Analiza tehničkih uvjeta za unapređenje plovnog puta rijeke Save

Barišić, Stjepan

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:565654

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Stjepan Barišić

ANALIZA TEHNIČKIH UVJETA ZA UNAPREĐENJE PLOVNOG PUTA RIJEKE SAVE

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2016.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

ANALIZA TEHNIČKIH UVJETA ZA UNAPREĐENJE PLOVNOG PUTA RIJEKE SAVE

TECHNICAL ANALYSIS OF ACTIVITIES FOR REHABILITATION AND DEVELOPMENT OF NAVIGATION ON THE SAVA RIVER WATERWAY

Mentor: Prof. dr. sc. Natalija Kavran

Student: Stjepan Barišić, 0135229894

Zagreb, 2016.

ANALIZA TEHNIČKIH UVJETA ZA UNAPREĐENJE PLOVNOG PUTA RIJEKE SAVE

SAŽETAK

U završnom radu su analizirani tehnički preduvjeti za uspostavu plana razvoja i unapređenja plovidbeno-tehničkih značajki rijeke Save na osnovi infrastrukturnih i operativnih mjeritelja Europskog ugovora o glavnim unutarnjim plovnim putovima od međunarodnog značaja. Postojeći uvjeti cijelom duljinom rijeke Save ne zadovoljavaju kriterije AGN sporazuma. Samo područje od Slavonskog Broda do Oprisavca i od Slavonskog Šamca do granice sa Srbijom odgovara klasi IV prema klasifikaciji plovnog puta. Rijeka Sava prema tablici klasifikacije plovnih puteva, najvećom duljinom pripada klasi III. Za unapređenje plovnih putova rijeke Save preporuča se zadovoljavanje uvjeta klase Va. Najveći problem unapređenja rijeke Save predstavlja 11 riječnih zavoja koji ne odgovaraju međunarodnoj plovidbi jer imaju radijus manji od 240 m. Postoje dva prijedloga za sanaciju 11 riječnih zavoja od kojih je jedan da se ti zavoji saniraju, odnosno prošire za dvosmjeran promet, dok je drugi prijedlog da se obavlja jednosmjerni promet, ali da se omogući brodovima siguran prolaz, odnosno da imaju prostor za mimoilaženje. Potrebno je obaviti hidrotehničke radove koji koriste jaružanje, obaloutvrde i ostale regulacijske građevine za popravak plitkih sekcija na plovnom putu rijeke Save.

KLJUČNE RIJEČI: infrastrukturni i operativni mjeritelji; unapređenje plovnog puta; klasifikacija plovnog puta rijeke Save;

SUMMARY

This thesis offers analysis of technical preconditions for establishing development plan and advancement of navigational and technical characteristics of river Sava on the basis of infrastructural and operational norms of European Agreement on Main Inland Waterways of International Importance. Existing conditions rivers not sufficient the criteria river Sava under norm of AGN agreement. Sava is suitable for international navigation and has Class IV between Slavonski Brod and Oprisovac as well as between Slavonski Šamac and the State Border with Serbia. The large part of Sava's lenght falls under Class III. For further advancement in Sava's waterway, regarding cargo traffic growth, it is recommended to meet the demands of Class Va. The problem for accomplishing class Va are 11 curvatures which don’t correspond with international navigational rules because of their radius which is under 240 metres. There are two suggestions for this problem. First one suggests the waterway to be extended to suit two-way traffic, while the other one suggests one-way traffic, with additional manouvering area for safe ship passings. Additional dredging of Sava's waterway will enable traffic of larger ship's and various cargo transportation, a therefore it would be suitable for international navigation.

