pavić, 2004)

#### b) Glavne prirodne vrednosti

Specijalni rezervat prirode *Stari Begej - Carska bara* prostire se u proširenom delu aluvijalne ravni Tise. Slobodno meandrirajući između Titelskog brega i Novobečejsko-zrenjaninske lesne terase Tisa je tokom prošlosti menjala svoje korito i za sobom ostavljala tragove, pre svega u vidu niza ulegnuća, koja se danas najčešće javljaju u obliku zabarenih površina (Tomić i sar., 1992). Ranije analizirana morfologija aluvijalne ravni Tise, prisutna je i na području Rezervata. Dakle, i ovde se mikroreljef odlikuje naizmeničnim smenjivanjem greda i već pomenutih ulegnuća nastalih erozivno-akumulativnim radom Tise. Apsolutne visine unutar Rezervata kreću se od 72 m na severozapadu oko Carske bare do 75 m u južnim delovima oko Perleske bare.

Freatska izdan se na području Specijalnog rezervata prirode *Stari Begej - Carska bara* nalazi veoma plitko, na svega 1 - 2,5 m, zbog čega su brojne depresije ispunjene vodom i pretvorene u bare, koje zapravo čine najveći deo površinske hidrografije zaštićenog prirodnog dobra. Naime, površinske vode u Rezervatu su predstavljene upravo Starim Begejom i Carskom barom, kao najznačajnijim hidrološkim objektima, ali i barama poput Tiganjice, Perleske bare, Male bare i dr. Stari Begej predstavlja rukavac Begeja. Mesto njegovog račvanja sa Plovnim Begejom se nalazi nizvodno od mosta na putu *Belo Blato - Stajičevo*. Južno od hotela *Sibila* rukavac je na jednom mestu prekinut nasipom. Dužina Starog Begeja unutar Rezervata je 16 km, širina oko 24 m, a dubina 0,8 - 2,3 m. Pored prirodnog hranjenja zaštićeni deo rukavca se snabdeva vodom i putem njenog veštačkog prebacivanja iz obližnjeg Ečanskog ribnjaka. Posebnu vrednost duž obala Starog Begeja predstavlja uzani pojas autohtonih šuma (Stojanović, 2004).





Slika 69. Stari Begej (foto: D. Pavić, 2004)

Carska bara se nalazi u severnom delu Rezervata između Starog Begeja i starog nasipa. Predstavlja mrtvaju Begeja formiranu tokom holocena (Tomić i sar., 1992). Njena dužina u proleće iznosi i do 1.500 m, širina oko 700 m, a dubina oko 0,90 m. Međutim, u dužim sušnim periodima događa se da bara gotovo u potpunosti presuši. Vodom se hrani površinskim priticanjem iz Starog Begeja, zatim izlučivanjem taloga na samu akvatoriju, kao i podzemnim priticanjem. Vodu gubi površinskim oticanjem, isparavanjem, podzemnim oticanjem i izlivanjem u ribnjake. Usled specifičnih geomorfoloških i hidroloških karakteristika, kao i vladajućih stepsko-kontinentalnih klimatskih prilika, najveći deo kompleksa bare je obrastao trskom, ševarom i nizijskom šumom. Na dnu Carske bare obrazovani su slojevi treseta nastali nagomilavanjem ostataka barskog bilja. Njena voda je tamno-mrke boje zbog velike količine rastvorenih organskih materija (Tomić i sar., 2004).



Slika 70. Carska bara (foto: D. Pavić, 2004)

Pored Starog Begeja i Carske bare u Rezervatu postoje i druge akvatorije. Tu pre svega treba pomenuti Tiganjicu, teško pristupačnu baru koja se nalazi u severnom delu Rezervata, kao i Perlesku baru na jugu zaštićenog prirodnog dobra između Starog i Plovnog Begeja, zatim Malu baru i dr. U severnim delovima Rezervata, u blizini Carske bare, nalazi se još jedna zanimljiva vodena površina. Radi se o manjem rukavcu nepravilnog oblika koji takođe nosi naziv Stari Begej.

Mada su van Specijalnog rezervata prirode *Stari Begej - Carska bara* važno je pomenuti i veći broj obližnjih jezera pretvorenih u ribnjake. Naime, Ečanska jezera, odnosno ribnjaci se nalaze severno, severozapadno i zapadno od Rezervata od kojeg su odvojena samo nasipom. Jezerski baseni su nastali fluvijalnim erozivno-akumulativnim radom, a njihovo pretvaranje u ribnjake započelo je davne 1762. godine. Ukupna površina Ečanskih jezera iznosi 2.157,20 ha. Najveća među njima su Belo jezero, Koča, Mika, Joca, Brana i Šovajka jezero.

Specijalni rezervat prirode *Stari Begej - Carska bara* predstavlja jednu od poslednjih oaza autohtonog barskog panonskog prostora u okviru kojeg se nalazi stanište bogatog i raznovrsnog biljnog i životinjskog sveta. Prisustvo zajednice akvatičnih makrofita, zatim močvarne zajednice i šumske fitocenoze predstavlja glavno obeležje biljnog pokrivača ovog Rezervata. Među akvatičnim cveticama naročito se ističu one iz asocijacija *Salvinio - Spirodeletum polyrrhizae*, *Nymphaeetum albo - lutae*, *Hydrocharo - Nymphoidetum peltatae* i *Trapaetum natantis*. U močvarnim ekosistemima dominantna zajednica je *Scirpo - Phragmitetum*, ali tu je i zajednica *Acoro - Glycerietum aquaticae* koja ima poseban značaj zbog svoje ugroženosti u našoj zemlji. Šume u Rezervatu su predstavljene zajednicama *Salicetum albo - amygdaline*, *Salicetum albae* i *Populetum nigro - albae*, dok su šumske čistine pokrivene livadskom vegetacijom iz redova *Arrenatheretalia* i *Agrostietalia stoloniferae* (Budakov i sar., 1998).

Kao posledica raznovrsnih uslova staništa u Specijalnom rezervatu prirode *Stari Begej - Carska bara* prisutan je veliki floristički diverzitet. Naime, u granicama Rezervata je zabeleženo oko 500 biljnih taksona. Najveći značaj imaju vrste užeg areala rasprostranjenja kao što su panonski endemi - slatinasta palamida (*Cirsium brachycephalum*) i panonski zvezdan (*Aster tripolium* var. *panonicus*), kao i panonski subendem - bezbridnjača (*Puccinellia limosa*). Takođe, veliki značaj imaju i pontske vrste ravničarskih staništa, odnosno halofite - kamforika (*Camphorosma annua*) i vranjemil (*Statice gmelini*), kao i borealni relikv - gorocvet (*Adonis vernalis*). U Rezervatu je registrovano i prisustvo mediteranskog reliktnog roda *Trapa*. Među zaštićenim prirodnim retkostima Specijalnog rezervata prirode *Stari Begej - Carska bara* nalaze se sledeće biljne vrste: beli lokvanj (*Nymphaea alba*), žuti lokvanj (*Nuphar luteum*), lokvanjić (*Nymphoides flava*), gorocvet (*Adonis vernalis*), uskoliki kaćunak (*Dactylorhiza incarnata*), močvarni kaćunak (*Orchis laxiflora*), idirot (*Acorus calamus*), slatinasta palamida (*Cirsium brachycephalum*), vodeni orašak (*Trapa natans* agg) i borak (*Hippuris vulgaris*). Na spisku Crvene knjige flore Srbije nalaze se lokvanjić (*Nymphoides flava*), zatim kamforika (*Camphorosma annua*), mešinka (*Utricularia vulgaris*), kantarion (*Hypericum elegans*) i slatinski ljutić (*Ranunculus*

*pedatus*), dok je na spisku Crvene knjige flore Evrope slatinasta palamida (*Cirsium brachycephalum*).

Bogatstvu životinjskog sveta u Rezervatu najviše doprinosi izuzetno bogata i raznovrsna ornitofauna. Naime, ovde je registrovano čak 250 vrsta ptica, od kojih je 140 vrsta gnezdarica. Među njima su i globalno ugrožene vrste sa Svetske i Evropske crvene liste poput plavokljune patke (*Oxyura leucocephala*), male lisaste guske (*Anser erythropus*), malog kormorana (*Phalacrocorax pygmaeus*), pelikana (*Pelecanus crispus*), orla belorepana (*Haliaeetus albicilla*) i prдавca (*Crex crex*). Posebno je zanimljivo da se na području Specijalnog rezervata prirode gnezdi svih osam vrsta evropskih čaplji: siva čaplja (*Ardea cinerea*), mrka čaplja (*Ardea purpurea*), gak (*Nycticorax nycticorax*), mala bela čaplja (*Egretta garzetta*), velika bela čaplja (*Casmerodius albus*), žuta čaplja (*Ardeola ralloides*), čapljica (*Ixobrychus minutus*) i bukavac (*Boturus stellaris*). Takođe, važno je reći da su od svih vrsta ptica najbrojnije selice i stanarice, ali tu su i tzv. ptice - zimski gosti, kao i ptice lualice. Na osnovu velikog broja ptica selica može se zaključiti da je područje zaštićenog prirodnog dobra njihova važna stanica i odmorište na dugačkom putu između Srednje Evrope i Severne Afrike. Zahvaljujući zaista velikom bogatstvu i raznovrsnosti ptičijeg sveta Specijalni rezervat prirode *Stari Begej - Carska bara* je stavljen u *Registar vodenih staništa od prvorazrednog značaja* u svetskim razmerima.

U Rezervatu je pogodno stanište našla i raznovrsna ihtiofauna predstavljena sa 24 vrste iz sedam familija. Najbrojnije vrste su iz familije šarana. Kao prirodne retkosti u Srbiji zakonom su zaštićene vrste gavčica (*Rhodeus sericeus amarus*) i čikov (*Misgurnus fossilis*), dok šaran (*Cyprinus carpio*), štika (*Esox lucius*), som (*Silurus glanis*), smuč (*Stizostedion lucioperca*) i neke druge vrste riba imaju prvenstveno ekonomski značaj. Među vodozemcima i gmizavcima naročito se izdvajaju vrste koje su zaštićene kao prirodne retkosti. Tu se pre svega misli na tritone (*Triturus vulgaris* i *T. cristatus*), zelenu žabu iz roda *Rana*, zatim barsku kornjaču (*Emys Orbicularis*), kao i zmije beloušku (*Natrix natrix*), ribaricu (*N. tessellata*) i smuk (*Elaphe longissima*). Od sisara u Specijalnom rezervatu prirode *Stari Begej - Carska bara* registrovano je prisustvo veoma retkih i ugroženih vrsta poput vidre (*Lutra lutra*) i divlje mačke (*Felis silvestris*). Tu je svoje stanište našla i tekunica (*Citellus citellus*), takođe veoma retka vrsta. Među široko rasprostranjenim vrstama sisara u Rezervatu su registrovane: srna (*Capreolus capreolus*), divlja svinja (*Sus scrofa*), zec (*Lepus europeus*), lisica (*Vulpes vulpes*), hrčak (*Ericebus cricebus*), lasica (*Mustela Nivalis*), krtica (*Topla Europara*), jež (*Erinaceus Europaeus*), šišmiš (*Mus Musculus*), tvor (*Mustela Putorius*) i dr. (Budakov i drugi, 1998).

### c) Mere zaštite

Prva odluka o zaštiti nekog prostora na području današnjeg Specijalnog rezervata prirode *Stari Begej - Carska bara* doneta je 1955. godine kada je zbog svojih prirodnih lepota, a na osnovu *Zakona o zaštiti spomenika kulture i prirodnih vrednosti*, zaštićena *Vojtina mlaka*. Naredni akt o zaštiti na ovom području usledio je 1986. godine kada je

Skupština opštine Zrenjanin donela odluku o proglašenju Regionalnog parka *Stari Begej* i Strogog prirodnog rezervata *Carska bara*. Konačno, odlukom vlade Republike Srbije 1994. godine doneta je Uredba o zaštiti Specijalnog rezervata prirode *Stari Begej - Carska bara*. O značaju ovog Rezervata govori i podatak da se nalazi na spisku močvarnih područja od međunarodnog značaja po Ramsarskoj konvenciji.

U granicama zaštićenog prirodnog dobra uspostavljen je režim I, II i III stepena zaštite. Područje I stepena zaštite zahvata površinu od 704 ha, odnosno 42% ukupne površine Rezervata. Ovoj zoni, gde su zabranjene bilo kakve aktivnosti, pripadaju Carska bara sa Vojtinom mlakom i južnim meandrom, zatim Perleska bara, Tiganjica i deo Botoškog rita sa fragmentima livada i stepa. Režim II stepena zaštite je uspostavljen na površini od 372 ha, što je 22% teritorije Rezervata. Obuhvata tok Starog Begeja sa severnim meandrom i pojasom širine 10 m uz njegovu levu obalu u nivou Tiganjice i Perleske bare, zatim područje Zagnjenice, Ravenice, Visoke grede, Male grede i Saračice. Ovde je zabranjeno niz aktivnosti kao što su:

- pošumljavanje livadskih površina;
- pretvaranje močvarno-barskih ekosistema u suvozemne;
- unošenje stranih biljnih i životinjskih vrsta;
- zagađivanje vode;
- sakupljanje i korišćenje zaštićenih biljnih i životinjskih vrsta;
- lov i ribolov (osim kada je to neophodno radi očuvanja optimalne brojnosti životinja i zaštite od zaraznih bolesti);
- upotreba motornih čamaca;
- upotreba pesticida;
- izvođenje investicionih radova, osim radova za sprovođenje opštih mera zaštite.

Na ovom području se obezbeđuje:

- sanitarni i regulativni lov;
- korišćenje trske i ševara;
- sanitarna seča stabala i okresivanje vrba;
- uslovi za uspostavljanje optimalnog vodnog režima.

Zona III stepena zaštite se prostire na površini od 600 ha, što čini 36% teritorije Rezervata. Ovoj zoni pripadaju delovi Farkaždinskog i Botoškog rita, zatim deo starog nasipa između pomenutih ritova, kao i područje novog nasipa širine oko 120 m. U ovoj zoni su zabranjene sledeće aktivnosti:

- zagađivanje i promena optimalnog režima voda;
- upotreba pesticida;

- izvođenje svih investicionih radova koji nisu u funkciji sprovođenja opštih mera zaštite.

Oko specijalnog rezervata prirode, o kojem se inače stara Ribarsko gazdinstvo *Ečka* iz Lukinog sela, prostire se zaštitna zona površine 7.532 ha gde je zabranjeno: otvaranje i izvođenje radova i aktivnosti kojima se zagađuje zemljište, vazduh i voda i menja optimalni vodni režim. U zaštitnoj zoni je dozvoljeno: korišćenje trske, šume, pruća i drugih šumskih proizvoda; selektivna poljoprivredna proizvodnja; hidrotehnički zahvati, u cilju poboljšanja hidroloških uslova; reintrodukcija autohtonih biljnih i životinjskih vrsta; turizam uz kontrolisano kretanje (Službeni glasnik Republike Srbije, br. 56/1994).

### ***Park prirode “Jegrička”***

#### *a) Položaj i veličina*

Park prirode *Jegrička* se nalazi na jugu Bačke na području opština Bačka Palanka, Vrbas, Temerin i Žabalj, odnosno katastarskih opština Žabalj, Čurug, Gospođinci, Temerin, Sirig, Zmajevo, Ravno Selo i Despotovo. Svojom istočnom granicom zaštićeno prirodno dobro se naslanja na desnu priobalnu zonu reke Tise u visini njenog km 37. Park prirode se prostire na teritoriji od 1.144,81ha. Obuhvata kanalisanu i ujezerenu Jegričku od Despotova na zapadu do njenog ušća u Tisu na istoku, sa pripadajućim priobalnim delom slivnog područja. Zaštićeno dobro je podeljeno na tri celine (A, B i V). Celina **A** obuhvata uzvodni kanalisani deo Jegričke (km 64+163 - km 30+000) sa neposrednim okruženjem; celina **B** obuhvata nizvodniji deo Jegričke sa prirodnim odlikama ravničarskih reka (km 30+000 - km 15+000); dok celina **V** uključuje najnižvodniji sektor Jegričke pretvoren u ribnjak (km 15+000 - km 0+000) sa okolnim prostorom.



*Slika 71. Jegrička - ribnjak (foto: D. Pavić, 2004)*

### b) Glavne prirodne vrednosti

Park prirode *Jegrička* se prostire na lesnoj terasi i u aluvijalnoj ravni Tise, odnosno tzv. Žabaljskom ritu (Bukurov, 1983). Na čitavom području Parka freatske vode se nalaze dosta plitko, uglavnom na dubinama manjim od deset metara što zavisi i od mikroreljefnih prilika. Glavni površinski hidrološki objekat u granicama zaštićenog prirodnog dobra je reka Jegrička koja je u svom donjem delu toka pretvorena u prostrani ribnjak. Park prirode *Jegrička* predstavlja stanište specifičnog biljnog i životinjskog sveta. Na području Parka je konstatovana relativno bogata flora koju čini 76 vrsta. Povoljno utočište u vodotoku Jegričke našli su i današnji biljni relikti "živi fosili": mešinka i barska paprat, vežljika, vodoljub, drezga, krocanj, podvodnica, beli lokvanj, lokvanjiic i uvijuša. Posebno su značajne vrste sa Crvene liste flore Srbije: beli lokvanj, vodeni orašak, barska paprat i mešinka. Livade u granicama prirodnog dobra obrasle su žbunastim vrstama u vidu remiza u kojima dominira trnjina i beli glog.

Jegrička je bogata brojnim ribljim vrstama od kojih su zaštićene: šaran, smuđ, štika i som. Ono po čemu je Park prirode *Jegrička* naročito prepoznatljiv jeste njegov veoma bogat ptičiji svet. To je razumljivo ako se uzme u obzir da velikom broju ptica vodenih staništa Jegrička, a naročito prostrana akvatorija Žabaljskog ribnjaka, predstavlja važnu usputnu stanicu. Među brojnim prolaznicama, ali i zimovalicama važno je pomenuti vrste poput: patke kašikare (*Anas clypeata*), krže (*Anas crecca*), riđoglave patke (*Aythya ferina*), ćubastog patka (*Aythya fuligula*), divlje guske (*Anser sp.*) i kormorana (*Phalacrocorax sp.*). Bogatstvu ptičijeg sveta u Parku prirode *Jegrička* svojim prisustvom doprinose i mnoge druge vrste kao što su: bukavac (*Botaurus stellaris*), crvena čaplja (*Ardea purpurea*), plovka crnka (*Aythya nyroca*), eja močvarica (*Circus aeruginosus*), barska kokica (*Porzana parva*), belobrađa čigra (*Chlydonias hybridus*), crna čigra (*Chlydonias niger*), mala bela čaplja (*Egretta garzetta*), soko lastavičar (*Falco subbeteo*), ćubasti gnjurac (*Podiceps cristaus*), veliki kormoran (*Phalacrocorax carbo*), bela roda (*Ciconia ciconia*), vuga (*Oriolus oriolus*) i običan galeb (*Larus ridibundus*). U Parku se mogu sresti i brojni sisari među kojima se posebno ističe vidra (*Lutra lutra*) kao retka vrsta karakteristična za vlažna staništa.

### c) Mere zaštite

Odluku o proglašenju Parka prirode *Jegrička* donela je 20. 12. 2005. godine Skupština opštine Žabalj sporazumno sa opštinama Bačka Palanka, Vrbas i Temerin. Park je proglašen radi očuvanja autohtonog oblika vodotoka karakterističnog za ravničarske predele i ljudskim radom stvorenih vrednosti, gde se u ekološkom nizu smenjuju vodeni i močvarni ekosistemi, odnosno zbog obezbeđivanja uslova za stabilan razvoj fito i zoocenoza, uz održivo korišćenje prirodnih resursa za potrebe stanovništva, industrije, poljoprivrede i turizma. Jegrička predstavlja sporotekući vodeni ekosistem koji sa obodnom



močvarnom vegetacijom, ostacima nekadašnjih šuma i okolnim obradivim površinama pruža optimalne uslove za opstanak brojnih biljnih i životinjskih vrsta zaštićenih kao prirodne retkosti ili značajnim u lancima ishrane i održavanju ekološke ravnoteže. Najvredniji deo Parka prirode *Jegrička*, sa očuvanim autohtonim odlikama, je u direktnoj zavisnosti od okolnih terestričkih ekosistema, kanalisanoj deli i ribnjaka u kome se nalaze četiri ostrva značajna kao mesto gnežđenja ptica vodenih staništa.

Na području Parka prirode *Jegrička* uspostavljeni su režimi zaštite II i III stepena. Režim zaštite II stepena obuhvata površinu od 245,28 ha (21,43%), a uspostavljen je na prostoru celine **B** i na ostrvima u ribnjaku na području celine **V**. Režim zaštite III stepena zastupljen je na površini 899,53 ha (78,57%), odnosno na području celine **A** i ostatku celine **V**, tj. na prostoru samog ribnjaka.

**Opštim merama zaštite** na području celokupnog Parka prirode *Jegrička* **zabranjeno je**: menjanje utvrđenog vodnog režima; upuštanje neprečišćenih otpadnih voda; otvaranje divljih plaža; odlaganje otpada; formiranje vikend zona i izgradnja objekata za individualno stanovanje; izgradnja obaloutvrda; paljenje trske; neovlašćeno kretanje u granicama zaštićenog dobra i sađenje alohtonih žbunastih i drvenastih vrsta. **Istim merama zaštite obezbeđuje se**: naučno-istraživački rad; kontrolisana prezentacija prirodnog dobra; edukacija; turizam i rekreacija; monitoring stanja ekosistema i vrsta; mere upravljanja populacijama; uređenje punktova za potrebe prezentacije prirodnog dobra, edukacije, turizma i rekreacije; ekološka restauracija degradiranih staništa; uređenje obala kroz naseljena mesta; uređenje turističkih i rekreacionih staza i dr. (Službeni list Opštine Žabalj, br. 11/2005).

### ***Specijalni rezervat prirode "Slano kopovo"***

#### *a) Položaj i veličina*

Specijalni rezervat prirode *Slano kopovo* se nalazi na teritoriji opštine Novi Bečej, oko 5 km severoistočno od istoimenog opštinskog centra (*karta 30*). Dakle, Rezervat je u neposrednoj blizini Tise koja baš u visini Novog Bečeja napada levu obalu praveći izrazit meandar prema istoku. Zaštićeno područje je izduženo u pravcu severozapad - jugoistok duž ujezerenog paleomeandra Tise. Na severozapadu je ograničeno putem Novi Bečej - Novo Miloševo, a na jugoistoku putem Novi Bečej - Bašaid. Površina Specijalnog rezervata prirode *Slano kopovo* je 976 ha.

#### *b) Glavne prirodne vrednosti*

Budući da je o samom jezeru, koje predstavlja jednu od poslednjih očuvanih bara na slatinama Vojvodine, bilo reči u delu rada koji se odnosi na opšte hidrološke prilike sliva Tise, ovde će pažnja odmah biti usmerena na glavne prirodne vrednosti celokupnog Rezervata.