KEYWORDS: infrastructure and operational surveyors; improvement of the waterway; classification of the Sava River Waterway;

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. EUROPSKI UGOVOR O GLAVNIM UNUTARNJIM PLOVNIM PUTOVIMA OD MEĐUNARODNOG ZNAČAJA (AGN) 3
3. ANALIZA TEHNIČKIH I OPERATIVNIH OSOBINA UNUTARNJIH PLOVNIH PUTOVA OD MEĐUNARODNOG ZNAČAJA 6
3.1. Plovni putovi 6
3.1.1. Europska mreža unutarnjih plovnih putova 8
3.1.2. Klasifikacija unutarnjih plovnih putova 9
3.1.3. Tehničke osobine E plovnih putova 10
3.1.4. Operativni kriteriji za E plovne putove 11
3.2. Plovila unutarnje plovidbe 12
3.3. Tehničke specifikacije plovila 14
4. ANALIZA TEHNIČKIH PARAMETARA ZA ODREĐIVANJE KLASIFIKACIJE PLOVNOG PUTA RIJEKE SAVE 16
4.1. Trenutni plovidbeni uvjeti 17
4.2. Postojeća dubina vode 17
4.3. Riječni zavoji 18
4.4. Mostovi 19
4.5. Obilježavanje 20
4.6. Ekološka situacija u slivu rijeke Save 21
5. ANALIZA TEHNIČKIH UVJETA ZA UNAPREĐENJE PLOVNOG PUTA RIJEKE SAVE 25
5.1. Sanacija riječnih zavoja 27
5.2. Obilježavanje rijeke Save 28
5.3. Topografija 29
6. PRIMJENA REGULACIJSKIH GRAĐEVINA I RADOVA U FUNKCIJI UREĐENJA RIJEČNOG KORITA ZA PLOVIDBU RIJEKOM SAVOM 30
6.1. Reguliranje rijeka za potrebe plovidbe 31
6.2. Obaloutvrde 33
6.3. Prave paralelne građevine 34
6.4. Naperi 34
6.5. Regulacijska pera i paralelne građevine 34
6.6. Pregrade 35
6.7. Prosijecanje riječnih krivina 35
6.8. Uređenje riječnih ušća 36
6.9. Kanaliziranje riječnog toka 37
7. ZAKLJUČAK 38
Literatura 42
Popis kratica 44

1. UVOD

Rijeka Sava pripada slivu rijeke Dunava i nastaje spajanjem dviju manjih rijeka u Sloveniji, Save Dolinke i Save Bohinjke u jedinstven tok kod mjesta Radovljice te dalje nastavlja tok nizvodno kroz Hrvatsku, Bosnu i Hercegovinu, Srbiju do ušća u rijeku Dunav. Sliv rijeke Save, sa površinom od 97.713 km^2, obuhvaća velik dio teritorija Slovenije, Hrvatske, Bosne i Hercegovine, Srbije, Crne Gore i manji dio teritorija Albanije. S prosječnim protokom od oko 1.700 m^3/s, rijeka Sava predstavlja najznačajniju pritoku Dunava, jer doprinosi sa gotovo 25% ukupnog protoka Dunava. To znači da održivi razvoj sliva rijeke Save ima značajan utjecaj na slivno područje rijeke Dunav. Ekonomska važnost za međunarodni riječni promet određena je plovnim putovima kategorije IV do VII. Rijeka Sava je plovna za veće brodove od Siska (uvjetno je za manja turistička plovila plovna od Rugvice kraj Zagreba do Siska) sve do njezinog ušća u Dunav u Beogradu. Sadržaj „Predstudije izvodljivosti za rijeku Savu“ koristi u skladu sa naslovom teme završnog rada „Analiza tehničkih uvjeta za unapređenje plovnog puta rijeke Save“. Poglavlje 3 predstudije „Unapređenje Save“ razmatra prioritete rehabilitacije i unapređenja plovnog puta za međunarodni riječni promet na hrvatskom dijelu plovnog puta Sisak – Račinovci (rkm 594-rkm 216).

U prvom dijelu završnog rada prikazani su infrastrukturni i operativni mjeritelji plovnog puta rijeke Save koji su propisani Europskim ugovorom o glavnim unutarnjim plovnim putovima od međunarodnog značaja. Važan dio infrastrukture na unutarnjim vodnim putovima i njezin neizostavan dio čine objekti sigurnosti plovidbe: plovni i obalni znakovi – plovidbene oznake, signalne i radio postaje, zimovnici i zimska skloništa, sidrišta, hidrograđevni objekti kojima se osiguravaju plovidbeni gabariti, brodske prevodnice (šlajzovi), optički, zvučni, električni, elektronički, radarski i drugi uređaji itd. Za određivanje pravnog okvira unutarnje plovidbe u Europi zaduženi su Ekonomska komisija Ujedinjenih naroda za Europu UN/ECE, Centralna komisija za navigaciju rijekom Rajnom, Dunavska komisija i nacionalni nadležni organi, te Međunarodna komisija za sliv rijeke Save.

Poglavlje 3 „Analiza tehničkih i operativnih osobina unutarnjih plovnih puteva od međunarodnog značaja“ prikazuje nam tehničke i operativne osobine plovnog puta, plovila unutarnje plovidbe i tehničke specifikacije plovila za međunarodni riječni promet. Ključni kriterij klasifikacije ovisi o osnovnim dimenzijama plovila koja se koriste, a varijable temeljem kojih se odlučuje su dužina, širina i gaz plovila, nosivost plovila kao i međuprostor mosta.

Konkurentnost plovnog puta znatno ovisi o prevladavajućim uvjetima plovnog dijela rijeke koji određuju kapacitet plovila za unutarnju plovidbu te time i ekonomsku vitalnost.

„Četvrto poglavlje prikazuje tehničke parametre koji određuju kategoriju plovidbe rijekom Savom. Prikazani su trenutačni uvjeti za plovidbu rijekom Savom te su također prikazana određena mjesta na rijeci gdje je dubina korita kritična, odnosno da bi zadovoljili međunarodne kategorije plovidbe potrebni su radovi na zavojima, mostovima i određenim mjestima kako bi osigurali dovoljnu dubinu riječnog korita.

Za unapređenje plovnog puta rijeke Save potrebno je napraviti određene radove kao što su jaružanje i bazni radovi. Prikazana su uska grla rijeke Save od Siska do Beograda te su prikazani radovi na određenim dionicama radi sanacije uskih grla. Iz topografija rijeke Save se može zaključiti da je Sava potpuno vijugava rijeka, a tome u prilog ide i toliki broj zavoja na rijeci Savi.

Kako bi unaprijedili kategoriju plovidbe na rijeci Savi, potrebno je uspostaviti regulacijske građevine i radove koji imaju funkciju uređenja i održavanja plovnosti riječnog korita. Prikazane su neke od regulacijskih građevina na rijeci Savi, a to su obaloutvrde, prave paralelne građevine (uzdužne), naperi (pera), pregrade i prosijecanja riječnih krivina.

2. EUROPSKI UGOVOR O GLAVNIM UNUTARNJIM PLOVNIM PUTOVIMA OD MEĐUNARODNOG ZNAČAJA (AGN)

Pravo unutarnje plovidbe nastalo je u novije vrijeme, te samim time nema tradiciju kao pomorsko pravo. Razvojem unutarnje plovidbe javila se potreba za pravnim uređenjem te grane prijevoza. Do tada su se toj plovidbi prilagođavali propisi pomorskog prava dok je danas autonomno uređena. „Pravo unutarnje plovidbe je dio prava općenito i kao takvo je skup djelotvornih pravnih pravila koja je donijela ili preuzela država, radi utjecaja na ponašanje ljudi kao i radi uređivanja društvenih odnosa u vezi s plovidbom po unutarnjim vodama. Pravo unutarnje plovidbe čine upravno-pravna i imovinsko-pravna pravila kojima su uređeni specifični pravni odnosi u toj prometnoj grani[1]."

Svjesne potrebe za olakšavanjem i razvitkom međunarodnog prometa unutarnjim plovnim putovima u Europi. Naglašavajući važnost unutarnje plovidbe, koja u usporedbi s ostalim vidovima unutarnjeg prometa ima gospodarstvene i ekološke prednosti i nudi dodatne infrastrukturne i brodske kapacitete, te je stoga u mogućnosti smanjiti socijalne troškove i negativne utjecaje na okoliš unutarnjeg prometa kao cjeline[2].

U uvjerenju da bi se unutarnji plovni putovi u Europi učinili djelotvornijima i za naručitelje atraktivnijima, potrebno je utvrditi zakonski okvir kojim bi se uspostavio koordinirani plan razvoja i izgradnje mreže unutarnjih plovnih putova od međunarodnog značaja, a na osnovi usklađenih infrastrukturnih i operativnih mjeritelja.