Slika 72. Slano kopovo (foto: D. Pavić, 2004)

Naime, značaj Slanog kopova se ogleda prvenstveno u činjenici što ono predstavlja jedan od reprezentativnih, još uvek očuvanih panonskih tipova predela čiji su slatinski, močvarni i akvatični ekosistemi veoma važni za očuvanje ukupnog biodiverziteta Vojvodine, kao i globalne raznovrsnosti biljnog i životinjskog sveta. Značaj je veći utoliko što Slano kopovo predstavlja tipičan primer slatinskih staništa koja su inače na granici potpunog nestajanja. Zbog svojih vrednosti, Slano kopovo je nominovano za upis na listu vodenih staništa od međunarodnog značaja po Ramsarskoj konvenciji.

Biljne vrste Specijalnog rezervata prirode *Slano kopovo* u najvećoj meri pripadaju jednogodišnjim, sukulentnim halofitama. U zavisnosti od koncentracije natrijum-hlorida u podlozi i njene vlažnosti na području Rezervata su pogodno stanište našle različite biljne vrste među kojima se naročito izdvajaju jurčica (*Suaeda pannonica*) i caklenjača (*Salicornia europaea*). Prva predstavlja panonski endem i nalazi se u Crvenoj knjizi flore Srbije, dok druga raste samo na Slanom kopovu i zakonom je zaštićena kao prirodna retkost. Takođe, u flori Slanog kopova važno mesto zauzima i švarcenbergova bokvica (*Plantago schwarzenbergiana*) koja je transilvansko - panonski endem sa svetske Crvene liste biljaka i uvršćena je u spisak biljnih vrsta Srbije i Crne Gore od međunarodnog značaja za očuvanje globalnog biodiverziteta (Stevanović i sar., 1995). Na području Rezervata javljaju se i specifične slatinske zajednice *Thero - Salicornietea* koje su u fazi iščezavanja, ne samo u Srbiji, već i u celoj Panonskoj niziji. Uopšteno govoreći u florističkom smislu glavni pečat Slanom kopovu daje dominantna halofitska, odnosno slatinska vegetacija koja je vezana za solončake, izuzetno zaslanjena zemljišta. Pomenuta vegetacija, izgrađena od sukulentnih i u manjoj meri polusukulentnih halofita, pripada tipu izvornog biljnog pokrivača koji je nestao sa većeg dela panonskih prostora. Znatan broj biljnih vrsta karakterističnih za ovaj tip vegetacije predstavljaju danas prave raritete, pa su zakonom zaštićene, što Slanom kopovu, kao njihovom staništu, daje izuzetan značaj. Na kraju je važno pomenuti i azonalnu močvarnu vegetaciju razvijenu u priobalnoj zoni jezera koju



čine tipični tršćaci i subasocijacija *bolboschoenetum*. Ove zajednice su značajne jer predstavljaju stanište mnogim životinjskim vrstama, naročito pticama koje se tu gnezde. Značaj trske je i veći ako se uzme u obzir da ona ima važnu ulogu u procesu učvršćivanja obala, kao i važnu fitofitacionu i fitosanacionu ulogu.

Specijalni rezervat prirode *Slano kopovo* je jedinstven primer specifičnog vlažnog slatinskog staništa za veliki broj ranjivih, ugroženih i krajnje ugroženih životinjskih vrsta. U Rezervatu je do sada registrovano preko 210 vrsta ptica i 25 vrsta sisara. Dakle, Slano kopovo predstavlja jedno od najvažnijih i najosobnijih staništa ptica u Srbiji. To se ogleda pre svega u činjenici da se na području ovog zaštićenog prirodnog dobra gnezde vrste atipične za Panonsku niziju, a karakteristične za pontsko - kaspijske slatine i morske obale, kao i u tome što ovaj lokalitet predstavlja jedinstvenu selidbenu stanicu za određene migratorne vrste ptica.

Slano Kopovo je naročito povoljno stanište za ždralove, patke, guske, šljukarice, čaplje i grabljivice. Među pticama koje se nalaze na svetskoj Crvenoj listi ugroženih vrsta (IUCN, 2000), a koje povremeno ili stalno borave na području Slanog kopova najznačajnije su: tankokljuna zlovremenica (*Numenius tenuirostris*), mala lisasta guska (*Anser erythropus*), riđogrla guska (*Branta ruficollis*), plovka crnka (*Aythya nyroca*), plavokljuna patka (*Oxyura leucocephala*), orao krstaš (*Aquila heliaca*), belonokta vetruška (*Falco naumanni*), prдавac (*Crex crex*), velika droplja (*Otis tarda*), mali kormoran (*Phalacrocorax pygmaeus*), orao belorepan (*Haliaeetus albicilla*).

Svake godine Specijalni rezervat prirode *Slano kopovo* sa okolnim poljima i utrinama, kao i otvorenim vodenim površinama Tise i šaranskih ribnjaka, obezbeđuje opstanak više desetina hiljada jedinki ptica močvarica, kako tokom perioda migracije, tako i tokom njihove reprodukcije. Dešava se da u toku jednog dana na području Rezervata i okoline boravi i do 20.000 primeraka raznih vrsta ptica vodenih staništa. Posebnu atrakciju na području Slanog kopova predstavljaju velika jata ždralova (*Grus grus*) koja koriste plitku vodu jezera i okolnu depresiju za svoj noćni odmor. Važno je reći da je Slano kopovo najznačajnija selidbena stanica ždralova u Vojvodini. Procenjuje se da tokom jesenje seobe preko Rezervata uz određeno zadržavanje, pređe preko 15.000 ptica. One se danju zadržavaju po depresijama i poljima udaljenim i po 4 - 5 km od Rezervata u koji se tokom sumraka vraćaju na noćenje (Tomić i sar., 2004). Zbog svega navedenog Slano kopovo je 1989. godine proglašeno na površini od 700 ha za međunarodno značajano stanište ptica u Evropi prema IBA projektu (Grimmett and Jones, 1989). Revizijom izvršenom 2000. godine Rezervat sa okolinom je proglašen kao IBA područje na površini od 2.660 ha (Heath and Evans, 2000).

Životinjski svet Specijalnog rezervata prirode *Slano kopovo* se odlikuje i značajnim bogatstvom sisara (*Mammalia*) koji su ovde predstavljeni sa ranije pomenutih 25 vrsta. Na području Rezervata i okoline prvenstveno su prisutni sisari iz redova: *Insectivora*, *Lagomorpha*, *Rodentia*, *Carnivora* i *Artiodactyla*. Većina vrsta registrovanih na ovom području spada u grupu prirodnih retkosti i zaštićene su zakonom. Među njima je svakako najznačajniji predstavnik tekunica (*Spermophilus citellus*), koja se nalazi na Crvenoj listi sisara sveta po IUCN. Svoje stanište je našla na zaslanjenim pašnjacima u severnim

delovima više obale Slanog kopova. Takođe, veoma retke vrste predstavljaju i obični tvor (*Mustela putorius*) i stepski tvor (*M. eversmanni*). Od ostalih vrsta sisara koje naseljavaju slatine oko samog Slanog kopova, kao i okolne obrađene površine važno je pomenuti: šumsku rovčicu (*Sorex araneus*), malu rovčicu (*S. Minutus*), ježa (*Erinaceus concolor*), krticu (*Talpa europaea*), poljsku voluharicu (*Microtus arvalis*), bizamskog pacova (*Ondatra zibethica*), stepskog miša (*Apodemus microps*), lisicu (*Vulpes vulpes*), lasicu (*Mustela nivalis*), vodenu voluharicu (*Arvicola terrestris*), podzemnu voluharicu (*Pitymys subterraneus*), hrčka (*Cricetus cricetus*), baštensku rovčicu (*Crocidura suaveolens*), poljsku rovčicu (*C. Leucodom*), prugastog miša (*Apodemus agrarius*), patuljastog miša (*Micromys minutus*) i dr. (Tomić i sar., 2004).

### c) Mere zaštite

Prve inicijative za zaštitu Slanog kopova, koje su pokrenuli stručnjaci sa tadašnjeg Instituta za biologiju u Novom Sadu, datiraju još iz 1971 godine. Naime, već tada je ukazivano da ovo područje predstavlja izuzetno važno stanište bogate i specifične ornitofaune, naročito u doba prolećne i jesenje seobe. Dve godine kasnije Zavod za zaštitu prirode u Novom Sadu uputio je Skupštini opštine Novi Bečej inicijativu i predlog Rešenja za stavljanje Slanog kopova pod zaštitu. Međutim, opštinske vlasti su odbile inicijativu i ponuđeni predlog rešenja jer je tada postojao plan da se na području Slanog kopova izgradi ribnjak. Još je bilo neuspelih pokušaja da se Slano kopovo stavi pod zaštitu. Tako je na primer Zavod za ornitologiju iz Zagreba predlagao da se područje današnjeg Rezervata uvrsti u listu jugoslovenskih močvara od međunarodnog značaja. Konačno, Uredbom Vlade Republike Srbije Specijalni rezervat prirode *Slano kopovo* proglašen je 2001. godine i to kao prirodno dobro od izuzetnog značaja I kategorije. Za zvaničnog staraoca Rezervata imenovano je Lovačko društvo iz Novog Bečaja. Na teritoriji prirodnog dobra uspostavljen je režim I, II i III stepena zaštite. Području I stepena zaštite pripada 217 ha (22%), zoni II stepena zaštite 220 ha (23%), a području III stepena zaštite 539 ha (55%).

U delu Rezervata gde je uspostavljen režim I stepena zaštite zabranjeno je korišćenje prirodnih bogatstava, kao i svi oblici korišćenja prostora i aktivnosti, osim naučnih istraživanja i kontrolisane edukacije. Na području II stepena zaštite dozvoljeno je ograničeno i strogo kontrolisano korišćenje prirodnih bogatstava, dok se aktivnosti u prostoru mogu obavljati u meri koja omogućava unapređenje stanja i prezentaciju prirodnog dobra bez posledica po njegove primarne vrednosti. I na kraju, u zoni III stepena zaštite, dopušteno je selektivno i ograničeno korišćenje prirodnih bogatstava, kao i kontrolisane intervencije i aktivnosti u prostoru ukoliko su usklađene sa funkcijama zaštićenog prirodnog dobra ili su vezane za nasleđene tradicionalne oblike obavljanja privrednih delatnosti i stanovanja uključujući i turističku izgradnju (Pavkov i sar., 1999).

## ANTROPOGENE VREDNOSTI ZNAČAJNE ZA RAZVOJ NAUTIČKOG TURIZMA NA TISI

Pored povoljnih hidroloških, ali i ostalih prirodnih karakteristika, značajan faktor za razvoj nautičkog turizma na srpskom sektoru toka Tise, predstavljaju i raznovrsne antropogene vrednosti skoncentrisane, prvenstveno u priobalju ove reke. Brojni kulturno-istorijski spomenici, ambijentalne vrednosti gradskih i seoskih naselja, salaši, stari običaji i različite kulturne i sportske manifestacije svakako doprinose bogatstvu i raznovrsnosti potencijalne dobro uklopljene turističke ponude vojvođanskog Potisja. U ovom delu rada pažnja je prvenstveno posvećena materijalnim kulturno-istorijskim dobrima i to naročito onima koja se nalaze pod zaštitom države, kao i manifestacionim vrednostima po kojima je Potisje prepoznatljivo.

### Kulturno-istorijske vrednosti Potisja

Kulturno-istorijske vrednosti vojvođanskog Potisja predstavljaju potencijalno dobar osnov za razvoj kulturnog, pa samim tim i nautičkog turizma na Tisi. Međutim, u priobalju ove reke postoje brojni kulturno-istorijski spomenici i objekti kojima se veoma često ne pridaje nikakav značaj. To potvrđuju i istraživanja D. Pavića i V. Stojanovića (2004) prema kojima se materijalna kulturna dobra vojvođanskog Potisja nalaze u različitom stanju, od kojih su neka potpuno zapuštena. U daljem tekstu predstavljeni su oni objekti kulturne baštine potiskih naselja koji bi već u bližoj budućnosti mogli u većoj ili manjoj meri biti deo turističke ponude na kojoj bi se bazirao planski razvoj nautičkog turizma na Tisi.

Krenuvši od ušća Tise, **Titel** je prvo potisko naselje koje poseduje značajnija kulturna dobra. Nalazi se na desnoj, bačkoj obali Tise u podnožju Titelskog brega, a od ušća je udaljen oko 9 km. Kulturne znamenitosti Titela, koje bi mogle predstavljati deo njegove turističke ponude, nalaze se na jugoistočnom obodu Titelskog brega, kao i u samom naselju. Iznad Titela, na pomenutom lesnom platou, postoji veoma zanimljivo arheološko nalazište pod nazivom *Kalvarija*. Dosadašnjim istraživanjima ovde su otkriveni tragovi iz praistorijskog, antičkog i kasno srednjovekovnog perioda. U blizini se nalaze i bedemi od kamena koji predstavljaju ostatke nekada dobro utvrđenog samostana. Ovi ostaci su u veoma zapuštenom stanju i bez lokalnih vodiča teško se mogu pronaći.

Značajan deo titelskog kulturnog nasleđa potiče iz vremena Vojne granice i Titelskog šajkaškog bataljona. Objekti iz tog perioda se nalaze u samom naselju, naročito u *glavnoj ulici* koja upravno izlazi na Tisu. Mada su mnoge od zgrada pretrpele bitne promene, vrednost glavne ulice je velika i zbog toga će zasigurno biti zakonom zaštićena kao ambijentalna celina. Ovo je istovremeno i turistički potencijalno vredan prostor. Naime, ambijent sačinjen od znamenitih istorijskih zdanja, baroknih crkvenih zvonika, ograda od

kovanog gvožđa i puta koji je popločan kamenim kockama, zaslužuje detaljniju turističku valorizaciju. Ono što glavnoj ulici daje još veći turistički značaj jeste činjenica da ona izlazi na Tisu koja bez sumnje predstavlja suštinski turistički potencijal Titela. Ovom prilikom je važno spomenuti još jedan objekat iz vremena Šajkaškog bataljona. Radi se o *staroj bolnici* koja se nalazi u Dositejevoj ulici. Potpunom restauracijom ova monumentalna prizemlja mogla bi da posluži kao muzej ili izložbeni prostor.

Titel je poznat i po slavnim istorijskim ličnostima koje su u njemu živele i radile. Tu pre svih treba pomenuti poznatog titelskog arhitektu *Najara*, koji je projektovao gradsku kuću, kao i svoju privatnu kuću, u čijem dvorištu se i danas može videti *stražarnica* iz vremena Šajkaškog bataljona. Da se radi o vrsnom arhitekti govori i podatak da je Najar projektovao neke monumentalne zgrade u Pešti, a učestvovao je i u gradnji Ankare, kao nove Turske prestonice. Inače, Najar je sahranjen na titelskom groblju gde mu je podignut veliki nadgrobni spomenik. U blizini Najarovog nalazi se i monumentalni spomenik *Arminu Lajningenu*, drugom poznatom žitelju Titela, koji je, između ostalog, projektovao pruge *Novi Sad - Titel* i *Novi Sad - Bečej* i bio angažovan na zaštiti nasipa oko Tise.

Na kraju se može konstatovati da je Titel, iako mesto izvanrednog turističko-geografskog položaja i bogate prirodne i kulturne baštine, nepoznat turističkoj klijenteli. U prilog ovoj konstataciji ide i činjenica da neke od postojećih turističko-nautičkih tura na Tisi samo prolaze pored Titela bez ikakvog zadržavanja. No, pravilno odabranom strategijom, pod kojom se podrazumeva pre svega efikasna marketinška aktivnost, izrada turističkog bedekera i osposobljavanje lokalnih turističkih vodiča, ovo mesto bi već u bližoj budućnosti moglo predstavljati nezaobilaznu turističku destinaciju vojvođanskog Potisja kako za strane, tako i za domaće turiste.

Idući uzvodnije prema severu u bačkom delu Potisja na obali *velikog meandra*, odnosno Čuruške mrtvaje, nalazi se **Čurug**, seosko naselje koje pripada Žabaljskoj opštini. U naselju postoji stara *vetrenjača*, kao jedan od prepoznatljivih kulturnih simbola Vojvodine. Vetrenjača je sagrađena u Mađarskoj 1843. godine, a tri godine kasnije preneti je na današnju lokaciju. Zidana je opekom u obliku zarubljene kupe sa kupastim krovom pokrivenim šindrom. Unutrašnjost joj je podeljena na četiri nivoa: prizemlje, dva sprata i potkrovlje.

Pored vetrenjače u Čurugu se nalazi još jedan kulturni spomenik koji je pod zaštitom države. Radi se o *pravoslavnoj crkvi Vaznesenja gospodnjeg*, monumentalnoj građevini podignutoj 1862. godine u neoklasicističkom stilu. Crkveni ikonostas je delo Đorđa Krstića iz poslednje decenije 19. veka (Milić i sar., 1998). Spomenici kulture Čuruga nemaju adekvatnu prezentaciju koja bi bila neophodna u turističkoj i ugostiteljskoj ponudi. To se posebno odnosi na vetrenjaču. Njeno okruženje je bitno degradirano podizanjem neadekvatne ograde i skladištenjem predmeta u njenoj blizini, kojima tu nije mesto. Ideja o restoranima-muzejima u objektima ovog tipa nije tako nova, ali kod nas očigledno još uvek nije zaživela.

Još uzvodnije, na banatskoj obali Tise, oko 66 km od ušća, nalazi se **Novi Bečej**, grad bogate kulturne baštine. Prikaz kulturnih dobara ovog potiskog grada možda je najlogičnije početi od same obale. Naime, na gradskom keju nalazi se kapela *Manastir*, podignuta u 18.

veku, najverovatnije na starijem kulturnom mestu, gde su prema predanju Turci spalili srpski manastir. Njenu najveću vrednost predstavlja pokretni materijal iz starijeg hrama predstavljen triptihom i ikonama nepoznatih autora.

Nedaleko od ovog spomenika kulture i lepo uređenog keja sa ugostiteljskim kapacitetima, nalazi se *srpska pravoslavna crkva posvećena sv. Nikoli*. S obzirom da je sagrađena 1774. godine predstavlja jednu od najstarijih u Vojvodini. Unutrašnjost crkve bogato je ukrašena baroknim ikonostasom koji je oslikao Stefan Gavrilović.

Sa kulturno-istorijskog aspekta posebno je zanimljiv deo Novog Bečeja pod nazivom Vranjevo. U ovom delu grada zaštićena su tri objekta: crkva Sv. Jovana Preteče, stara opštinska zgrada i rodna kuća Vladimira Glavaša. Srpska pravoslavna crkva Sv. Jovana Preteče podignuta je početkom 19. veka. Najveću vrednost ove monumentalne građevine zapravo predstavlja enterijer ukrašen ikonama i zidnim slikama koje je oslikao Jefimije Popović. Na istom trgu, dijagonalno od crkve nalazi se *stara opštinska zgrada* iz 1824. godine. Zgrada je bogate fasadne dekoracije i predstavlja verno svedočanstvo istorije ovog dela grada. *Rodna kuća Vladimira Glavaša*, poznatog narodnog dobrotvora koji je živeo od 1834. do 1909. godine, nalazi se nedaleko od prethodna dva zaštićena objekta. Ova stambena zgrada je zaštićena kao spomenik kulture od velikog značaja. Predstavlja lep primer bogate građanske kuće sa stilskim karakteristikama bidermajera (Milić i sar., 1998).

Spomenici kulture u Vranjevu, naročito stara opštinska zgrada i stambena kuća, prepoznaju se po zapuštenosti, pa je njihova turistička valorizacija relativna. Međutim, u kombinaciji sa osmišljavanjem nekih turističkih manifestacija u vezi sa slavnim ličnostima koje su ovde rođene, ovaj deo grada bi dobio sasvim drugačiju kulturnu, a verovatno i turističku dimenziju.

Razmatrajući kulturna dobra Novog Bečeja i njegove neposredne okoline, svakako je važno pomenuti i ostatke *crkve Arače (slika 73)* koji se nalaze nedaleko od grada. Ostaci su u veoma zapuštenom stanju, a činjenica da su sa svih strana okruženi obradivim poljoprivrednim površinama i da do njih vodi samo poljski put govori o nemaru prema ovom izuzetnom kulturno-istorijskom spomeniku. Mada nije tačno utvrđeno vreme njenog nastanka romanogotički stil upućuje da crkva Arača datira sa kraja 12. ili početka 13. veka. Ona predstavlja trobrodnu baziliku sa tri polukružne oltarske apside. O monumentalnom zahvatu njene izgradnje svedoči i korišćeni materijal - mermer, tesani kamen, pešćar i opeka. Nažalost, bogati arhitektonski ukrasi Arače sačuvani su samo delimično. Na kapitelima i konzolama može se videti bogata dekorativna plastika sa figuralnim i biljnim motivima (Milić i sar., 1998).



Slika 73. Crkva Arača (foto: D. Pavić, 2004)

Osam kilometara uzvodnije od Novog Bečeja na desnoj obali Tise nalazi se **Bečej**, staro gradsko naselje bogate kulturne tradicije i velikog broja kulturnih znamenitosti. Jedna od najznačajnijih je *prevodnica Šlajz*, koja se nalazi na ušću Velikog bačkog kanala u Tisu. Radi se o spomeniku tehničke kulture od izuzetnog značaja (Milić i sar., 1998). Prevodnica Šlajz je projektovana u Ajfelovom birou, a sagrađena je nakon izmeštanja ušća kanala koje se do tada nalazilo kod Bačkog Gradišta. Ovaj spomenik ne samo da je turistički potencijal Potisja, nego ima daleko širi značaj. Naime, on predstavlja izuzetno svedočanstvo o regulacijama voda koje su sprovedene u Vojvodini, a shodno svom položaju može se smatrati potencijalom na nivou sveukupnog nautičkog turizma Pokrajine. Nažalost, ovaj oblik turizma na kanalima nikada nije zaživeo i pored toga što je jedna od njihovih osnovnih funkcija i rekreativna.

U centru grada, kao ambijentalna celina od velikog značaja, zaštićeno je *staro gradsko jezgro* poznato pod nazivom *Trg Pogača*. Pored niza objekata sa spomeničkim svojstvima u okviru ove ambijentalne celine izdvajaju se: zadužbina baronice Jović, srpska pravoslavna crkva, rimokatolička crkva, Svetosavska škola, zgrade biblioteke i arhiva. *Srpska pravoslavna crkva posvećena svetom Đorđu*, koja dominira trgom sa tri monumantalna barokna tornja, sagrađena je polovinom 19. veka. Crkveni ikonostas predstavlja izuzetno delo majstora Kistnera iz Beča. Ikone je naslikao Uroš Predić i one su svrstane u najbolja ostvarenja rane faze ovog umetnika (Milić i sar., 1998). Druga markantna građevina na trgu je *rimokatolička crkva* podignuta 1830. godine. Unutrašnjost crkve ukrašavaju slike koje predstavljaju delo poznatog mađarskog umetnika Tan Mora. Takođe, važno je pomenuti i Gradski muzej koji prezentuje deo slavne istorije Bečeja, grada koji se prvi put pominje davne 1201. godine pod nazivom *Bechei*. U muzeju postoje eksponati iz cele opštine. Radi se o 10.000 muzealija raspoređenih u arheološkoj, istorijskoj, etnološkoj, primenjenoj, numizmatičkoj i prirodnjačkoj zbirci. Bečej je tokom 13. i 14. veka bio poznat kao tvrđava i pristanište o čemu takođe postoje nalazi u muzeju.

Mada nije na obali Tise vredan je pomena još jedan lokalitet koji bi bio od izuzetnog značaja u turističkoj valorizaciji vojvođanskog Potisja. Naime, radi se o velelepnom dvorcu Bogdana Dunderškog (slika 74) koji se nalazi na oko 14 km od Bečeja, u pravcu Bačke Topole. Vlasnik ove monumentalne građevine započeo je njenu izgradnju 1919. godine. Povod za ovakav poduhvat bila je njegova ogorčenost zbog odluke tadašnjih vlasti da mu u agrarnoj reformi oduzmu veći deo imanja. Pored dvorca, koji je mešavina različitih umetničkih stilova, kompleks obuhvata i kapelu, mali kaštel, pomoćne objekte, park i ergelu. U čitavom kompleksu kao spomenik kulture zaštićena je kapela, u kojoj je nakon smrti Bogdan Dunderški po vlastitoj želji sahranjen. Kapela je sagrađena početkom tridesetih godina 20. veka, u duhu moravske škole, a po projektu češkog arhitekta Krausa. Ikonostas je oslikao Uroš Predić, inače bliski prijatelj Dunderškog. Medaljoni u bronzi sa likovima Dunderškog i Predića, koji se nalaze u unutrašnjosti kapele kod ulaznih vrata, delo su Đorđa Jovanovića.



Slika 74. Dvorac Bogdana Dunderškog (foto: D. Pavić, 2004)

Bez sumnje da čitav kompleks građevina, danas poznat pod imenom *Fantast*, predstavlja veoma važan turistički kompleks od izuzetnog značaja za turističku ponudu, ne samo Potisja, nego i čitave Vojvodine. Uz malo ulaganja i osmišljeniji nastup na turističkom tržištu ovaj biser bi mogao biti znatno više nego što sada inače jeste na turističkoj karti Potisja i uopšte Vojvodine.

Ploveći dalje uzvodno, *Mol* je sledeće potisko naselje koje je značajno sa aspekta zaštite kulturnih dobara. To je veliko i prostrano bačko naselje koje se nalazi u opštini Ada, na km 100 Tisinog toka. Prema pisanim dokumentima Mol se prvi put spominje u prvoj polovini 14. veka. U kulturnim krugovima poznat je kao rodno mesto Novaka Radonića, znamenitog pisca i slikara, koji je završio bečku akademiju. *Rodna kuća* ove značajne ličnosti zaštićena je kao spomenik kulture od velikog značaja. Nažalost, ona se danas nalazi u veoma zapuštenom stanju tako da je u ovom trenutku nemoguća njena turistička valorizacija. Molski primer navodi na razmišljanje o zastupljenosti slavni historijskih

ličnosti u turističkoj ponudi naših sela i gradova, pa i zemlje u celini. Opšti utisak je da, ne samo u Molu i uopšte u vojvođanskom Potisju, nego i u čitavoj zemlji, naše slavne ličnosti, od kojih su neke stekle svetsku slavu, nisu predstavnici kulturne i sveukupne baštine društva iz koga smo ponikli, mada bi to sigurno trebali biti.

Nedaleko od rodne kuće Novaka Radonjića nalazi se drugi značajan spomenik kulture u Molu. To je *srpska pravoslavna crkva posvećena svetom Savi* sagrađena početkom 19. veka u baroknom stilu sa uticajima klasicizma. Njen ikonostas je jedan od najbogatije izrezbarenih u Vojvodini. Ima veliku umetničku vrednost za šta su zaslužni Arsa Teodorović, Nikola Aleksić i Novak Radonić (Milić i sar., 1998).

Odmah na Mol, sa kojim je spojena, uzvodno se nastavlja Ada, sedište opštine. Kao spomenik kulture u ovom naselju zaštićena je *srpska pravoslavna crkva Vaznesenja gospodnjeg* iz 1926. godine, podignuta na mestu starijeg hrama iz 1760. koji je stradao u požaru revolucionarne 1848. godine. Nova crkva je sagrađena prema projektu Dake Popovića u stilu srpske srednjovekovne arhitekture, kao petokupolna građevina monumentalnih proporcija. Shodno vremenu nastanka stilski se bitno razlikuje od preostalih srpskih pravoslavnih crkava u Potisju. Iz starijeg hrama preuzete su ikone sa baroknim ikonostasom koji je izrezbario Jovan Stikić, a pozlatio Nikola Dimšić. Ikone je oslikao Novak Radonić između 1867. i 1869. godine i one predstavljaju izuzetno umetničko delo, između ostalog važno za proučavanje srpskog slikarstva tog vremena (Milić i sar., 1998).

Iako nije u direktnoj vezi sa kulturnim dobrima važno je istaći da je Ada naselje visoke urbanističke uređenosti, što je još jedan bitan element u turističkoj valorizaciji prostora. Značajan turistički resurs Ade je i rekreacioni centar *Adica*, kao mesto dešavanja sportsko-rekreativnih, ali i nekih kulturnih programa. Na ulazu u ovaj kompleks nalazi se lepo osmišljena geološka zbirka sa eksponatima iz svih delova sveta. Nju prati i obeležena geografska karta kako bi se zainteresovanima odmah pokazalo mesto sa koga je geološki eksponat donet. Ovaj primer svedoči da se uz malo ulaganja može realizovati dobra i prepoznatljiva ideja.

Dvadesetak kilometara uzvodnije od Ade na desnoj obali Tise nalazi se **Senta**, sa kulturno-istorijskog aspekta najznačajnije naselje vojvođanskog Potisja. Ovaj bački grad poznat je daleko van granica naše zemlje po jednom veoma važnom istorijskom događaju koji se odigrao u njegovoj blizini 11. septembra 1697. godine. Naime, radi se o Senčanskoj bitci u kojoj je turska vojska katastrofalno poražena od austrijske koju je predvodio princ Eugen Savojski. Zahvaljujući tome grad je poneo slavu i ušao u svetske udžbenike istorije. Važno je primetiti da je ovaj znameniti događaj danas slabo iskorišćen u turističkoj prepoznatljivosti grada i pored toga što predstavlja potencijal od izuzetnog značaja. Na bitku podseća samo *spomenik* koji se nalazi na gradskom keju, a to definitivno nije dovoljno.

U Senti postoji i čitav niz drugih zaštićenih kulturnih dobara. Najstariji zaštićeni objekat, koji se nalazi na centralnom gradskom trgu, je *pravoslavna crkva posvećena sv. arhandělu Mihailu*. Sagrađena je 1751, ali je stradala tokom revolucionarne 1848. godine. Današnji izgled dobila je početkom 20. veka. Sa pravom se može reći da je



najmonumentalnije zdanje u Senti *gradska kuća* (slika 75) iz 1914. godine. Sagrađena je u stilu secesije i ima posebno dekorativan enterijer, također sa motivima ovog umetničkog pravca.



Slika 75. *Gradska kuća u Senti* (foto: D. Pavić, 2004)

Sledeći objekat pod zaštitom je *zgrada plebanije*, podignuta 1909. godine. Svojom monumentalnošću ona znatno doprinosi ukupnom ambijentu glavnog trga i čitave Sente. U prizemlju ovog zdanja smešten je muzej što uvećava njen kulturno-turistički značaj. U muzeju se čuvaju zanimljivi primerci kostiju iz paleontološke zbirke, eksponati iz perioda od kamenog doba do velikih seoba naroda, zatim iz srednjeg veka, kao i zanimljivi etnološki predmeti. U istom nizu sa zgradom plebanije nalazi se i *zgrada hotela Rojal*, podignuta u stilu secesije, kasnije bitno devastirana lošom rekonstrukcijom.

U prikazu zaštićenih kulturnih dobara Sente svakako je važno spomenuti i *rodnu kuću poznatog pisca Stevana Sremca*. Kuća se nalazi u ulici koja nosi njegovo ime, a koja izlazi na glavni gradski trg iz pravca Tise. Lako uočljiva spomen ploča na fasadi podseća prolaznike na istorijski i kulturni značaj ove kuće. Nedaleko od glavnog trga nalazi se i zaštićena *vatrogasna kasarna*, također građena u stilu secesije.

Slobodno se može reći da Senta odiše prijatnim abijentom u kome arhitektura secesije zauzima bitno mesto. Taj potencijal bi se mogao iskoristiti osmišljavanjem gradskih turističkih tura na temu ovog umetničkog pravca. U kombinaciji sa Kanjižom, kao i drugim naseljima severne Bačke, secesija kao predmet turističkih programa bi bila još zanimljivija (Pavić, Stojanović, 2004).

Nasuprot Sente, nedaleko od leve obale Tise, nalazi se **Čoka**, banatsko naselje čije su obe crkve zaštićene od strane države. *Rimokatolička, posvećena sv. Trojstvu* zaštićena je kao spomenik kulture od izuzetnog značaja, a *srpska pravoslavna crkva Sv. arhandela*, kao spomenik kulture od velikog značaja. Zalaganjem imućne porodice Marcibanji rimokatolička crkva je sagrađena 1808. godine u duhu klasicizma. Slikarski radovi koji krasi njenu unutrašnjost, urađeni u duhu najboljih baroknih ostvarenja, delo su umetnika iz

radionice Paula Trogera, profesora Bečke akademije. Predstave apostola Pavla i Petra, izrađene su u gipsozaiku, inače retko korišćenoj tehnici, predstavljaju delo Trogerovog saradnika Kefa Volfanga. U unutrašnjosti crkve nalazi se i kripta porodice Marcibanji sa nadgrobnim stelama, koje je uradio nepoznati umetnik iz Beča ili Pešte. Kulturno-istorijskom značaju Čoke svakako doprinosi i pomenuta srpska pravoslavna crkva Sv. arhandela kod koje najveću umetničku vrednost ima ikonostas čije vreme nastanka nije tačno utvrđeno. Zanimljivo je da je oltarska pregrada u ovoj crkvi manja od predviđenog prostora namenjenog za nju. Po predanju, oltarska pregrada je prenet iz manastira Vojilovica za čiju je crkvu bila prevelika (Milić i sar., 1998).

I na primeru Čoke, odnosno njenih kulturnih dobara, važno je ukazati na određene probleme. Naime, u prvom redu rimokatolička crkva u ovom naselju, kao jedna od najvrednijih u Vojvodini, ne zaslužuje stanje u kome se trenutno nalazi. Njena umetnička baština u velikoj je meri devastirana prvenstveno zbog ljudskog nemara i prokišnjavajućeg krova. Ovaj, s pravom može se reći, biser barokne umetnosti, nije ni dovoljno prepoznatljiv u javnosti, što ukazuje na činjenicu da joj nije posvećena dovoljna pažnja, odnosno da ne postoji gotovo nikakva kulturna i turistička prezentacija koja bi je predstavila širim krugovima.

Uzvodinije na levoj obali Tise, na njenom km 144 nalazi se **Novi Kneževac**, centar istoimene opštine. Ovo banatsko naselje raspolaže sa tri zaštićena spomenika kulture od velikog značaja: dvorcem Servijski, srpskom pravoslavnom crkvom Svetog arhandela i mehanizmom olajnice. Najbliži Tisi, nedaleko od mosta, nalazi se pomenuti *dvorac*, čiji je ktitor Marko Servijski, ugledni građanin koji je 1782. godine kupio Tursku Kanjižu. Ovo monumentalno zdanje stilski pripada poznom baroku o čemu svedoči i malterska plastika iznad prozora. Sagledavajući njegovo današnje stanje, slobodno se može reći da dvorac Servijski spada u retko očuvane pozobarokne svetovne građevine ovog tipa u Vojvodini (Milić i sar., 1998).

Najznačajniju umetničku vrednost *srpske pravoslavne crkve posvećene Svetom arhangelu* u Novom Kneževcu ima njena bogato obrađena neoklasicistička fasada, koja ujedno svedoči o tome da ovaj sveti hram datira iz prve polovine 19. veka. Crkva je jednobrodne osnove sa polukružnom oltarskom apsidom i pravougaonim pevničkim prostorima. Ikone je oslikao 1807. godine Georgije Popović, član slikarske porodice iz Bečkerek. *Mehanizam olajnice* je treći zaštićeni spomenik kulture u ovom gradu gde je prenet iz Bočara 1885. godine. Ovaj mehanizam koji je korišćen za spravljanje olaja na osnovu posebno utvrđenog procesa, predstavlja pravi kuriozitet u kulturnoj baštini Vojvodine. Značaj olajnice je još veći ako se uzme u obzir činjenica da se radi o jedinom očuvanom mehanizmu ovakve vrste na našim prostorima (Milić i sar., 1998).

Kao i u prethodno pomenutim potiskim naseljima ni u Novom Kneževcu spomenicima kulture nije posvećena pažnja kakvu zaslužuju. Tako se u dvorcu Servijski nalaze izvesne državne institucije, koje su tu preseljene u vreme socijalističkog uređenja, kada se po pravilu na ovakva zdanja nije gledalo iz perspektive kulturnog nasleđa. Slično je i sa olajnicom za koju samo retki znaju, a koja bi svakako zbog svoje jedinstvenosti trebala dobiti adekvatniji tretman, odnosno ozbiljnu kulturnu i turističku prezentaciju.

Na desnoj obali Tise, oko 4 km uzvodnije od Novog Kneževca, leži **Kanjiža**, grad bogate istorije koja traje već 900 godina. Na daleko je poznata po svojoj banji i lepo i uređenoj plaži na Tisi, ali ni njena ambijentalna i kulturna turistička vrednost nije zanemarljiva. Unatoč činjenici da u Kanjiži nema zaštićenih kulturnih dobara, ovaj grad svakako zaslužuje da se nađe na popisu potiskih naselja koja raspolažu značajnom kulturnom baštinom. Važno je naglasiti da se Kanjiža odlikuje visokom urbanističkom uređenošću u kojoj se uočavaju elementi arhitekture secesije, gde se pre svega misli na monumentalno zdanje gradske kuće koja datira iz 1912. godine. Takođe, ambijentalno vredan prostor je i onaj oko rimokatoličke crkve, koja je podignuta 1768. godine. U red kulturno-istorijski značajnih objekata u Kanjiži svakako ulazi i pravoslavna crkva sagrađena 1851. godine.

U opštini Kanjiža, tačnije u ataru sela **Horgoš**, nedaleko od železničke pruge koja spaja ovo naselje sa Suboticom, nalazi se *arheološki lokalitet Crkvine*, veoma značajan, zanimljiv i potencijalno vredan prostor. Arheološkim istraživanjem na ovom lokalitetu otkriveni su temelji crkve koja prema mišljenju arheologa datira iz 13. veka. U ruševinama njenog unutrašnjeg dela otkriven je grob sa nakitom iz 15. veka, dok se u neposrednoj blizini otkrivenog lokaliteta nalaze i ostaci manjih nastambi koje datiraju iz vremena od 11. do 15. veka (Milić i sar., 1998). Turistička vrednost ovog arheološkog lokaliteta ogleda se i u njegovom prožimanju sa jednom od dominantnih prirodnih vrednosti ovog dela severne Bačke - Specijalnim rezervatom prirode *Selevenjske pustare*, na čijoj se teritoriji nalazi.

Mada se tokom samog prikaza materijalnih kulturnih dobara u naseljima vojvođanskog Potisja moglo mnogo toga zaključiti, na kraju je ipak važno naglasiti najosnovnije činjenice vezane za ovu problematiku. Najvažnije je da kulturna baština potiskih naselja u Vojvodini zaista predstavlja solidnu osnovu za formiranje bogatije turističke ponude u Potisju, što ima veliki značaj za razvoj nautičkog turizma na Tisi. Ono što uvećava značaj spomenika kulture je i njihova raznovrsnost (arheološki, sakralni, etnološki, građanska arhitektura i dr.). Svakako da je ponuda kulturnih potencijala daleko veća, međutim njeno kreiranje ne zavisi samo od istraživača, nego i od turističkih radnika, kao i lokalnih zajednica koje bi po pravilu trebale najbolje poznavati baštinu vlastitog zavičaja. Kao što se moglo videti osnovni problem u turističkoj prezentaciji potiskih spomenika kulture je njihova neuređenost. Ovde se ne radi samo o neuređenosti sa turističkog aspekta, nego i o opštoj neuređenosti njih samih i prostora koji ih okružuje. Pre svega, spomenici kulture nisu obeleženi, tako da ih je u nekim slučajevima veoma teško pronaći. Putokazi, a posebno table sa osnovnim informacijama o spomeniku ovde su prava retkost. Gotovo nijedan od navedenih spomenika kulture nema adekvatnu prezentaciju sa zvučno-svetlosnim sredstvima koje savremeni turizam zahteva. Ozbiljan problem predstavlja činjenica da naši kulturni spomenici, uključujući i one u vojvođanskom Potisju, osim što nisu poznati stranim i domaćim turistima, nisu ni opšte prepoznatljivi usled loše kulturne propagande, što je pokazatelj niskog nivoa svesti i brige o kulturnoj baštini.

Očigledan primer svih navedenih problema je crkva Arača kao objekat od izuzetnog značaja. Do nje ne postoji niti jedan putokaz, ni uređeni put, a oko samih ostataka crkve nema parking prostora, klupa ni nastrešnice, što je sasvim normalno u uređenim zemljama

kada je u pitanju ovako važan spomenik kulture. Slična je situacija i u slučaju drugih spomenika. Takođe, u potiskim naseljima ne postoje stalno aktivne stručne vodičke službe, niti kvalitetno publikovan informativni materijal o njihovim kulturnim znamenitostima, ali ni organizovan prevoz kojim bi se u ovom sličaju turisti nautičari mogli prevesti od Tise do nekog udaljenijeg lokaliteta, u konkretnom slučaju objekta kulturne baštine. Sve to svedoči da su spomenici kulture u vojvođanskom Potisju daleko od prave turističke prezentacije i da je potrebno još mnogo truda, sredstava i inventivnosti da bi postali ono što zaslužuju kako sa kulturnog, tako i sa turističkog aspekta (Pavić, Stojanović, 2004).

### Manifestacije u Potisju kao deo turističke ponude

Manifestacioni motivi spadaju u onu grupu turističkih motiva čija je atraktivnost određena kako vrstom i značajem priredbi i manifestacija, tako i mestom i vremenom njihovog održavanja. Na osnovu raznih kriterijuma brojni autori su izvršili različite klasifikacije manifestacija. Tako prema Ž. Jovičiću (1992) one mogu biti:

- kulturne manifestacije;
- političke manifestacije;
- umetničke manifestacije;
- sportske manifestacije;
- zabavne manifestacije.

Manifestacioni turizam najčešće ima kulturni i rekreativni karakter ili pak predstavlja kombinaciju ova dva obeležja. Ono što je naročito važno za temu ovog rada jeste činjenica da ovaj oblik turizma često predstavlja dopunu nekom drugom vidu turizma. Upravo iz tog razloga dat je spisak najznačajnijih manifestacija u vojvođanskom Potisju koje se održavaju u periodu od aprila do oktobra, dakle u vreme kada su najpovoljniji uslovi za odvijanje nautičko-turističke plovidbe Tisom (*Zavod za kulturu Vojvodine*):

- manifestacije tokom **aprila**:
  - *Međunarodni festival sportskih i modernih plesova*, Kanjiža;
  - *Izložba pasa svih rasa*, Kanjiža;
  - *Ultra maraton Kanjiža-Šepšisentđerđ*, Kanjiža;
  - *Konji koji jure - konjičko takmičenje u daljinskom jahanju*, Titel;
- manifestacije tokom **maja**:
  - *Održavanje prvog maja*, Kanjiža;
  - *Festival pevanih pesama*, Senta;
  - *Obzorja na Tisi - dani Josifa Marinkovića*, Novi Bečej;
  - *Majske poetske šetnje*, Novi Kneževac;

- manifestacije tokom **juna**:
  - *Internacionalni festival kamernih horova*, Ada;
  - *Dan dece i porodični programi na obali Tise*, Kanjiža;
  - *Takmičenje u veslanju - Trofej Vojvodina*, Titel;
  - *Međunarodni festival kamernih horova "Bardoš Lajoš"*, Ada;
  
- manifestacije tokom **jula**:
  - *Žetelački dani*, Ada;
  - *Memorijal "Hovanec Jožef" - susret i takmičenje izviđača iz naše zemlje*, Ada;
  - *Akordi leta - nastupi muzičkih, likovnih i dramskih umetnika profesionalaca i amatera*, Novi Kneževac;
  - *Letnja noć na Tisi - u znak tradicionalne regate koju organizuje list Politika Ekspres*, Mol;
  - *Međunarodni festival ribolova*, Kanjiža.
  
- manifestacije tokom **avgusta**:
  - *Umetnička kolonija Senta*, Senta;
  - *Međunarodni plivački i atletski maraton*, Kanjiža;
  - *Međunarodna kajakaška regata*, Kanjiža;
  - *Titelski dani kulture - izložbe slika književne večeri, pozorišne predstave, folklorne predstave, koncerti klasične muzike*, Titel;
  - *Dani piva*, Zrenjanin;
  - *Revija paradnih zaprega*, Novi Bečej;
  - *Takmičenje u kivanju ribljih čorbi*, Titel;
  - *Likovna kolonija "Novak Radonjić"*, Ada;
  - *Takmičenje u veslanju - prvenstvo Srbije*, Titel;
  - *Kasački miting "Memorijal dr Stevan Petrović"*, Ada;
  - *Likovna kolonija tiske akademije akvarela*, Novi Bečej.
  
- manifestacije tokom **septembra**:
  - *Međunarodni muzički festival "Džez, improvizovana muzika"*, Kanjiža;
  - *Jazzfestival*, Kanjiža;
  - *Dan grada Sente - pobeda nad Turcima "Senčanska bitka 1697"*, Senta;
  
- manifestacije tokom **oktobra**:
  - *Lingvistički dani "Sarvaš Gabor"*, Ada;
  - *Kup keramike - međunarodna rvačka gala u grčko-rimskom stilu*, Kanjiža;

Većina ponuđenih manifestacija, uz dobro osmišljenu marketinšku aktivnost i ozbiljnu organizaciju, mogle bi značajno obogatiti turističku ponudu Potisja i predstavljati bazu za razvoj manifestacionog turizma u regiji koji bi bio u funkciji unapređenja nautičkog turizma na Tisi. Jedan od glavnih argumenata za ovako mišljenje je činjenica da se manifestacije u vojvođanskom Potisju po svom karakteru i sadržaju odlikuju velikom raznovrsnošću, što predstavlja snažan privlačni faktor za klijentelu bitno različitih afiniteta.