Europski ugovori o glavnim unutarnjim plovnim putevima od međunarodnog značaja se obilježavaju na način:

- Svi unutarnji plovni putovi od međunarodnog značaja (E plovni putovi) imat će dvo-, četvero- ili šesteroznamenkaste brojeve ispred kojih stoji slovo »E«;
- Glavni i osnovni dijelovi E mreže plovnih putova imat će dvoznamenkaste brojeve, a njihovi ogranci i sekundarni ogranci (»ogranci ogranaka«) imat će četvero - odnosno šesteroznamenkaste brojeve;
- Najvažniji unutarnji plovni putovi koji se uglavnom kreću pravcem sjever-jug i osiguravaju pristup pomorskim lukama, te spajaju jedan pomorski bazen s drugim

[1] Horvat, L.: Pravo unutarnje plovidbe, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2003., p.120.

[2] http://zakon.poslovna.hr/public/europski-ugovor-o-glavnim-unutarnjim-plovnim-putovima-od-medunarodnog-znacaja/242622/zakoni.aspx (7.6.2016.g.)

numerirat će se brojevima 10, 20, 30, 40 i 50 uzlaznim redoslijedom od zapada prema istoku;

- Najvažniji unutarnji plovni putovi koji se uglavnom kreću pravcem zapad-istok, presijecajući tri ili više unutarnjih plovnih putova spomenutih pod 3. numerirat će se brojevima 60, 70, 80 i 90 uzlaznim redoslijedom od zapada prema istoku;
- Ostali glavni unutarnji plovni putovi identificirat će se dvoznamenkastim brojevima između brojeva dvaju najvažnijih plovnih putova, kako je navedeno pod 3. i 4., između kojih se nalaze;
- Ako se radi o ograncima ili ograncima ogranaka, prve dvije (ili četiri) znamenke označavat će viši relevantni element mreže plovnih putova, a posljednje dvije označavat će pojedine ogranke numerirane po redu od početka do kraja višeg elementa. Parni brojevi koristit će se za ogranke s lijeve strane, a neparni za ogranke s desne strane[3].

U određivanju zakonodavstva unutarnje plovidbe u Europi, odnosno u njezinom pravnom uređenju, može se uočiti jedno od bitnijih obilježja toga uređenja a to je višestruki pravni okvir. Za određivanje zakonodavnog okvira o unutarnjoj plovidbi u Europi su zadužene međunarodne organizacije: Vijeće za kopneni transport UNECE (United Nations Economic Commission for Europe - Ekonomska komisija Ujedinjenih naroda za Europu), Centralna komisija za navigaciju rijekom Rajnom (Central Commission for Navigation on the Rhine-CCNR), Dunavska komisija i nacionalni nadležni organi, te Međunarodna komisija za sliv rijeke Save odnosno Savska komisija.

Gospodarska komisija UN za Europu (UNECE) osnovana je 1947. godine a glavni joj je zadatak promicanje gospodarske suradnje među svojih 56 članica, te ujednačavanje prava unutarnje plovidbe. Gospodarska komisija UN za Europu predstavlja okvir za međudržavnu kooperaciju u cilju omogućavanja međunarodnog transporta. Rad Komisije obuhvaća analizu opće politike, razvoj konvencija, propisa i standarada te tehničku pomoć. Međunarodni sporazumi i konvencije inicirane od strane UN/ECE-a su zakonski obavezni jednom kada se ratificiraju od strane potrebnog broja država koje su ugovorne strane sporazuma. Primjeri UNECE sporazuma su:

[3] http://zakon.poslovna.hr/public/europski-ugovor-o-glavnim-unutarnjim-plovnim-putovima-od-medunarodnog-znacaja/242622/zakoni.aspx (7.6.2016.g.)

- Europski sporazum o glavnim unutarnjim plovnim putovima od međunarodnog značenja (AGN, 1996.);
- Europski sporazum o međunarodnom prijevozu opasnih tvari unutarnjim plovnim putovima (ADN, 2000.);
- Konvencija u vezi unificiranja određenih pravila vezanih za sudare u unutarnjoj plovidbi (1960.);
- Konvencija o registraciji plovila unutarnje plovidbe (1965.);
- Konvencija o dimenzijama plovila unutarnje plovidbe (1966.);
- Konvencija u vezi ograničenja odgovornosti vlasnika plovila unutarnje plovidbe (CLN, 1973.);
- Protokol konvencije vezane za ograničenja odgovornosti vlasnika plovila unutarnje plovidbe (CLN, 1978.). Ova konvencija nikada nije stupila na snagu jer je ratificirana od strane samo jedne zemlje[4].