## MATERIJALNA BAZA RAZVOJA NAUTIČKOG TURIZMA

Mada mogu imati značaja za ukupan razvoj nautičkog turizma, osnovni smeštajni turističko-ugostiteljski objekti na obali, ne predstavljaju i glavnu materijalnu bazu ovog oblika turizma. Tu ulogu pored plovnih i prihvatnih objekata više imaju tzv. komplementarni objekti kao što su uređena turistička i kamp naselja duž plovnog puta. Uzimajući u obzir sve elemente materijalne baze, njeno stanje u našem Potisju, kao i u ostalim delovima Vojvodine, generalno je ispod potrebnog nivoa. Stanje materijalne baze je još najbolje u domenu broja i kvaliteta plovila. Međutim, gotovo svi ti plovni objekti su u privatnom vlasništvu koji ne učestvuju u organizovanoj plovidbi, i čiji se vlasnici mogu nazvati nautičarima, rekreativcima, zaljubljenicima u vodu, ali ne i turistima nautičarima iz jednostavnog razloga što svojim delovanjem ne ispunjavaju osnovne kriterijume potrebne da bi imali status turista. Ipak, ova relativno bogata rečna flotila u privatnom vlasništvu, ne samo u Potisju nego i u drugim delovima Vojvodine kojima prolaze kvalitetni plovni putevi, predstavlja značajnu bazu za oživljavanje nautičkog turizma. Naime, organizovan zakup i iznajmljivanje plovila zainteresovanim potencijalnim turistima nautičarima, predstavlja značajnu perspektivu za formiranje turističke ponude u nautičkom turizmu.

Za nesmetano odvijanje nautičkog turizma izuzetno je važna, bolje reći neophodna, planski organizovana mreža različitih prihvatnih objekata kao što su: marine, privezišta, manja odmorišta duž plovnog puta sa najjednostavnijom opremom (privez za čamce, česme, sanitarni čvor, nastrešnica) i sl. Pravilno raspoređeni duž plovnog puta ovakvi objekti čine turističku ponudu kvalitetnijom, a boravak turistima prijatniji. Stanje i raspored prihvatnih objekata duž Tise u našoj zemlji ne ide na ruku razvoju nautičkog turizma. Naime, na čitavom sektoru toka ne postoji niti jedan prihvatni objekat koji ispunjava kriterijume marine. Najkvalitetniji prihvatni objekti duž Tise u našoj zemlji, koji na nautičkim kartama gravitiraju kao marine, zapravo predstavljaju nešto opremljenija privezišta (voda, struja). Radi se o "marinama" Moto - nautičkog kluba *Zrenjanin* (km 38), zatim onaj u Adi (km 103) i u Senti (km 123). Marina Moto - nautičkog kluba *Zrenjanin* (slika 76) ima kapacitet za 80 čamaca i manjih nautičkih brodova (do 15 m dužine) koji su privezani za ponton. Slična je situacija i u Senti gde se za ponton i šlep, koji se nalaze u visini jedine kapetanije na Tisi u našoj zemlji, može privezati oko 65 čamaca i manjih nautičkih brodova. Možda i najzanimljiviji prihvatni objekat duž Tise u Srbiji predstavlja marina u Adi. Radi se o jedinom pristaništu koje je uvučeno u obalu usled čega predstavlja i

siguran zimovnik za plovila (slika 77). Kapacitet ove marine, tačnije privezišta, koje žitelji Opštine Ada u narednom periodu nameravaju planski urediti, iznosi oko 120 čamaca i brodica dužine do 15 m. Pored pomenuta tri prihvatna objekta, važno je još pomenuti privezišta u Titelu, Novom Bečeju i Bečeju.



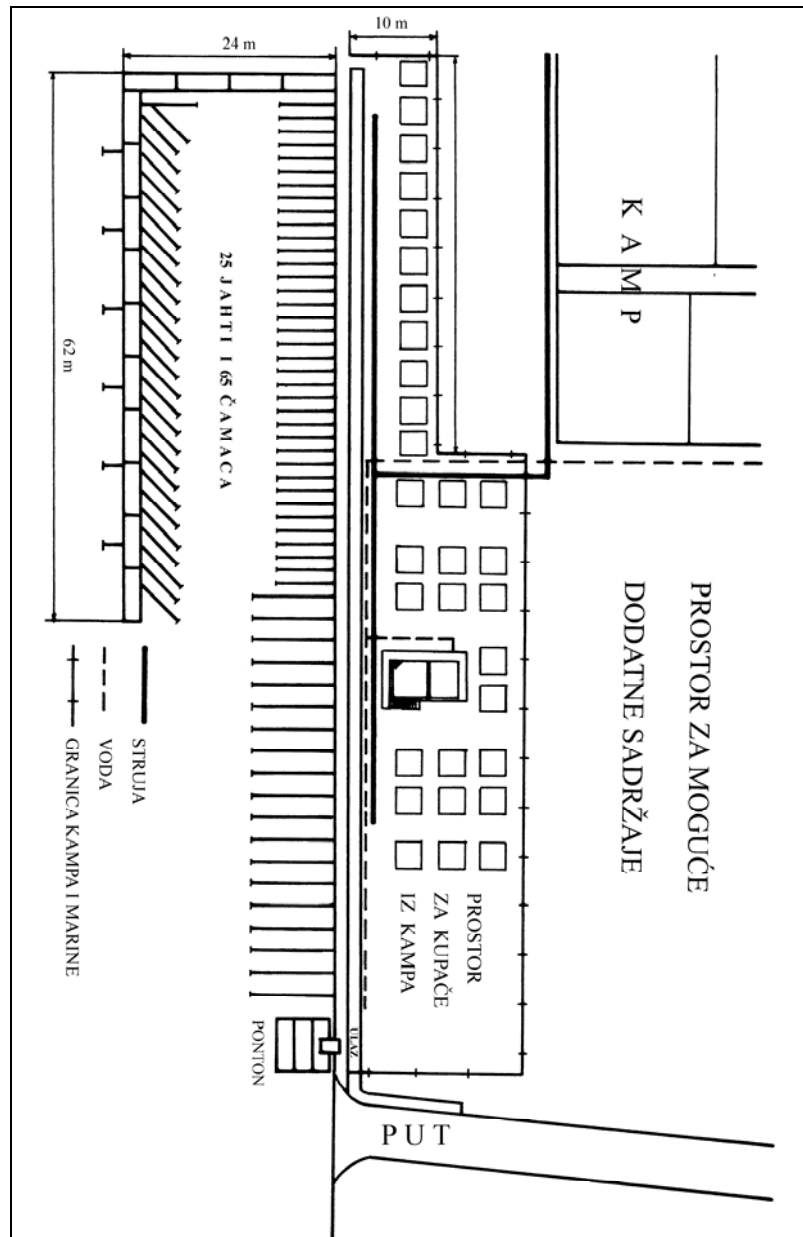
Slika 76. "Marina" Moto-nautičkog kluba Zrenjanin na km 38 (foto: D. Pavić, 2004)



Slika 77. "Marina" u Adi na km 103 (foto: D. Pavić, 2004)

Dakle, na osnovu opisane situacije vezane za kvalitet i raspored prihvatnih objekata duž Tise u našoj zemlji, jasno je da se u perspektivi za potrebe nesmetanog odvijanja nautičkog turizma, moraju drastično poboljšati uslovi u uvoj domeni. Polazeći od nekoliko presudnih kriterijuma, kao što su postojanje određenih nautičko-turističkih sadržaja, zatim blizina naselja, vikend zona, važnih saobraćajnica ili turističkih destinacija, kao i potreba minimalne učestalosti od 20 km, duž Tise u Srbiji postoje brojne lokacije u različitoj meri pogodne za izgradnju prihvatnih nautičko-turističkih centara. Takve su na primer sledeće lokacije: u visini Titela (km 9) na desnoj obali, zatim kod vikend naselja *Dukatar* (km 21)

na desnoj obali, kod vikend naselja *Tonja* (km 27) na levoj obali, kod Žabaljskog mosta (km 38) duž obe obale, kod vikend naselja *Elemir* (km 43) duž leve obale, kod Novog Bečeja (km 66) na levoj obali, kod Bečeja (km 73) na desnoj obali, kod Bačkog Petrovog Sela (km 89) na desnoj obali, kod Mola (km 100) na desnoj obali, kod Ade (km 103) na desnoj obali, kod Sente (km 124) na desnoj obali, kod vikend naselja *Halas čarda* (km 127) na desnoj obali, kod Novog Kneževca (km 144) na levoj obali, kod Kanjiže (km 146) na desnoj obali i dr. Kao potvrda da se u nekim mestima duž Tise ozbiljno planira izgradnja prihvatnih objekata visokog standarda, govori primer iz Novog Bečeja gde je plan buduće marine završen (*skica 5*).



Skica 5. Plan buduće marine u Novom Bečeju



Na kraju je važno pomenuti da duž Tisine obale u našoj zemlji postoje brojna vikend naselja i kampovi od kojih poseban značaj za razvoj nautičkog turizma imaju uređeni kampovi i naselja koji raspolažu vodom, strujom, a neretko i ugostiteljskim objektima, prodavnicama, sportskim terenima i sl. Najznačajnija vikend naselja u našem Potisju su: *Dukatar* (km 21), *Aradac* (km 38), *Čikmeže* (km 38), *Elemir* (km 43) i *Halas čarda* (km 127). Među uređenim kampovima posebno se izdvajaju kampovi u Bečeju (km 73), Adi (km 103) i Kanjiži (km 146). Mada hoteli pripadaju kategoriji osnovnih smeštajnih turističko-ugostiteljskih objekata, koji u infrastrukturnom smislu nisu direktno vezani za nautičko-turističku ponudu, bitno je istaći da ih u blizini Tise ima značajan broj. Svojim kvalitetom posebno se izdvajaju hoteli *Aquamarin* i *Lupus* u Banji Kanjiži i hotel *Bela lađa* u Bečeju, svi pogodni za razvoj kongresnog turizma.



Slika 78. Vikend naselje Dukatar na km 21 (foto: D. Pavić, 2004)



Slika 79. Uređen kamp u Kanjiži na km 146 (foto: D. Pavić, 2004)

## ZAKLJUČAK

Složenim hidrotehničkim zahvatima, odnosno skraćivanjem toka, podizanjem odbrambenih nasipa u blizini osnovnog korita i naročito izgradnjom tri brane, reka Tisa je u svom srednjem i donjem toku gotovo u potpunosti izgubila odlike prirodnog vodotoka. Usled izvedenih regulacionih radova uslovi tečenja Tise su znatno izmenjeni, reka je dobila nov hidrološki režim i morfološke karakteristike. O snažnom modifikujućem uticaju antropogenog faktora na sudbinu reke Tise kao prirodnog vodotoka, najbolje svedoči situacija na sektoru toka u našoj zemlji. Naime, deonica duga 164 km podeljena je branom kod Novog Bečeja na dva potpuno različita dela toka - uzvodni koji se nalazi pod usporom izazvanim radom brane, i nizvodni koji je u tzv. kvazi-prirodnom režimu zbog delovanja isklinjenog uspora Dunava formiranog usled obrazovanja Đerdapske akumulacije. Na osnovu rezultata dobijenih u ovom radu, može se zaključiti da je nakon izgradnje brane kod Novog Bečeja, konkretno na uzvodnom sektoru toka, došlo do radikalnih promena prvenstveno u režimu vodostaja ove reke. Naime, nivoi gornje vode se tokom najvećeg dela godine veštački održavaju na odgovarajućim kotama koje su u skladu sa vladajućim hidrometeorološkim prilikama u slivu i vodoprivrednim potrebama (snabdevanje kanalske mreže Hs DTD u Banatu i dr.). Ovakav, dirigovani režim vodostaja, isključuje mogućnost pojave ekstremno niskih nivoa Tise na deonici toka uzvodno od brane, što između ostalog ima za posledicu stvaranje sedativnijeg, odnosno ujednačenijeg režima reke. Podizanjem pomenute brane, definitivno je započela nova faza u životu Tise u kojoj ova reka između ostalog ima ulogu i centralnog hidrološkog objekta višenamenskog hidrosistema DTD.

Tisa je vodotok od neprocenjivog vodoprivrednog značaja koji se u našoj zemlji ni iz daleka ne koristi u meri u kojoj bi mogao. Naročito pada u oči neopravdano zapostavljena plovidba ovom rekom, inače veoma dobrim i pouzdanim plovnim putem koji je nakon podizanja brane postao još kvalitetniji, a izgradnjom i puštanjem u rad Hs DTD potencijalno značajniji. Upravo dobri plovidbeni uslovi, tranzitni značaj Tise kao plovnog puta, kao i bogatstvo vojvođanskog Potisja prirodnim i antropogenim turističkim vrednostima, predstavljaju veoma solidne predispozicije za razvoj nautičkog turizma u potiskoj regiji. Prema rezultatima istraživanja u ovom radu, najznačajniju ulogu u formiranju turističke ponude Potisja imala bi zaštićena prirodna i kulturna dobra, koja bi uz odgovarajuću dobro osmišljenu marketinšku aktivnost mogla veoma kvalitetno odgovoriti tražnji nautičko-turističke klijentele.

Razvoj nautičkog turizma na plovnim putevima Vojvodine, gde je Tisa jedan od najznačajnijih, treba da predstavlja strateški cilj naše države, jer pravi je paradoks ne iskoristiti povoljne prirodne predispozicije koje se ogledaju, ne samo u postojanju plovnih puteva, nego i u tranzitnom položaju regije kojom prolazi Dunav, glavna evropska rečna plovidbena transversala.

## LITERATURA I IZVORI PODATAKA

- Aksin, V. i saradnici (1976): Mineralne i termalne vode Vojvodine i mogućnosti korišćenja, Fond Naftagasa, I i II deo, Novi Sad.
- Aksin V. i saradnici (1984): Neki vidovi korišćenja geotermalne energije u SAP Vojvodini, Zbornik radova VIII Jugoslovenskog simpozijuma o hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji, Budva.
- Aksin, V. (1998): Geološke i hidrogeološke karakteristike područja Mostonge, Monografija: Mostonga i vode Zapadne Bačke, PČESA, Edicija Tija voda, Novi Sad.
- Aksin, V., Kukin, A. (1996): Geološke i hidrogeološke karakteristike područja Jegričke i okruženja, Monografija: Jegrička, PČESA, Edicija Tija voda, Novi Sad.
- Andó, M. (2002): A Tisza vízrendszer hidrogeográfiája, SZTE Természeti Földrajzi Tanszék, Szeged.
- Bajcetic, R., Milosevic, M. (2004): Basins in the Water Management Information System of Vojvodina, GI for International River Basin Management, Budapest University of Technology and Economics, Budapest.
- Bajić, M. (1964): Banjsko lečilište i jezero Rusanda, Zbornik Matice srpske za prirodne nauke, sv. 26, Novi Sad.
- Bogdanović, Ž. i saradnici (1996): Opština Kikinda, Geografske monografije vojvodanskih opština, PMF - Institut za geografiju, Novi Sad.
- Bogdanović, Ž. (2000): Mrtvač - odsečeni meandar Tise kod Taraša, Zbornik radova PMF-a Departmana za geografiju, turizam i hotelijerstvo, Novi Sad.
- Bogdanović, Ž. (2001): Dukatar - geografsko-turistički prikaz, Zbornik radova PMF-a Departmana za geografiju, turizam i hotelijerstvo, Novi Sad.
- Bogdanović, Ž., Pavić, D. (2003): Hidroakumulacije u Srbiji, Hidroakumulacije- Multidisciplinarni pristup održivom razvoju, Monografija, PMF, Novi Sad.
- Bogdanović, Ž., Marković, S. (2005): Vode Banata, Monografija, PMF - Departman za geografiju, turizam i hotelijerstvo, Novi Sad.
- Bošnjak, Đ. (1982): Evaporacija sa slobodne površine kao osnova zalivnog režima i njen odnos prema ETP kukuruza i soje, Doktorska disertacija, poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Božić, B. (1972): Dunav i Tisa - recipijenti i izvori snabdevanja vodom Hs DTD, Monografija: Hidrosistem Dunav-Tisa-Dunav, Vodoprivredno preduzeće DTD, Novi Sad.
- Božić, B. (1981): Hidrološki i vodoprivredni aspekt odbrane od poplava u Vojvodini, Godišnjak Samoupravne interesne zajednice za osnovno uređenje voda Vojvodine "Vode Vojvodine", br. 9, Samoupravna interesna zajednica za osnovno uređenje voda Vojvodine, Novi Sad.

- Budakov, Lj., Branković, D., Sekulić, N. (1998): Specijalni rezervat prirode "Stari Begej - Carska bara", biljni i životinjski svet, tekst u rukopisu, Zavod za zaštitu prirode Srbije, Odeljenje u Novom Sadu, Novi Sad.
- Bugarski, D. (1978): Opština Čoka, Geografske monografije vojvođanskih opština, PMF - Institut za geografiju, Novi Sad.
- Bugarski, D. (1994): Promene režima Tise na sektoru uzvodno od brane kod Novog Bečeja do jugoslovensko-mađarske granice, Zbornik radova PMF-a Instituta za geografiju, Novi Sad.
- Bugarski, D. (1995): Jezero Slano kopovo, Edicija Tija voda, Istorija poljoprivrede, salaša i sela, PČESA, Novi Sad.
- Bukurov, B. (1948): Dolina Tise u Jugoslaviji, Posebna izdanja Srpskog geografskog društva, sv. 25, Naučna knjiga, Beograd.
- Bukurov, B. (1953): Geomorfološki prikaz Vojvodine, Zbornik Matice srpske, serija prirodnih nauka, sv. 4, Novi Sad.
- Bukurov, B. (1975): Fizičko-geografski problemi Bačke, SANU - Odeljenje prirodno-matematičkih nauka, knj. 4, Beograd.
- Bukurov, B. (1976): Geomorfološke crte Južne Bačke, Zbornik radova SANU - Odeljenje prirodno-matematičkih nauka, knj. 4, Beograd.
- Bukurov, B. (1983): Subotica i njena okolina, SANU, Odeljenje društvenih nauka i umetnosti, knj. 1, Novi Sad.
- Bukurov, B. (1983): Opština Žabalj, Geografske monografije vojvođanskih opština, PMF - Institut za geografiju, Novi Sad.
- Bukurov, B. (1984): Geomorfološki problemi Banata, VANU, Odeljenje društvenih nauka i umetnosti, knj. 2, Novi Sad.
- Czaya, E. (1998): The rivers of the Earth, Gondolat, Budapest.
- Cinkler, P. (1974): Odbrane od poplava na Tisi i Dunavu 1974. godine, Godišnjak Pokrajinskog fonda voda "Vode Vojvodine", br. 2, Pokrajinski fond voda, Novi Sad.
- Ćirković, Lj. (1975): Pojava i režim leda površinskih voda SAP Vojvodine, Glasnik Srpskog geografskog društva, sv. LV, br. 1, Beograd.
- Dalmacija, B. (2001): Katastar zagađivača na slivu Tise, Zavod za zaštitu prirode Srbije, Beograd.
- Davidović, R., Miljković, Lj., Ristanović, B. (2003): Reljef Banata, Geografski aspekti stanja i pravca razvoja Srbije (Vojvodine), PMF - Departman za geografiju, turizam i hotelijerstvo, Novi Sad.
- Domokos, M. i saradnici (1989): Višegodišnji bilans voda po podslivovima i nacionalnim teritorijama u slivu Dunava, Vodoprivreda, Jugoslovensko društvo za odvodnjavanje i navodnjavanje, Beograd, br. 117-118: str. 19-31.
- Drndarski, M. (1974): Regulacioni radovi na reci Tisi, Godišnjak Pokrajinskog fonda voda "Vode Vojvodine", br. 2, Pokrajinski fond voda, Novi Sad.
- Dukić, D. (1984): Hidrologija kopna, Naučna knjiga, Beograd.
- Dukić, Gavrilo (1989): Vodni resursi SR Srbije - njihovo iskorištavanje i zaštita, Glasnik Srpskog geografskog društva, sv. LXIX, br. 1, Beograd.

- Dukić, D., Gavrilović, L.J., Jovanović, V. (1994): Tisza - water resources and their use, The third conference "Danube - the river of cooperation", Belgrade.
- Gajić, M. (1986): Flora i vegetacija Subotičko-horgoške pešcare, Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad.
- Gavrilović, Lj. (1981): Poplave u SR Srbiji u XX veku - uzoci i posledice, Posebna izdanja Srpskog geografskog društva, knj. 52, Beograd.
- Gavrilović, Lj., Dukić, D. (2002): Reke Srbije, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd.
- Grimmett, R., Jones, T (1989): Important Bird Areas in Europe, Cambridge, UK: International Council for bird Preservation. Tech. Publication 9.
- Heinz, A. (1910): Torontál vármegye természeti viszonyal, II kotet, Budapest.
- Heinz, A. (1910): Vizszabalyozas. Bacs Bodrog vármegye, II kotet, Budapest.
- Heath, M., Evans, M (2000): Important Bird Areas in Europe: Priority sites for conservation. 2: Southern Europe. Cambridge, UK: BirdLife.
- Hovány, L. (1998): A palicsi fürdő és a Bóge csatorna, Grafoprodukt, Szabadka36 m.
- Igić, R. (1991): Florističke odlike Bačke lesne zaravni, Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad.
- Jadrešić, V. (1978): Nautički turizam, Pedagoška akademija Zadar, Zadar.
- Jojić, B. (1984): Rekonstrukcija tiske odbrambene linije, Godišnjak Samoupravne interesne zajednice za osnovno uređenje voda Vojvodine "Vode Vojvodine", br. 12, Samoupravna interesna zajednica za osnovno uređenje voda Vojvodine, Novi Sad.
- Jojić, B. (2002): Korišćenje Hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav za plovidbu, Hidrosistem Dunav-Tisa-Dunav - 25 godina posle, Javno vodoprivredno preduzeće "Vode Vojvodine", Novi Sad.
- Josipović, J. (1985): Osnovne hidrogeološke odlike Vojvodine, Godišnjak Pokrajinskog fonda voda "Vode Vojvodine", br. 13, Pokrajinski fond voda, Novi Sad.
- Jovičić, Ž. (1992): Fenomenologija turizma, Naučna knjiga, Beograd.
- Jovičić, D. (2000): Turizam i životna sredina - koncepcija održivog razvoja, Zadužbina Andrejević, Beograd.
- Katić, P. i saradnici (1979): Klima Vojvodine, Poljoprivredni fakultet - Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad.
- Katić, P. i saradnici (1979): Prilog publikaciji Klima Vojvodine, Poljoprivredni fakultet - Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad.
- Kilibarda, P., Bugarski, R. (2002): Prijem i odvođenje voda i njihov kvalitet, Hidrosistem Dunav-Tisa-Dunav - 25 godina posle, Javno vodoprivredno preduzeće Vode Vojvodine, Novi Sad.
- Kohnke, K., Bertrand, A.R. (1972): Soil conservation, McGraw – Hill Book company, New York – Toronto – London.
- Kovačević, T. (2004): Opština Subotica - geografski problemi, Magistarska teza (u rukopisu), PMF - Departman za geografiju, turizam i hotelijerstvo, Novi Sad.
- Kukin, A., Stojšić, M. (1975): Oscilacije arteške i freatske izdani, JVP "Vode Vojvodine", Novi Sad.

- Laškov, I. M. (1982): Banjski turizam SAP Vojvodine, PMF-Institut za geografiju, Novi Sad.
- Laskarev, D. V. (1951): O stratigrafiji kvartarnih naslaga Vojvodine, Geološki anali Balkanskog poluostrva, knj. XIX, Beograd.
- Likić, B. (2002): Opšti prikaz Hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav, Hidrosistem Dunav-Tisa-Dunav - 25 godina posle, Javno vodoprivredno preduzeće "Vode Vojvodine", Novi Sad.
- Marković, Đ. J. (1980): Banje Jugoslavije, Turistička štampa, Beograd.
- Marković, B.S. (1996): Vodni režim i pravci oticanja freatske izdani u jugoslovenskom delu Banata, Magistarska teza, PMF-Institut za geografiju, Novi Sad.
- Marković, S., Lukač, Š., Kicošev, S. (1998): Slano kopovo, Zaštita prirode, br. 48-49, Časopis Zavoda za zaštitu prirode Srbije, Novi Sad.
- Marković-Marjanović, J. (1949): Prilog za geološku građu Titelskog brega, Glasnik Srpskog geografskog društva, knj. 1, Beograd.
- Marković-Marjanović, J. (1977): Kvartarne naslage Međurečja Dunav-Tisa (Bačka), Geologija Srbije-stratigrafija, knj. II-3, Zavod za regionalnu geologiju i paleontologiju, Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, str. 393-405
- Mihajlović, D. (1988): Osnove meteoroloških osmatranja i obrade podataka, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Milić M. i saradnici, (1998): Spomeničko nasleđe Srbije, nepokretna kulturna dobra od izuzetnog i velikog značaja, Republički zavod za zaštitu spomenika kulture, Beograd.
- Milosavljević, S., Vidović, S. (1999): Stanje u istraživanju i mogućnosti korišćenja termomineralnih voda u Vojvodini, XII Jugoslovenski simpozijum o hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji, Savez inženjera rudarstva i geologije SR Jugoslavije, Komitet za hidrogeologiju i inženjersku geologiju, Nov Sad.
- Miljković, N. (1996): Osnovi pedologije, PMF - Institut za geografiju, Novi Sad.
- Miljković, N. (1996): Zemljišni pokrivač područja Jegričke, Monografija: Jegrička, PČESA, Edicija Tija voda, Novi Sad.
- Milojević, Ž. B. (1948): Titelska lesna zaravan, Glasnik Srpskog geografskog društva, sv. XXVIII-1, Beograd.
- Miloradov, V. i saradnici (1972): Hidrauličke analize varijantnih rešenja uređenja minor i major korita Tise za velike vode, Studija Instituta za vodoprivredu "Jaroslav Černi", Beograd.
- Miloradov, M., Miloradov, V. (1974): Režim i uređenje reke Tise u Jugoslaviji, Godišnjak Pokrajinskog fonda voda "Vode Vojvodine", br. 2, Pokrajinski fond voda, Novi Sad.
- Miloradov, M. (1990): Konceptija i realizacija programa istraživanja uticaja uspora HE Đerdap I na režim voda i priobalje, Vodoprivreda, br.1-2, str. 31-31
- Miloradović, T. (1984): Crpna stanica "Martonoš", Godišnjak Samoupravne interesne zajednice za osnovno uređenje voda Vojvodine "Vode Vojvodine", br. 12, Samoupravna interesna zajednica za osnovno uređenje voda Vojvodine, Novi Sad.

- Milošev, Ž. (2002): Hidrotehnički radovi u Banatu i Bačkoj pre izgradnje Hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav, Hidrosistem Dunav-Tisa-Dunav - 25 godina posle, Javno vodoprivredno preduzeće Vode Vojvodine, Novi Sad.
- Milošev, Ž., Radić, S. (1996): Slivno područje i formiranje vodotoka Jegričke, Monografija: Jegrička, PČESA, Edicija Tija voda, Novi Sad.
- Milovanov, D. (1965): Odbrana od velikih voda Dunava i pritoka u Vojvodini u 1965. godini, Glasnik Saveza vodnih zajednica SR Srbije, Novi Sad.
- Milovanov, D. (1972): Hidrosistem Dunav-Tisa-Dunav, Vodoprivredno preduzeće DTD, Novi Sad.
- Milovanov, D. (1979): Velike vode i problem regulisanja Tise kod Bečeja, Godišnjak Samoupravne interesne zajednice za osnovno uređenje voda Vojvodine "Vode Vojvodine", br. 7, Samoupravna interesna zajednica za osnovno uređenje voda, Novi Sad.
- Milovanov, D. (1987): Vodoprivreda Vojvodine 1918-1945, Monografija, Posebno izdanje Godišnjaka "Vode Vojvodine", Samoupravna interesna zajednica za osnovno uređenje voda, Novi Sad.
- Miljković, N. (1996): Osnovi pedologije, PMF - Institut za geografiju, Novi Sad.
- Mirkov, N. (1976): Veliki kanal Dunav-Tisa-Dunav, Godišnjak Pokrajinskog fonda voda "Vode Vojvodine", br. 4, Pokrajinski fond voda, Novi Sad.
- Mirkov, N. (1976): Kanal Dunav-Tisa-Dunav i naše životno pitanje, Godišnjak Pokrajinskog fonda voda "Vode Vojvodine", br. 4, Pokrajinski fond voda, Novi Sad.
- Nešić, M. (1966): Regulisanje reka, Građevinska knjiga, Beograd
- Parabućski, S., Janković, M. (1978): Pokušaj utvrđivanja potencijalne vegetacije Vojvodine, Zbornik Matice srpske, serija prirodnih nauka, sv. 54, Novi Sad.
- Parabućski, S., Stojanović, S. (1986): Prodrum vegetacije Vojvodine, Zbornik Matice srpske, serija prirodnih nauka, sv. 71, Novi Sad.
- Pavić, D. (2002): Vodni režim i pravci oticanja freatske izdani Bačke, Magistarska teza (u rukopisu), PMF - Departman za geografiju, turizam i hotelijerstvo, Novi Sad.
- Pavić, D., Romelić, J. (2004): Vode i turizam Srbije, Dani Evropske baštine, Savetovanje "Vode Srbije - nasleđe i perspektive", Sombor.
- Pavić, D., Stojanović, V. (2004): Kulturni turistički resursi kao segment nautičkog turizma na Tisi, Naučno-stručni časopis Turizam, br. 8, PMF-Departman za geografiju, turizam i hotelijerstvo, Novi Sad.
- Pavkov G., i saradnici, (1999): Specijalni rezervat prirode Slano kopovo. Predlog za stavljanje pod zaštitu kao prirodnog dobra od izuzetnog značaja. Zavod za zaštitu prirode Srbije, Odeljenje u Novom Sadu, Novi Sad.
- Pejović, M. (1983): Hidraulička modelska ispitivanja uređenja Tise na sektoru kod Sente, Godišnjak Samoupravne interesne zajednice za osnovno uređenje voda Vojvodine "Vode Vojvodine", br. 11, Samoupravna interesna zajednica za osnovno uređenje voda Vojvodine, Novi Sad.
- Petrović, N. (1960): Iz istorije hidrotehnike i građevinarstva, Građevinska knjiga, Beograd.
- Petrović, I. I. (2000): Mala enciklopedija plovidbe, MP Futura, Petrovaradin.

- Petrović, J., Miljković, Lj. (1990): Recentne promene na vodotoku Tise, Zbornik radova PMF-a Instituta za geografiju, br. 20, Novi Sad.
- Popov, D. (1997): Industrija putovanja - putničke agencije, Stojkov, Novi Sad.
- Popov, D. (2005): Mrtvaje (prirodno i veštački odsečeni meandri) u dolini Tise na teritoriji Vojvodine, Geografski aspekti stanja i pravaca razvoja Srbije (Vojvodine), PMF - Departman za geografiju, turizam i hotelijerstvo, Novi Sad.
- Protić, D. (1995): Mineralne i termalne vode Srbije, Geoinstitut, Posebno izdanje, knj. 17, Beograd.
- Protić, J. (2005): Stanje i mogućnosti razvoja banjsko-rekreativnog turizma Bečeja, Diplomski rad, PMF- Departman za geografiju, turizam i hotelijerstvo, Novi Sad.
- Putarić, V. (1981): Metodi proučavanja resursa površinskih voda, kriterijumi za njihov izbor sa primenom na reku Tisu, uzvodno od Segedina, Godišnjak Samoupravne interesne zajednice za osnovno uređenje voda Vojvodine "Vode Vojvodine", br. 9, Samoupravna interesna zajednica za osnovno uređenje voda Vojvodine, Novi Sad.
- Putarić, V. (2003): Hidrologija, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Radišić, A. i saradnici (2002): Ostale namene Hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav, Hidrosistem Dunav-Tisa-Dunav - 25 godina posle, Javno vodoprivredno preduzeće Vode Vojvodine, Novi Sad.
- Rajić, D. (2002): Snabdevanje vodom Hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav, Hidrosistem Dunav-Tisa-Dunav - 25 godina posle, Javno vodoprivredno preduzeće Vode Vojvodine, Novi Sad.
- Rakićević, T. (1958): Temperaturni režimi vode na našim rekama, Zbornik radova Geografskog instituta PMF-a u Beogradu, sv. 5, Beograd.
- Romelić, J., Ćurčić, N. (2001): Turistička geografija Jugoslavije, PMF - Departman za geografiju, turizam i hotelijerstvo, Novi Sad.
- Seleši, Đ. (1973): Jezero Palić - odumiranje i sanacija, Fond za sanaciju jezera Palić, Subotica.
- Seleši, Đ. (1973): Limnološka istraživanja Ludoškog jezera, Godišnjak interesne zajednice za osnovno uređenje voda Vojvodine, Vode Vojvodine, br. 9, Novi Sad.
- Serdar, Z. (1997): Turistički prikaz Zobnatice, Diplomski rad, PMF - Institut za geografiju, Novi Sad.
- Stanković, M. S. (1989): Turistički potencijali reka SR Srbije, Posebna izdanja Srpskog geografskog društva, knj. 67, Beograd.
- Stanković, S. (2000): Jezera Srbije, limnološka monografija, Srpsko geografsko društvo, Beograd.
- Stevanović, V. i saradnici (1995): Biodiverzitet Jugoslavije sa posebnim pregledom vrsta od međunarodnog značaja, Biološki fakultet i Ecolibri, Beograd.
- Stojanović, S. (1981): Vegetacija Titelskog brega, Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad.
- Stojanović, V. (2004): Primena koncepta održivog razvoja u specijalnim rezervatima prirode Vojvodine, Doktorska disertacija (u rukopisu), PMF - Departman za geografiju, turizam i hotelijerstvo, Novi Sad.



- Stojšić, M. (1994): Režimi i bilansi podzemnih voda u Vojvodini, Zbornik radova sa savetovanja: "Voda, zemljište i agrikulturna hemija", Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Šimadi, B., Vagaš, I. (1979): Poplavne vode Tise 1876 - 1975, Godišnjak Samoupravne interesne zajednice za osnovno uređenje voda Vojvodine "Vode Vojvodine", br. 7, Samoupravna interesna zajednica za osnovno uređenje voda Vojvodine, Novi Sad.
- Šimidi, X., Palfai, X. (1981): Ledne prilike na jugoslovensko-mađarskom sektoru od zajedničkog interesa reke Tise, Godišnjak Samoupravne interesne zajednice za osnovno uređenje voda Vojvodine "Vode Vojvodine", br. 9, Samoupravna interesna zajednica za osnovno uređenje voda Vojvodine, Novi Sad.
- Tomić, P. (1977): Vodosnabdevanje naselja i industrije u SAP Vojvodini, Doktorska disertacija (u rukopisu), PMF - Odsek za geografske nauke, Beograd.
- Tomić, P. (1978): Reke Bačke, Zbornik Matice srpske, serija prirodnih nauka, sv. 55, Novi Sad.
- Tomić, P. (1982): Reka Begej i njen vodoprivredni značaj, Zbornik radova PMF-a Instituta za geografiju, br. 11, Novi Sad.
- Tomić, P. (1985): Neke karakteristike Paličkog jezera s aspekta zaštite životne sredine. Zbornik radova PMF-Instituta za geografiju, br 14, Novi Sad.
- Tomić, P. (1989): Reke Banata, Zbornik radova PMF-a Instituta za geografiju, br. 19, Novi Sad.
- Tomić, P. i saradnici (1992): Ribnjak Ečka, DD Ribarsko gazdinstvo, Lukino selo.
- Tomić i saradnici (2002): Kulturna dobra u turističkoj ponudi Vojvodine, Edicija Vojvodina - kultura, turizam i održivi razvoj, PMF - Departman za geografiju, turizam i hotelijerstvo, Novi Sad.
- Tomić, P. i saradnici, (2004): Zaštićena prirodna dobra i ekoturizam Vojvodine, Edicija Vojvodina - kultura, turizam i održivi razvoj, PMF - Departman za geografiju, turizam i hotelijerstvo, Novi Sad.
- Tomka, D. i saradnici (1988): Program razvoja nautičkog turizma na vodama Vojvodine, Zavod za urbanizam Vojvodine, Novi Sad.
- Tomka, D. i saradnici (1989): Razvoj turizma na vodama Vojvodine - globalni program, Zavod za urbanizam Vojvodine, Novi Sad.
- Vajda, Lj. (1972): Brana na Tisi kod Novog Bečeja, Monografija: Hidrosistem Dunav-Tisa-Dunav, Vodoprivredno preduzeće DTD, Novi Sad.
- Vajda, Lj. (1975): Velike vode Tise u Novom Bečeju, Godišnjak Pokrajinskog fonda voda "Vode Vojvodine", br. 3, Pokrajinski fond voda, Novi Sad.
- Vajda, Lj. (1975): Skretanje reke i konstrukcija zagata brane na Tisi kod Novog Bečeja, Godišnjak Pokrajinskog fonda voda "Vode Vojvodine", br. 3, Pokrajinski fond voda, Novi Sad.
- Varga, S., Malešev, M., Milošević, V. (1985): Analiza mogućnosti eksploatacije materijala iz korita Tise od ušća do Kanjiže, Godišnjak Samoupravne interesne zajednice za osnovno uređenje voda Vojvodine "Vode Vojvodine", br. 13, Samoupravna interesna zajednica za osnovno uređenje voda Vojvodine, Novi Sad.

- Varga, S. i saradnici (1990): Studija uticaja brana Kiškere i Novi Bečej na vodni režim Tise na sektoru od Novog Bečeja do Čongrada, Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi", Beograd.
- Vojinović-Miloradov, M. i saradnici (2003): Nautičko ekološko istraživanje "Tisa 2002", Međuopštinska komisija za praćenje stanja reke Tise, Novi Sad.
- Vujić-Stojanović, G. i saradnici (1980): Hidrauličke analize varijantnih rešenja uređenja minor i major korita reke Tise za velike vode na potezu od brane kod Novog Bečeja (km 61+400) do državne granice (km 160+980), Studija Instituta za vodoprivredu "Jaroslav Černi", Beograd.
- Vujić-Stojanović, G. (1983): Dopunske hidrauličke analize uređenja korita Tise, Godišnjak Samoupravne interesne zajednice za osnovno uređenje voda Vojvodine "Vode Vojvodine", br. 11, Samoupravna interesna zajednica za osnovno uređenje voda Vojvodine, Novi Sad.
- Vučić, N. (1987): Vodni, vazdušni i toplotni režim zemljišta, VANU, Matica srpska, Novi Sad.
- Živković, B. i saradnici (1972): Zemljišta Vojvodine, Institut za poljoprivredna istraživanja, Novi Sad.
- Živković, B. i saradnici (1972): Zemljišta Vojvodine - kartografski prilozi, Institut za poljoprivredna istraživanja, Novi Sad.
- Đere, K., Tomić, P., Ipač, J. (1985): Opština Bačka Topola, geografska monografija, PMF - Institut za geografiju, Novi Sad.
- Kalendar kulturnih manifestacija u Vojvodini, 2005, Zavod za kulturu Vojvodine, Novi Sad.
- Hidrološki godišnjaci, RHMZ, Beograd.
- Meteorološki godišnjaci, RHMZ, Beograd.
- Magyarország vizeinek statistikája, 1891, Budapest.
- Pedološka karta Vojvodine (1958), R 1:100.000, Zavod za poljoprivredna istraživanja, Novi Sad.
- Pedološka karta Vojvodine (1971), R 1:50.000, Institut za poljoprivredna istraživanja, Novi Sad.
- Podaci Turističke organizacije Vojvodine.
- Podaci dobijeni u Banji Kanjiži
- Podaci dobijeni u Banji Rusandi
- Pravilnik o funkcionisanju i rukovanju brane Novi Bečej.
- Regionalni prostorni plan SAP Vojvodine (1974), Pokrajinski zavod za urbanizam i komunalno-stambena pitanja, Novi Sad.
- Topografska karta (1984), R 1:25.000, Vojnogeografski institut, Beograd.
- Topografska karta (1983), R 1:50.000, Vojnogeografski institut, Beograd.
- Torontál vármegye (1896): M 1:75.000, Terkepe a XVI század végén, Budapest.
- Torontál vármegye (1896): M 1:75.000, Terkepe a XVIII század végén, Budapest.
- Militärkarte (1894-1912): M 1:75.000, K.u.k. militär-geographisches Institut, Wien.

Uredba o zaštiti “Specijalnog rezervata prirode Stari Begej - Carska bara”, Službeni glasnik Republike Srbije, br. 56, 1994., Beograd.

Uredba o kategorizaciji vodotoka, Službeni list SR Srbije, br. 5, 1968., Beograd.

Službeni list SFRJ, br. 6, 1978., Beograd.

Službeni list opštine Žabalj, br. 11/2005

Službeni glasnik Republike Srbije, br. 56/1994, Beograd.

V.P. “Severna Bačka”, (1985): Interna dokumentacija, Subotica.

WWF-Auen-Institut

<http://world-touris.org>

[www.eurosite-nature.org](http://www.eurosite-nature.org)

[www.rec.hu/tisza/TRB\\_geodata.htm](http://www.rec.hu/tisza/TRB_geodata.htm)

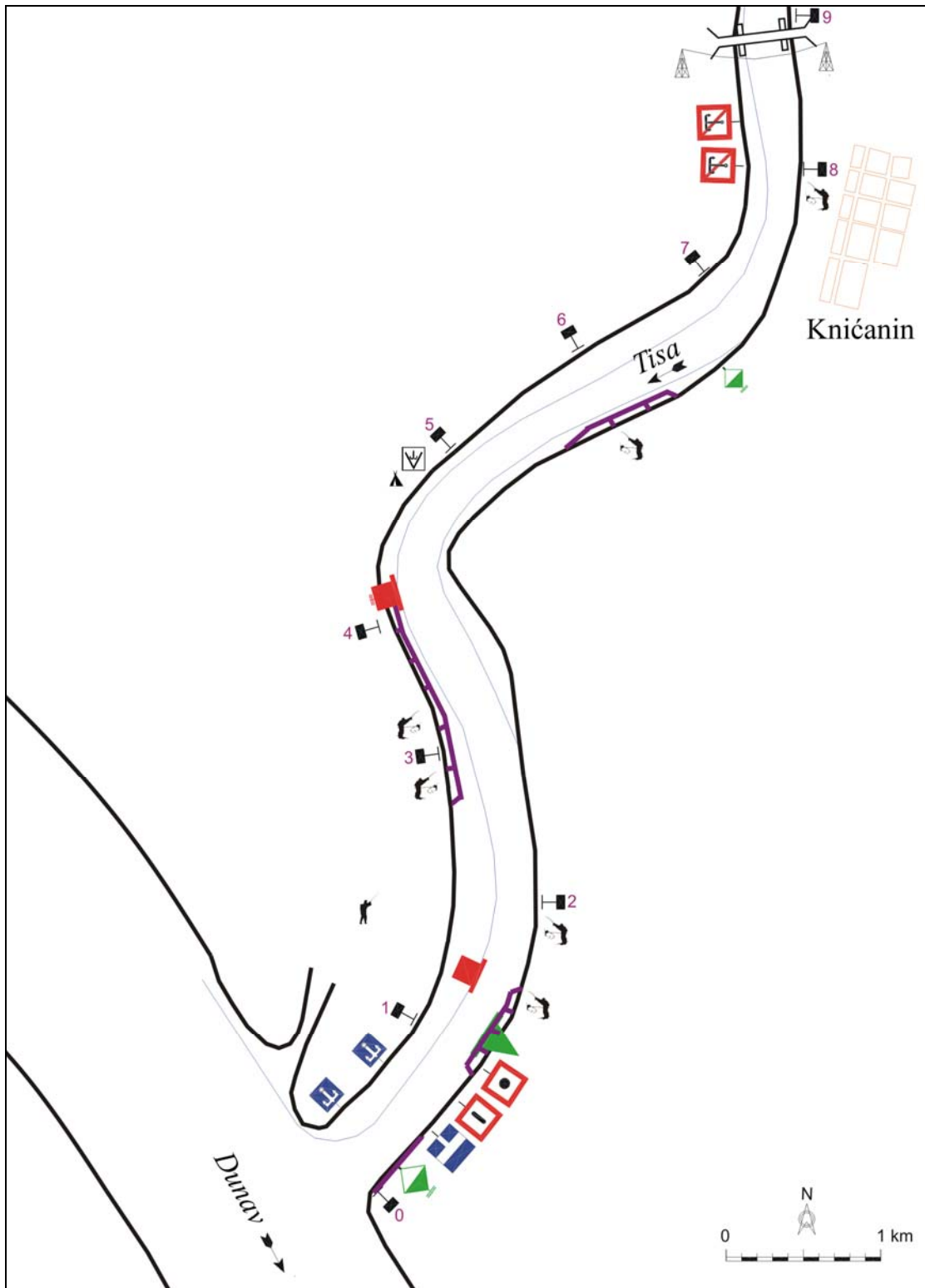
[www.tisaforum.org.yu](http://www.tisaforum.org.yu)