[4]Skupina autora: Priručnik za unutarnju plovidbu u Republici Hrvatskoj, CRUP d.o.o., Zagreb, prosinac 2006.

3. ANALIZA TEHNIČKIH I OPERATIVNIH OSOBINA UNUTARNJIH PLOVNIH PUTOVA OD MEĐUNARODNOG ZNAČAJA

Prijevoz unutarnjim plovnim putovima jedan je od najmanje korištenih oblika transporta u svijetu, unatoč ekonomskoj i ekološkoj isplativosti. Unutarnja plovidba predstavlja ekološki i ekonomski najprihvatljiviju vrstu prijevoza još od potpisivanja Europskog ugovora o glavnim unutarnjim plovnim putovima od međunarodnog značaja (AGN) 1996. godine. Prema EUROSTAT-u u razdoblju od 2009. do 2016. godine, udio riječnog prometa na tržištu transportnih usluga u Europi iznosi svega 5%. Iako promet unutarnjim plovnim putovima relativno stagnira, sa 140 milijardi tonskih kilometara ipak pridonosi prometnom sustavu EU-a [5].

Najveće luke EU-a nikada se ne bi razvile u velika logistička središta kakva su danas, da nije bilo unutrašnjih plovnih putova. Također je utjecalo unapređenje unutarnjih plovnih puteva za međunarodnu plovidbu gdje su se primjenjivale regulacijske građevine za održavanje međunarodne kategorije plovidbe. Početkom moderne parne plovidbe smatra se plovidba parobroda Clermont 1807. godine na rijeci Hudson, dok je u Europi prvi parobrod plovio 1816. godine, a na Dunavu 1810. godine[6]. U daljnjem tekstu analizirani su osnovni kriteriji i tehnički parametri za određivanje kategorije plovnih putova sa osvrtom na mrežu unutarnjih plovnih putova Europe:

- Plovni putovi,
- Plovila unutarnje plovidbe,
- Tehničke specifikacije plovila.

3.1. Plovni putovi

Plovni putovi su dio prometne infrastrukture unutarnje plovidbe. Ukupna duljina plovnih putova za prijevoz tereta i putnika u Europi iznosi 29 000 kilometara. Plovni put sastoji se od:

- dionica koje slobodno teku - bez brana,
- dionica reguliranih branama,
- kanala,

[5] Skupina autora: Srednjoročni plan razvitka vodnih putova i luka unutarnjih voda Republike Hrvatske (2009. – 2016.), Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture, Zagreb, 2008.
[6] Skupina autora: Priručnik za plovidbu na rijeci Savi, Međunarodna komisija za sliv rijeke Save, Zagreb, 2014.

- dionica koje protječu kroz jezera[7].

Pod unutarnje plovne putove spadaju rijeke, jezera i kanali na kojima se obavlja unutarnja plovidba tj. prijevoz, odnosno podrazumjeva pojas na unutarnjim vodama određene dubine, širine i druge propisane gabarite koji su određeni za plovidbu[8]. Unutarnji plovni putovi imaju sve veće značenje u gospodarskom razvitku kako europskih tako i svjetskih zemalja.

Zadnjih nekoliko godina počele su se sve više naglašavati prednosti unutarnjih plovnih putova:

- efikasnost (primjerice, plovilo nosivosti 4 000 t odgovara kapacitetu 200 kamiona nosivosti 20 tona ili 100 vagona);
- ekonomska isplativost (cijena prijevoza jednog TEU unutarnjim plovnim putem u prosjeku je 100% niža od cijene cestovnog prijevoza odnosno gotovo 150% niža od cijene željezničkog prijevoza na istoj relaciji);
- sigurnost, osobito u pogledu prijevoza opasnih tvari (štete nastale u nesrećama na unutarnjim plovnim putovima 178 puta manje nego one nastale u kamionskim nesrećama odnosno 13 puta manje nego štete nastale u željezničkim nesrećama);
- ekološka prihvatljivost (prijevoz unutarnjim plovnim putevima ne onečišćuje vodu, a onečišćenje zraka, kao i stvaranje buke, bitno je manje nego kod cestovnog prijevoza)[9].