# NAUTIČKA KARTA TISE U SRBIJI

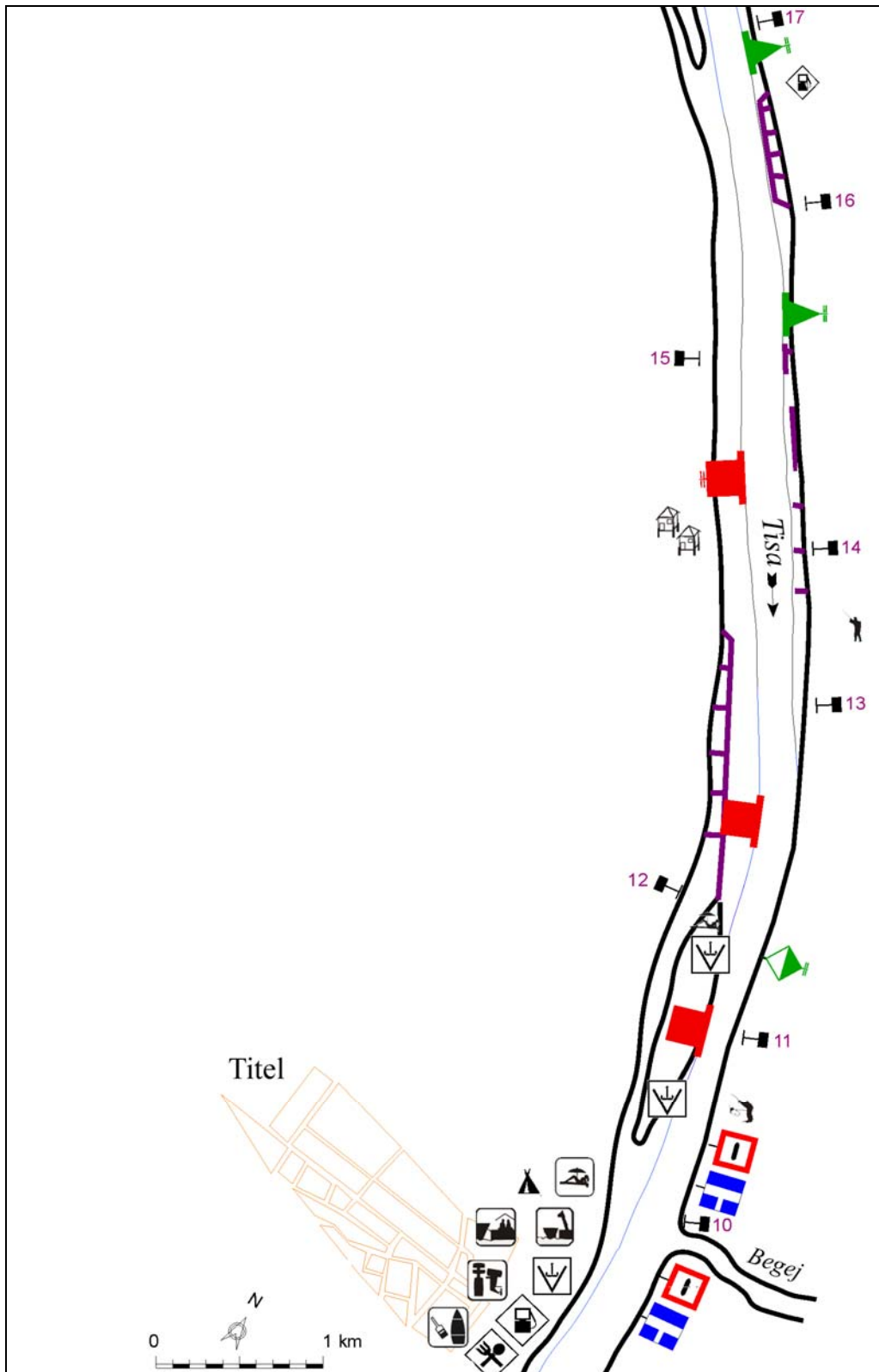
## LEGENDA

	Obaveza davanja zvučnog signala		Marina
	Obaveza obraćanja posebne pažnje		Privezište
	Obavezno zaustavljanje		Teretna rečna luka
	Zabrana sidrenja		Putničko pristanište
	Zabrana pravljenja talasa		Servis za vanbrodske motore
	Pritoka		Servis za čamce i jahte
	Dozvoljeno sidrenje		Vikend naselje
	Brana		Uređeni kamp
	Kamena obaloutvrda		Neuređeni kamp
	Naperi		Uređena plaža
	Paralelna građevina		Neuređena plaža
	Pravac plovnog puta na desnoj obali		Lokacija za ribolov
	Desna strana plovnog puta		Lokacija za lov
	Pravac plovnog puta na levoj obali		Benzinska pumpa u blizini obale
	Leva strana plovnog puta		Restoran na obali
	Obala		Informativni centar za nautički turizam
	Plovni put		Kapetanija pristanište
			Carina
			Skela
			Most
			Dalekovod
			Oznaka kilometra

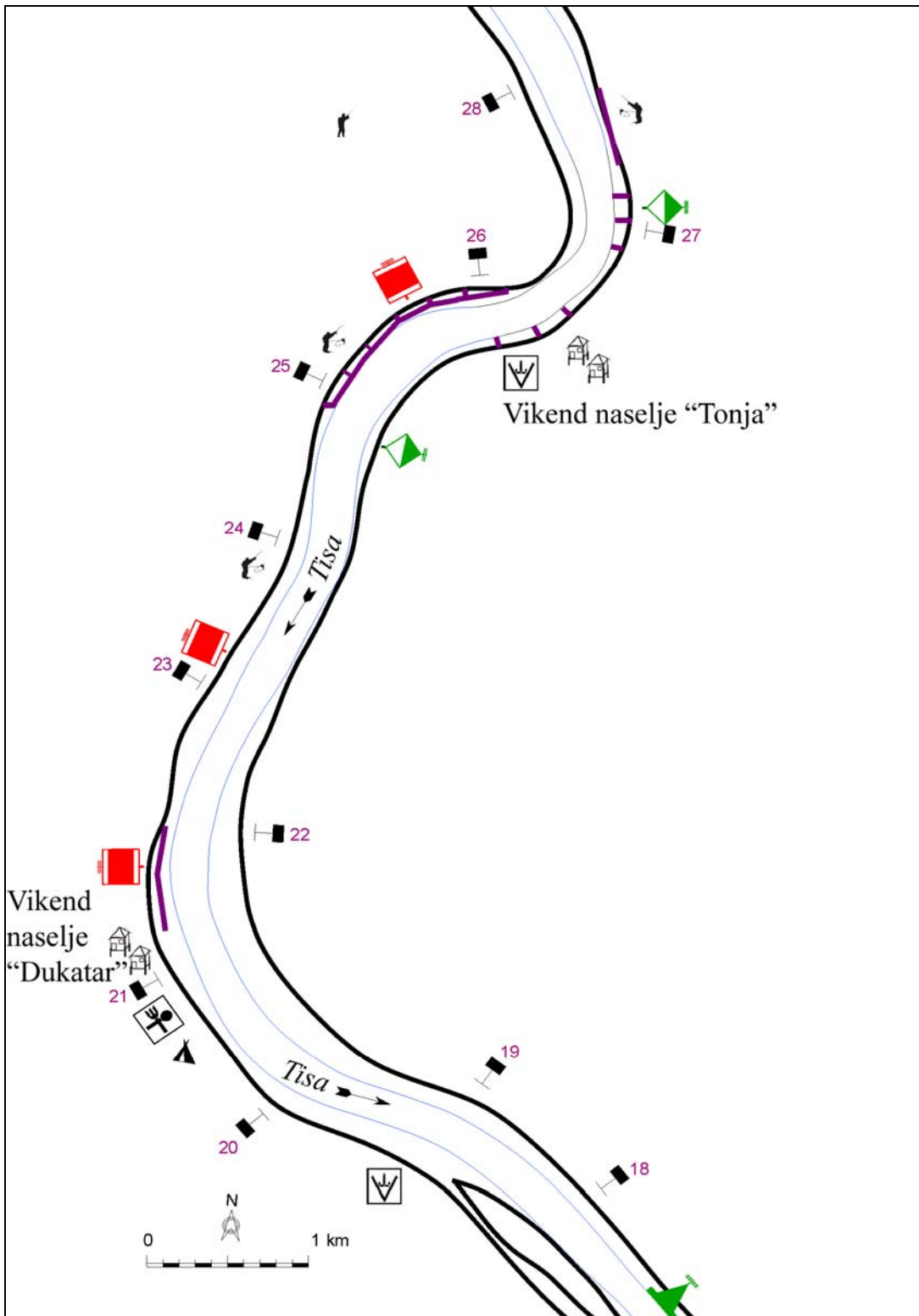
# SEKCIJA - 1



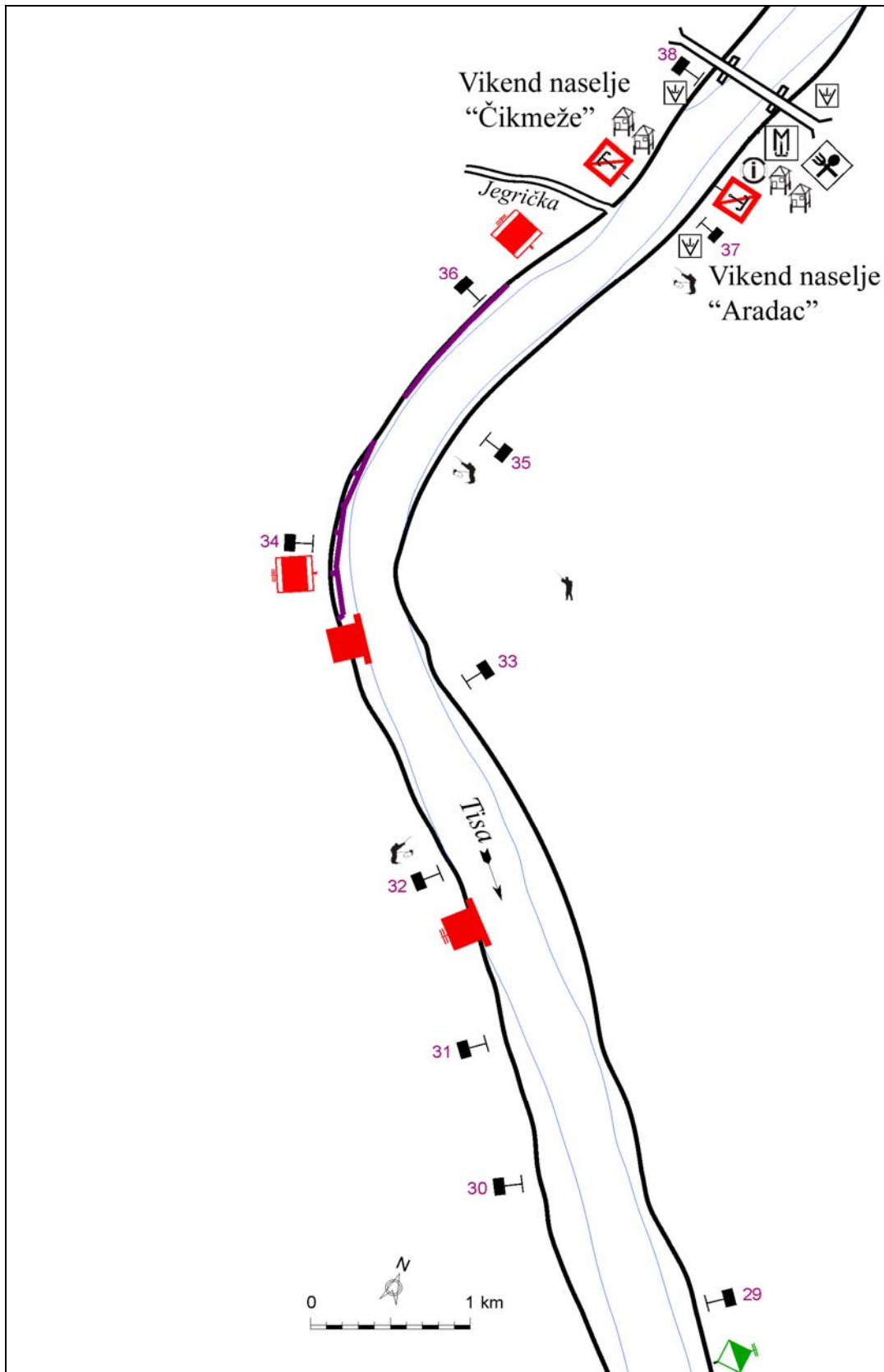
## SEKCIJA - 2



### SEKCIJA - 3

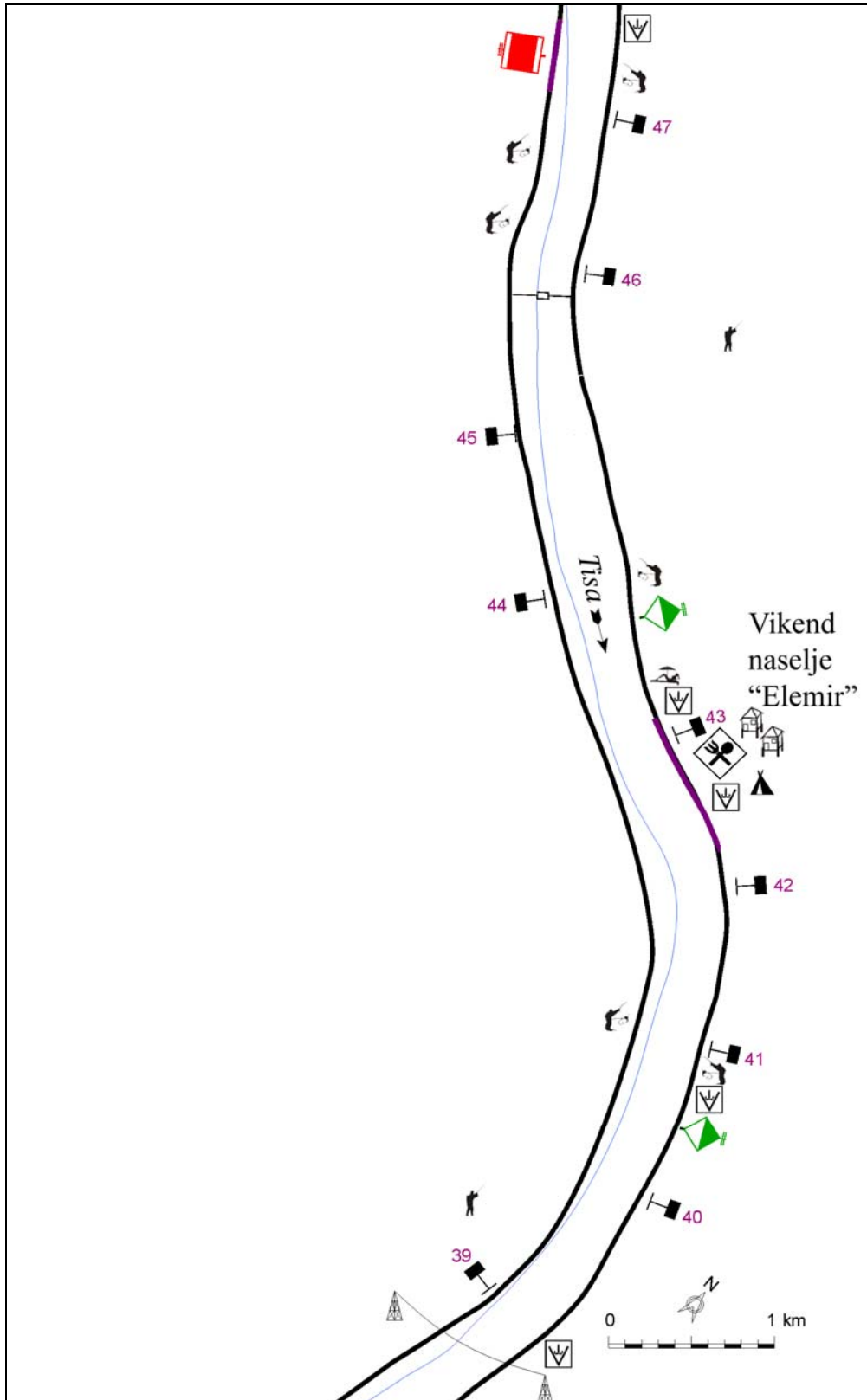


# SEKCIJA - 4

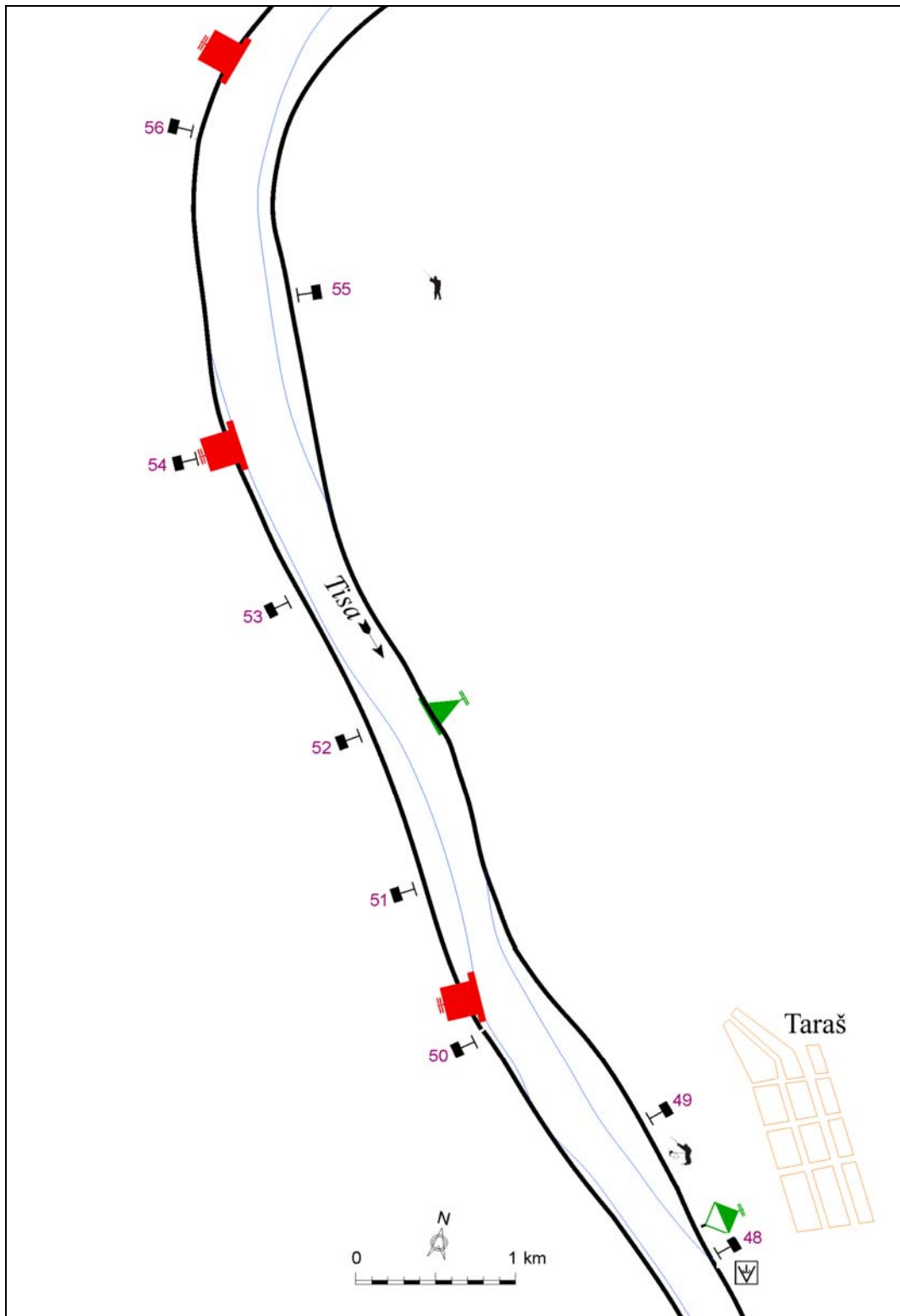




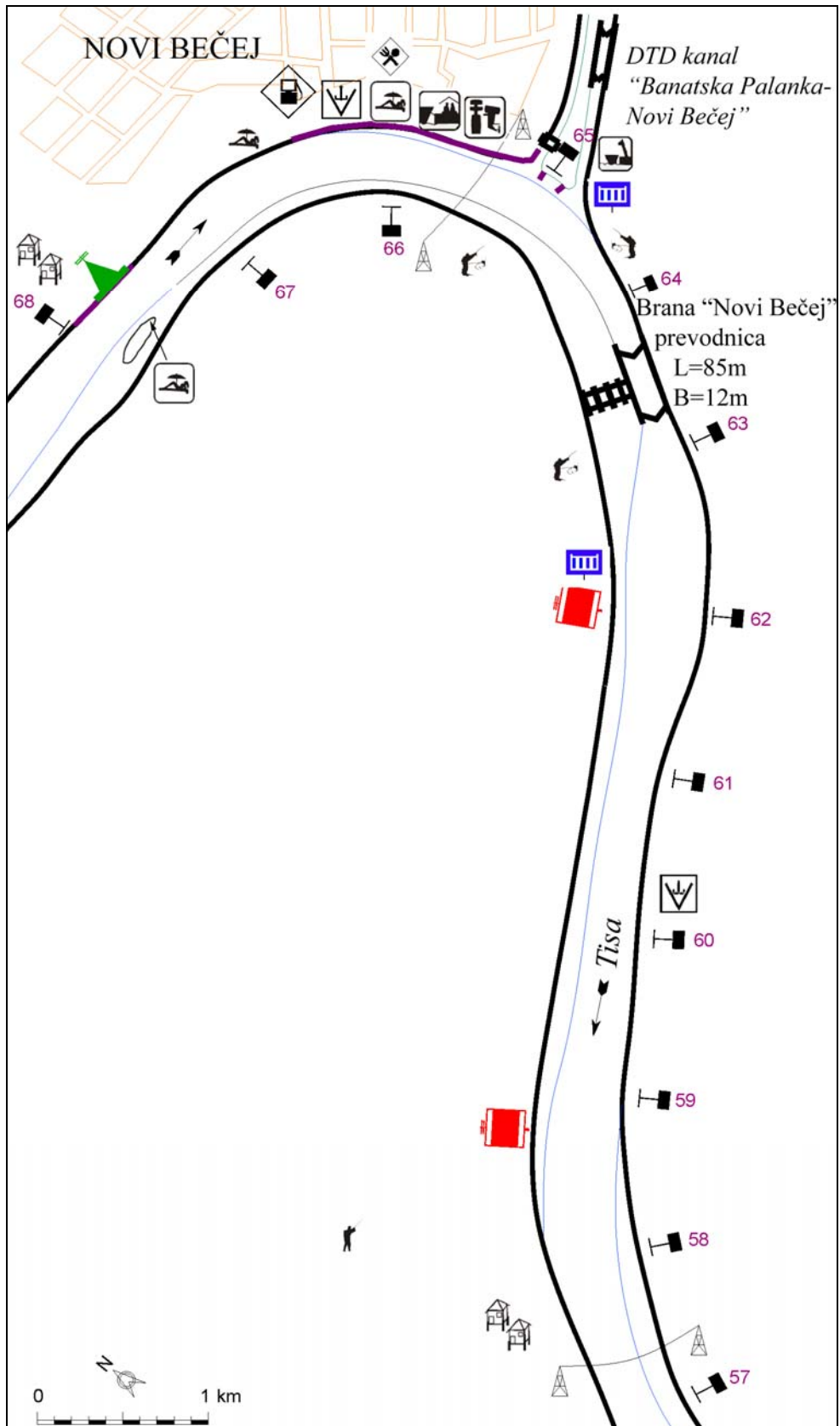
# SEKCIJA - 5



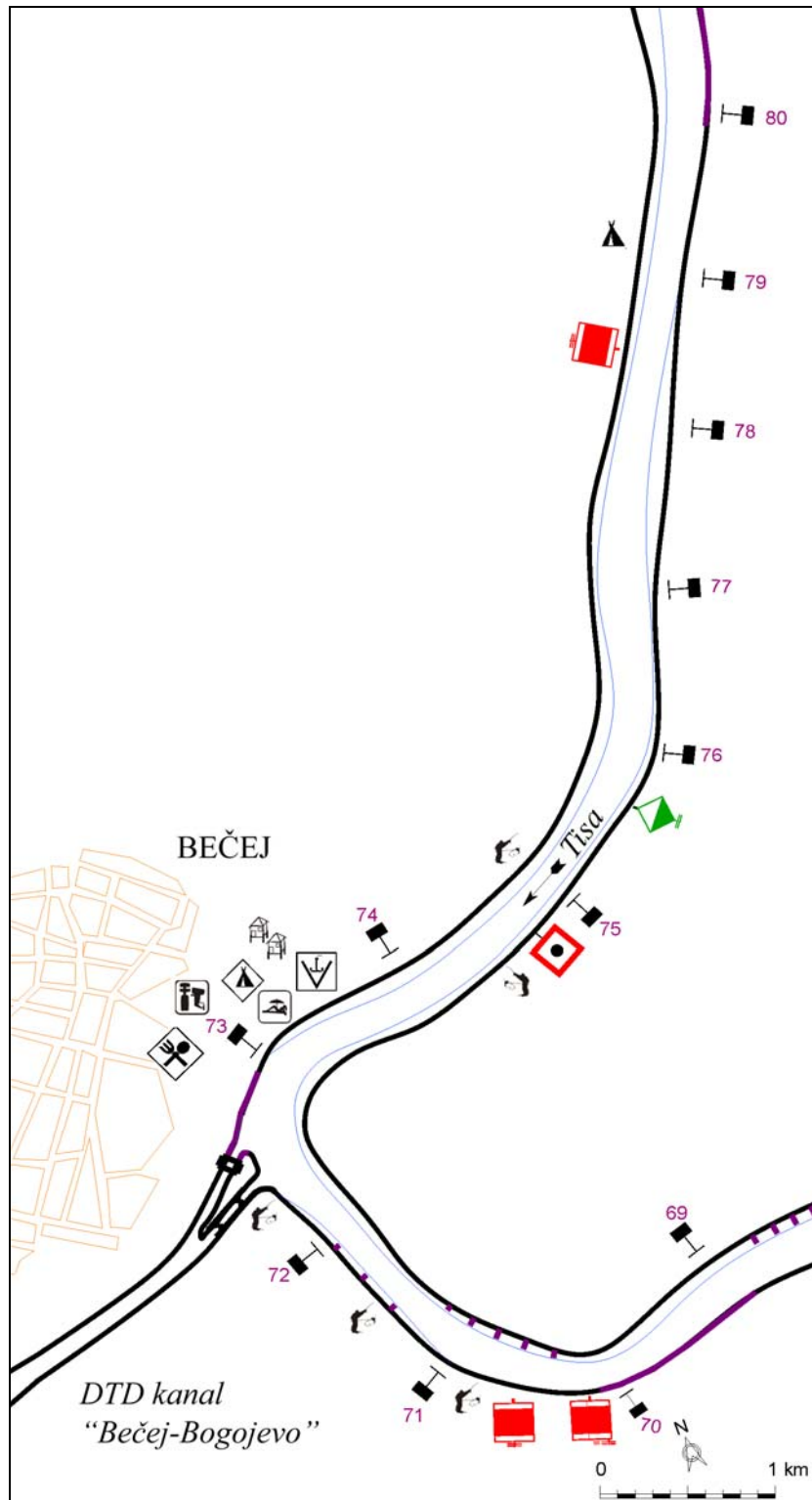
# SEKCIJA - 6



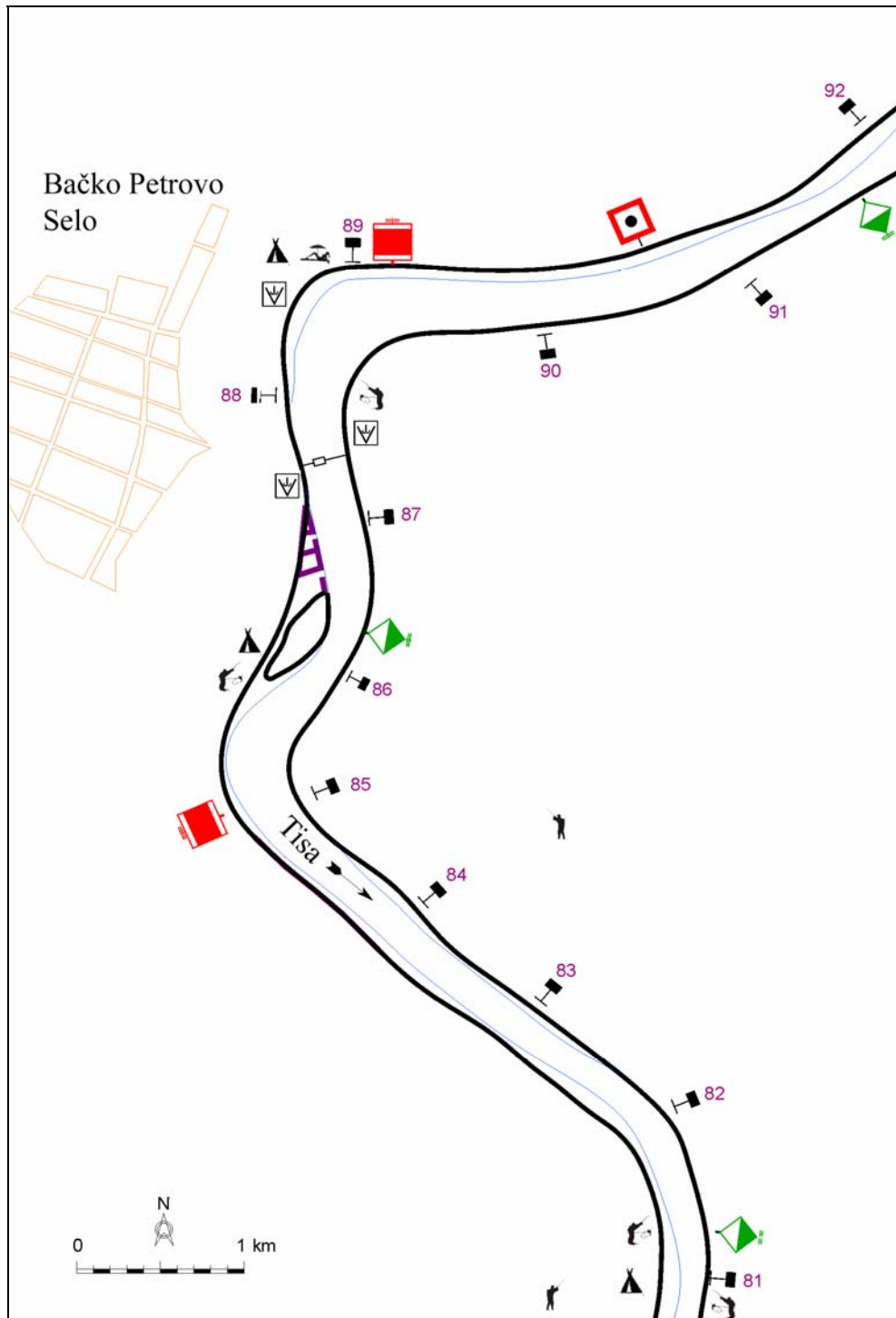
# SEKCIJA - 7



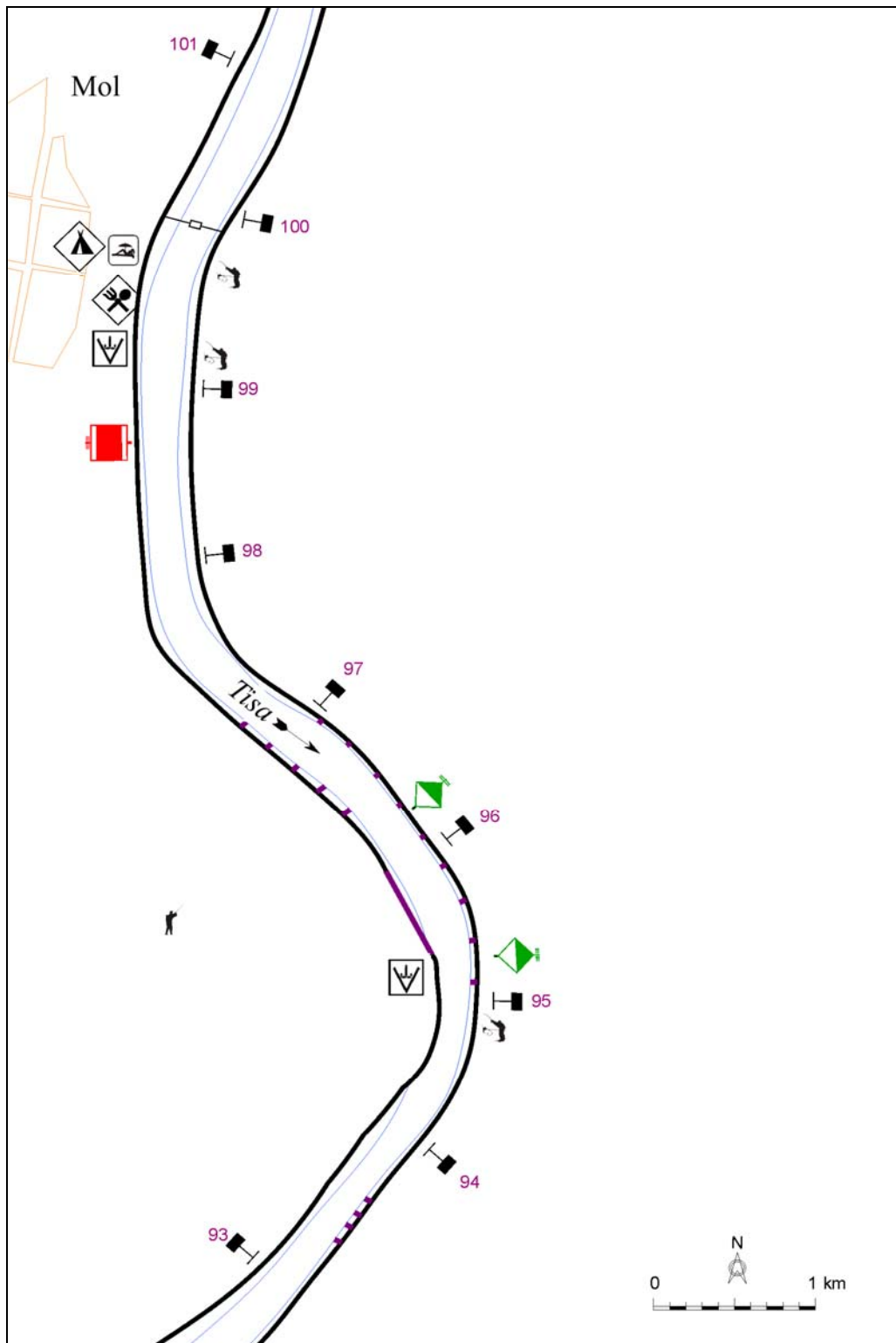
# SEKCIJA - 8



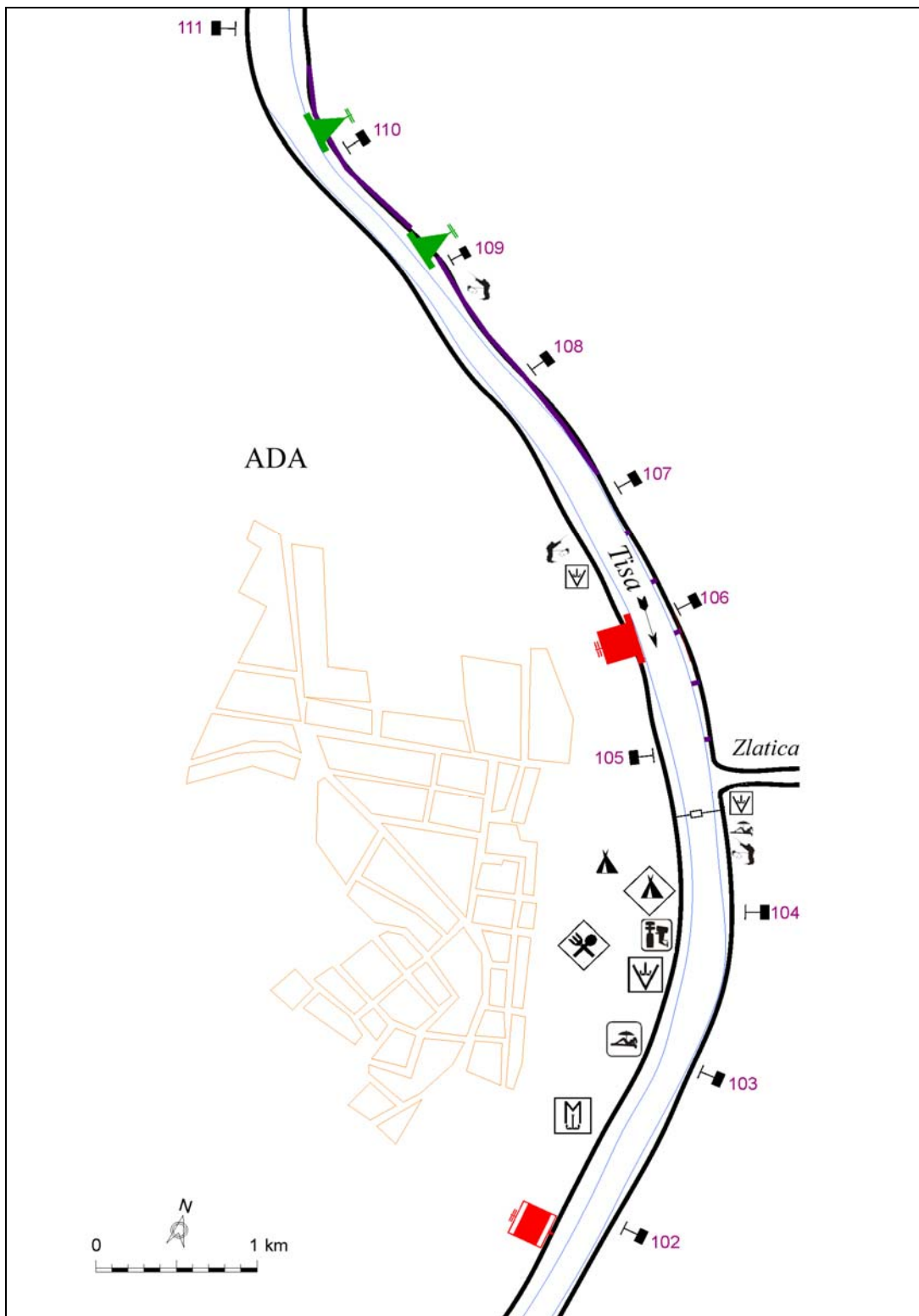
# SEKCIJA - 9



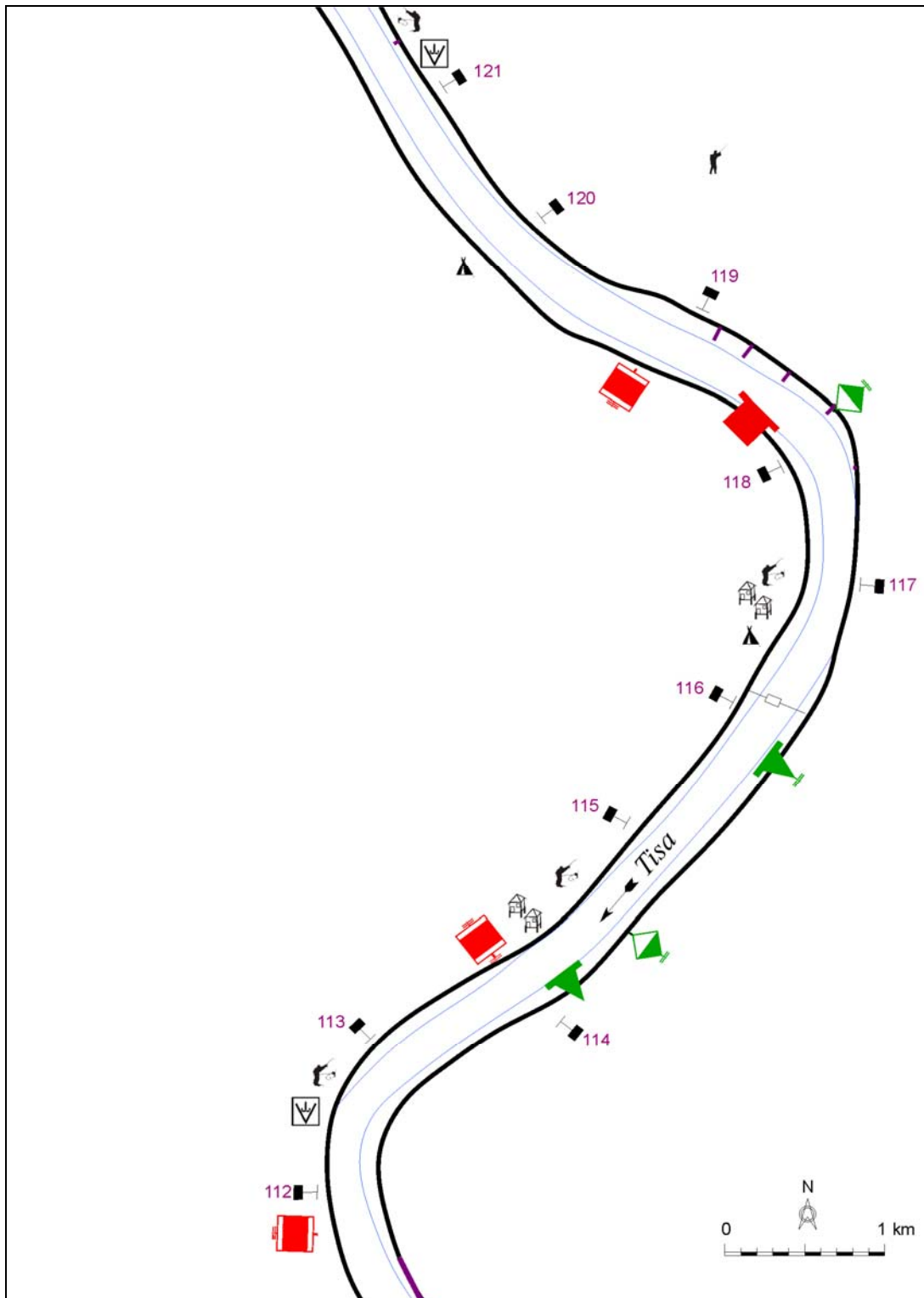
# SEKCIJA - 10



# SEKCIJA - 11

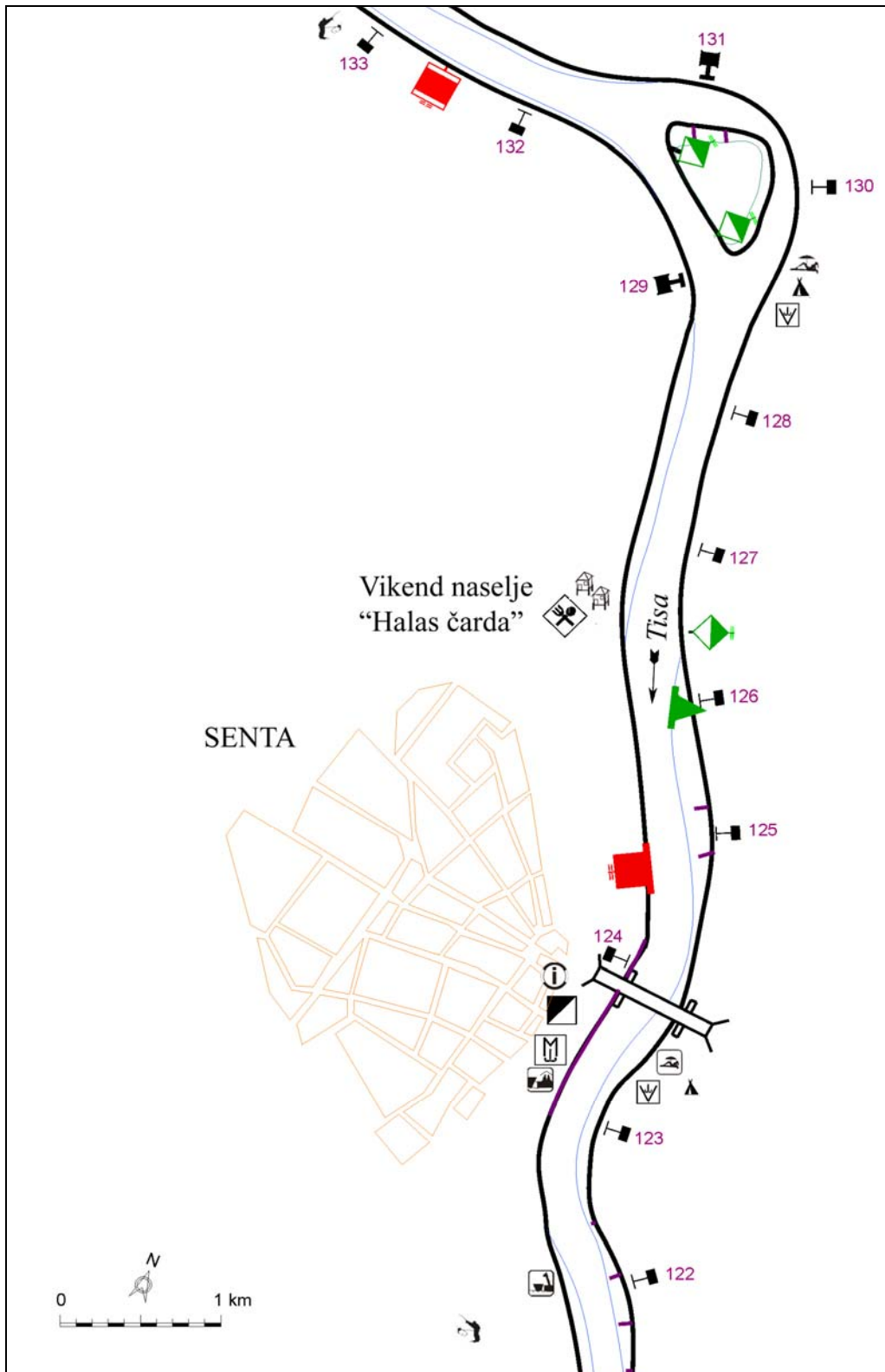


# SEKCIJA - 12

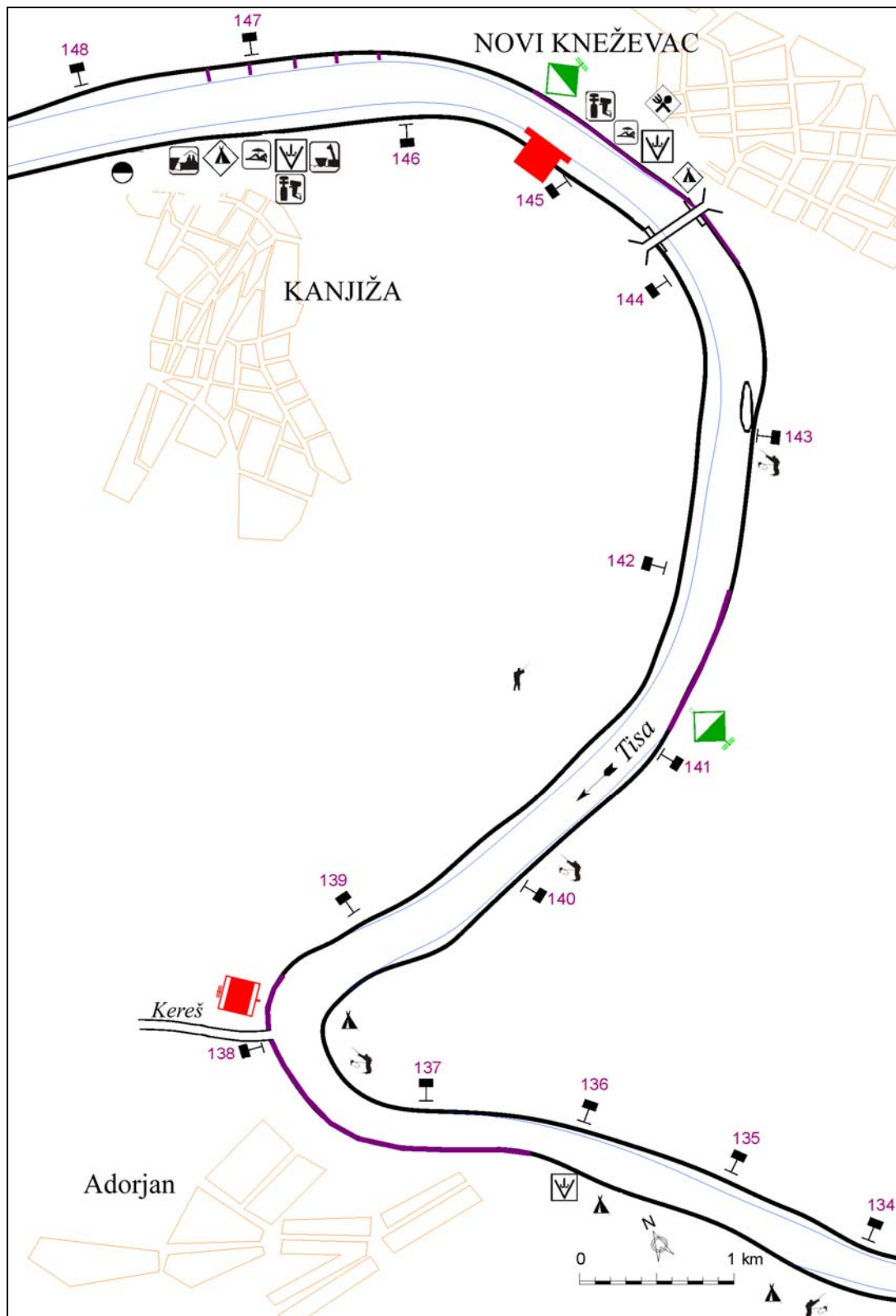




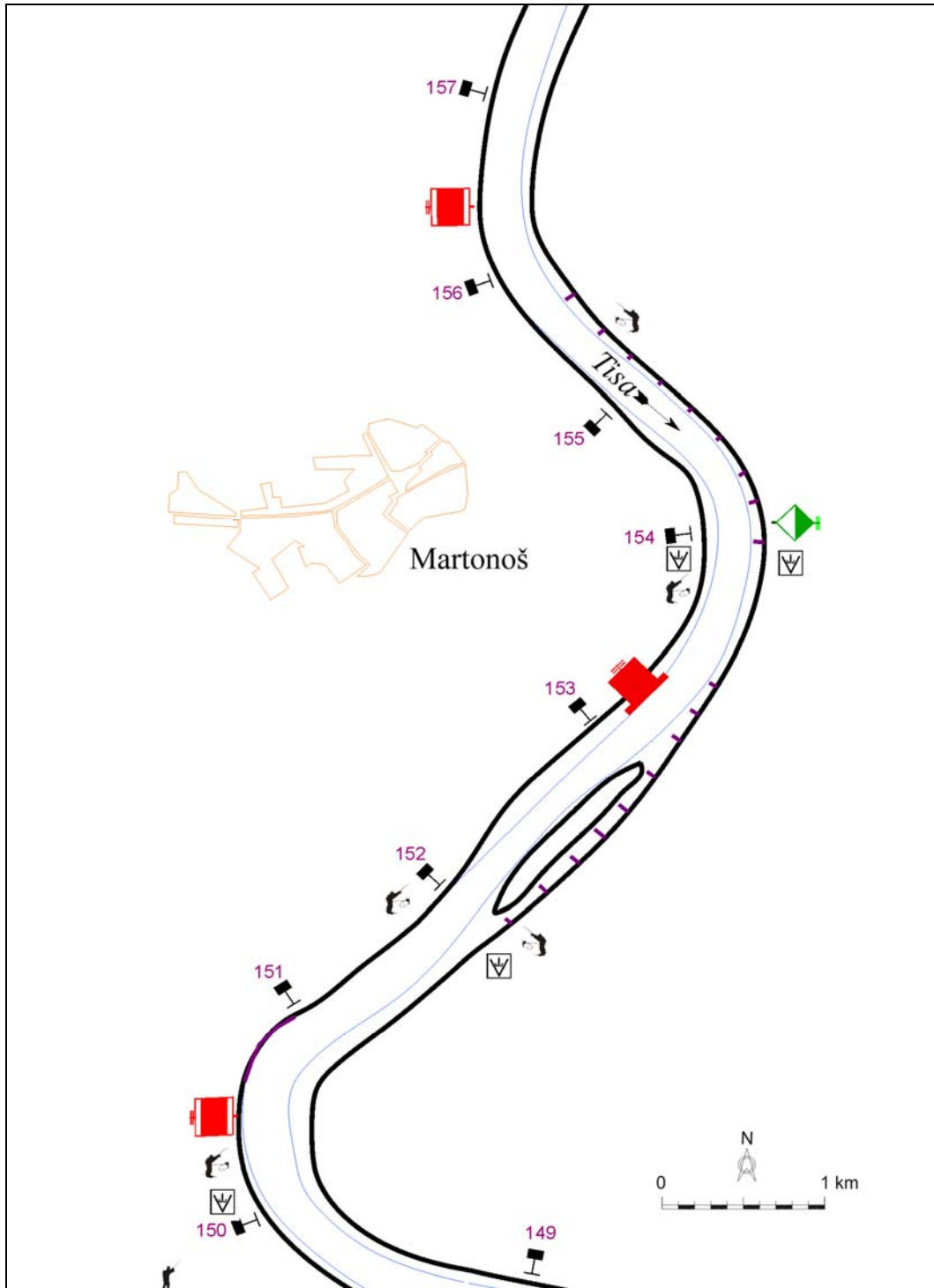
# SEKCIJA - 13



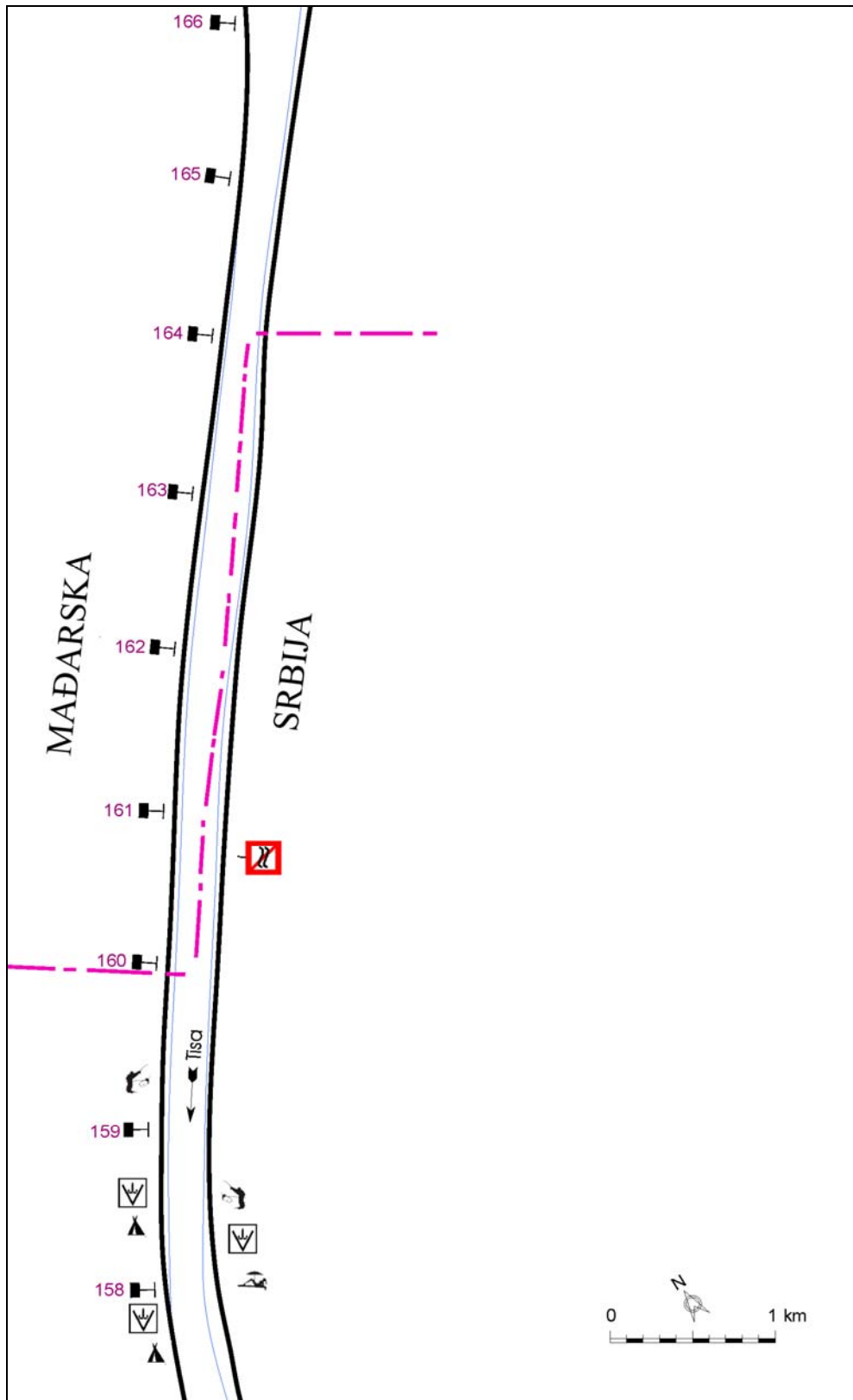
# SEKCIJA - 14



# SEKCIJA - 15



# SEKCIJA - 16



## BIOGRAFIJA



Kandidat mr Dragoslav Pavić je rođen 03. marta 1972. godine u Vukovaru (Republika Hrvatska). Osnovnu školu završio je u obližnjem mestu Trpinja, a Srednju vojnotehničku školu u Zagrebu. Na Prirodno-matematički fakultet, na tadašnji Institut za geografiju, upisuje se školske 1993/94. godine. Osnovne studije na smeru *Profesor geografije*, sa prosečnom ocenom 9,38, završio je 1998. godine odbranivši diplomski rad na temu *Fizičko-geografski prikaz sliva Kamenarskog potoka* (ocena 10).

Godine 1999. kandidat upisuje postdiplomske studije na Institutu za geografiju Prirodno-matematičkog fakulteta u Novom Sadu gde zasniva i radni odnos kao saradnik-pripravnik. Naredne, 2000. godine, izabran je u zvanje istraživača-pripravnika, a 2001. u zvanje asistenta-pripravnika kada i postdiplomske studije privodi kraju. Magistarsku tezu pod nazivom *Vodni režim i pravci oticanja freatske izdani Bačke* odbranio je 2002. godine. U zvanje asistenta, koje je još u toku, kandidat je izabran 2004. godine.

Od školske 2000/2001. godine mr Dragoslav Pavić je učestvovao ili još uvek učestvuje u realizaciji vežbi iz sledećih nastavnih predmeta: *Hidrologija, Prirodno-geografske osnove turizma - I, Prirodno-geografske osnove turizma, Osnove klimatologije i hidrologije, Geografske osnove prostornog planiranja, Turističko uređenje prostora i Geografija naselja*. Kandidat je autor ili koautor na oko trideset naučnih i stručnih radova, uključujući i tri monografije iz oblasti fizičke geografije i turizma. Uža naučna oblast kojom se posebno bavi je Fizička geografija u okviru koje mu najznačajnije mesto zauzima Hidrologija. Kandidat je član Srpskog geografskog društva od 1996. godine.

Novi Sad, 20. 03. 2006. god.

Mr Dragoslav Pavić

---

UNIVERZITET U NOVOM SADU  
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj: ----

RBR

Identifikacioni broj: ----

IBR

Tip dokumentacije: Monografska dokumentacija

TD

Tip zapisa: Tekstualni štampani materijal

TZ

Vrsta rada: Doktorska disertacija

VR

Autor: Dragoslav Pavić

AU

Mentor: dr Živan Bogdanović

MN

Naslov rada: Potamološke karakteristike Tise u Srbiji i predispozicije za razvoj nautičkog turizma

NR

Jezik publikacije: srpski/latinica

JP

Jezik izvoda: srpski/engleski

JI

Zemlja publikovanja: Državna zajednica Srbija i Crna Gora

ZP

Uže geografsko područje: AP Vojvodina

UGP

Godina: 2006.

GO

Izdavač: autorski reprint

IZ

Mesto i adresa: 21000 Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 3

MA

Fizički opis rada:

(broj poglavlja 12 / strana 315 / lit.citata 165 / tabela 33 / slika 79 / grafikona 46 / priloga 5 / karata 30)

FO

Naučna oblast: Geografija

NO

Naučna disciplina: Fizička geografija

ND

Predmetna odrednica/Ključne reči: Tisa, vodni režim, nautički turizam

PO

UDK: ----

Čuva se u: Biblioteka Departmana za geografiju, turizam i hotelijerstvo

ČU

Važna napomena:

VN

Izvod: Tisa nastaje spajanjem Crne i Bele Tise kod Rahova u Ukrajini. Osim kroz pomenutu zemlju ova reka teče još kroz Rumuniju, Mađarsku i Srbiju, dok na kraćoj deonici dodiruje teritoriju Slovačke. Površina sliva Tise, koji je najvećim delom ravničarskog karaktera, iznosi 157.220 km<sup>2</sup>, od čega se u granicama Srbije nalazi 9.460 km<sup>2</sup> slivnog područja. Veštačkim prosecanjem brojnih meandara tok Tise je skraćen za 453 km, tako da je današnja dužina reke 966 km. Kroz Srbiju Tisa teče izrazito meandarskim koritom u dužini od 164 km. Pravac njenog oticanja na ovom sektoru je generalno meridijanski tako ona ovde čini prirodnu granicu između Banata na istoku i Bačke na zapadu. Tisa predstavlja najveću pritoku Dunava u koji se uliva naspram Starog Slankamena na njegovom km 1.214,5.

Usled obimnih pasivnih i aktivnih mera preduzetih u cilju uređenja voda Tise, režim ove reke je znatno izmenjen u odnosu na prirodni. Pored veštačkog skraćivanja toka i podizanja nasipa duž obala, na izmenu režima Tise su najviše uticale brane podignute kod Tisaleka, Kiškerea i Novog Bečeja, zahvaljujući kojima su formirane tri vodne stepenice u srednjem i donjem toku. Izuzimajući prolećni period visokih voda, u ostalom, najvećem delu godine vodni režim Tise je veštački dirigovan, što se naročito oseća na deonicama toka uzvodno od pomenutih brana. Ipak, usled vladajućih prirodnih, u prvom redu klimatskih uslova, može se konstatovati da se, konkretno na donjoj Tisi, najviši vodostaji i proticaji javljaju tokom proleća sa maksimalnim vrednostima u aprilu, a najniži u jesen sa minimalnim vrednostima u oktobru.

Izgradnjom brana na Tisi i obrazovanjem hidroakumulacija na uzvodnim sektorima u velikoj meri su poboljšani uslovi plovidbe na ovoj reci. U srpskom delu toka naročito su dobri uslovi plovidbe uzvodno od brane sagrađene kod Novog Bečeja na km 63. Upravo dobri plovidbeni uslovi predstavljaju glavnu predispoziciju za razvoj nautičkog turizma. Međutim, ovaj u poslednje vreme u svetu veoma atraktivan vid turizma ne vezuje se samo za plovni put i plovidbu već i za različite aktivnosti na obali i širem priobalju kao što su sportsko-rekreativne, kulturne, zabavne i dr. Osim različitih vrsta plovnih objekata za potrebe nautičkog turizma koriste se i različiti prihvatni objekti postavljeni na obali i u vodi. Oni služe za prihvatanje, snabdevanje, čuvanje, održavanje i popravku plovnih objekata koji se koriste u turističke svrhe, kao i za pružanje usluga nautičarima. Prihvatni objekti nautičkog turizma su: nautička sidrišta, privezišta, turistička pristaništa, marine i nautičko-turistički centri.

Glavne predispozicije za razvoj nautičkog turizma u srpskom Potisju u prvom redu predstavljaju dobri plovidbeni uslovi na Tisi, tranzitna uloga ove deonice toka, kao i brojna prirodna i kulturna dobra u bližem i daljem priobalju reke. Ono što nedostaje i zbog čega je nautički turizam u srpskom Potisju na veoma niskom nivou, jesu dobro opremljeni prihvatni objekti, uopšte viši nivo usluga i dobro osmišljena marketinška aktivnost.

IZ

Datum prihvatanja teme od strane NN Veća: 20.11.2003.

DP

Datum odbrane:

DO

Članovi komisije:

(Naučni stepen/ime i prezime/zvanje/fakultet)

Predsednik: dr Jovan Romelić, redovni profesor Prirodno-matematičkog fakulteta u Novom Sadu

Član: dr Živan Bogdanović, redovni profesor Prirodno-matematičkog fakulteta u  
Novom Sadu, mentor  
Član: dr Ljiljana Gavrilović, redovni profesor Geografskog fakulteta u Beogradu



UNIVERSITY OF NOVI SAD  
FACULTY OF NATURAL SCIENCES & MATHEMATICS  
KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number: ----

ANO

Identification number: ----

INO

Document type: Monograph documents

DT

Type of record: Printed text papers

TR

Contents code: PhD

CC

Author: Dragoslav Pavić

AU

Mentor: dr Živan Bogdanović

MN

Title: Potamological characteristics of the Tisa river in Serbia and predispositions for nautical tourism development

TI

Language of text: Serbian/Latin

LT

Language of abstract: Serbian/English

LA

Country of publication: Serbia and Montenegro

CP

Locality of publication: AP Vojvodina

LP

Publication year: 2006

PY

Publisher: Autor's reprint

PU

Publisher place: 21000 Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 3

PP

Physical description:

(chapters 12 / pages 315 / literature 165 / tables 33 / pictures 79 / graphs 46 / additional lists 5 / map 30)

PD

Scientific field: Geography

SF

Scientific discipline: Physical geography

SD

Subject/Key words: Tisa river, water regime, nautical tourism

SKW

UC:

Holding data: Library of the Department of geography, tourism and hotel management

HD

Note: -----

N

Abstract: The Tisa comes into being by merging of the Black and White Tisa near Rahovo in Ukraine. Apart from Ukraine, the river flows through Romania, Hungary and Serbia, being tangent to the territory of Slovakia in the shorter part of its flow. The river basin, mainly situated in the low land, covers the area of 157,220 km<sup>2</sup>, out of which 9,460 km<sup>2</sup> is on the territory of Serbia. Artificially made meanders shortened the flow of the Tisa for 453 km, which contributed to its present length of 966 km. The Tisa flows in a 164 km long meandrous riverbed through Serbia. Generally, the direction of the flow in this sector is meridian, thus making the river a natural border between Banat in the east and Backa in the west. The Tisa is the largest of the Danube tributaries, joining the Danube at its 1,214.5<sup>th</sup> river kilometer near Stari Slankamen.

Due to the wide scope of passive and active measures, undertaken with the aim to organize the water of the Tisa, the river system was significantly changed in comparison to the natural one. Apart from the artificial shortening of the flow and building dykes on riverbanks, the most significant changes in the river system were mainly influenced by dams built near Tiszalök, Kisköre, and Novi Becej, due to which three water steps were formed in the middle and lower river's flow. With the exception of the spring period of high water level, in other periods of the year the Tisa river regime is artificially directed, which is noticeable in the parts upstream of dams. However, due to the prevailing natural conditions, first of all climate conditions, it could be established that in lower part of the Tisa, the highest water levels and flow rates occur in spring reaching their maximum values in April and the lowest occur in autumn, reaching minimum values in October.

Navigation conditions on the river are improved to large extent by building dams on the Tisa and making hydro accumulations in upstream sectors. On Serbian part of the river flow, the conditions are particularly good upstream the dam built near Novi Becej at 63<sup>th</sup> river kilometer. It is exactly the navigation conditions which represent the main predisposition for nautical tourism development. However, this rather attractive form of tourism in the world lately is not only connected with navigation and navigation course, but also with different activities on the banks and wider riversides, such as sports and recreational, cultural, entertaining, etc. For the needs of nautical tourism, various types of boats are used and various objects are built on river banks or on the river. The objects are used for accepting, supplying, protection, maintenance and repairing the boats used in tourism and also for providing navigators with different services. Accepting objects in nautical tourism are: nautical anchorages, moorings, tourist quays, marines and nautical tourism centers.

Firstly, the main predispositions for nautical tourism development in Serbian Potisje are good navigation conditions on the Tisa, transit feature of this part of the flow, as well as numerous natural and cultural assets closer to or farther from riversides. The missing links, which leave nautical tourism in Serbian Potisje on very low level, are well equipped private accommodation, generally higher level of services and well planned marketing activities.

AB

Accepted by the Scientific Board on: 20.11.2003.

ASB

Defended:

DE

Thesis defend board:

(Degree/name/surname/title/faculty)

DB

President: dr Jovan Romelić, professor, Faculty of Sciences, Novi Sad

Member: dr Živan Bogdanović, professor, Faculty of Sciences, Novi Sad, Mentor

Member: dr Ljiljana Gavrilović, professor, Faculty of Geography, Belgrade