[7] Skupina autora: Priručnik za unutarnju plovidbu u Republici Hrvatskoj, CRUP d.o.o., Zagreb, prosinac 2006.
[8] Kavran, N., Brnardić, M.: Autorizirana predavanja iz kolegija Plovni putovi, akademska godina 2015./2016., Fakultet prometnih znanosti, Zagreb.
[9] Radionov, N., Ćapeta, T., Marin, J.: Europsko prometno pravo, Pravni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2011.



Slika 1. Prikaz mreže unutarnjih plovnih putova Europe, [17]

3.1.1. Europska mreža unutarnjih plovnih putova

Mreža europskih plovnih putova definirana je 1996. godine u Genevi kada je donesen *Europski ugovor o glavnim unutarnjim plovnim putovima od međunarodnog značenja* (AGN). S obzirom na njezinu nejednaku raspoređenost i razvijenost, može se podjeliti na razvijeni zapadni dio Europe i istočni, koji je nešto manje razvijen u tom pogledu. Mreža se proteže od Atlantika do Urala, a povezuje ukupno 37 zemalja i seže izvan europske regije, dok unutar same Europske Unije obuhvaća 20 država članica. O njezinoj razgranatosti također govori i podatak da ukupna dužina plovnih rijeka i kanala iznosi preko 100 000 km, od čega je 16 000 km umjetno izgrađeno. Europsku mrežu unutarnjih plovnih putova čine četiri plovidbena sustava: *podunavski* (Dunav s pritokama), *sjeverozapadni* (Rajna, Majna, Laba, Odra i Visla), *jugozapadni* (Rhone, Seine i Marna), *istočni* (Volga, Dnjepar i Don).

Osim unaprjeđenja tehnologije i povećanja sigurnosti plovidbe na čitavoj mreži plovnih putova uvedeni su suvremeni informatički sustavi koji omogućavaju brz prijenos poruka u oba smjera. Unificiraju se i usavršavaju dnevne i noćne plovne oznake i sustavi obilježavanja plovnog puta, poboljšavaju se plovidbena i brodska pravila i propisi, izdvajaju nove karte i razni plovidbeni priručnici, uvode se carinske olakšice i beneficije, smanjuju se ili ukidaju

administrativne prepreke i poduzimaju druge mjere usmjerene k olakšanju i liberalizaciji riječne plovidbe[10].

3.1.2. Klasifikacija unutarnjih plovnih putova

Klasifikacija unutarnjih plovnih putova određena je UN/ECE klasifikacijom vodnih putova iz 1992. godine, koja je prihvaćena Europskim ugovorom o glavnim unutarnjim vodnim putovima od međunarodnog značaja. Ključni kriterij klasifikacije ovisi o osnovnim dimenzijama plovila. Glavni parametri za određivanje klase vodnih putova su:

- duljina plovila (konvoja),
- širina plovila (konvoja),
- gaz plovila (konvoja),
- nosivost plovila (konvoja),
- slobodna visina ispod mosta [11].

UN/ECE navodi da za svaku klasu vodnog puta mora biti osigurana sigurna plovidba mjerodavnog teretnog plovila pod punim gazom kroz 240 dana u godini. Prema odluci komisije ministara prometa Europe unutarnji plovni putovi dijele se u sedam kategorija:

- I klasa - za plovila nosivosti 250-400 t, duljine do 55 m, širine do 9 m i gaza do 1,2 m,
- II klasa - za plovila nosivosti 400-650 t, duljine do 55 m, širine 8,5-11 m i gaza 1,3-1,6 m,
- III klasa - za plovila nosivosti 650-1000 t, duljine 65-67 m, širine 8,2 m i gaza 1,8-2,0 m,

Plovni putovi velikih gabarita:

- IV klasa (međunarodna) - za plovila 1000-1500 t, duljine 80 m, širine 11,4 m i gaza do 2,5 m,
- V klasa a - za plovila 1500-3000 t, duljine 90-110 m, širine 13-14 m i gaza 2,8 m,
  V klasa b - za plovila 3200-6000 t, duljine 110 m, širine 14 m i gaza 2,8 m,
- VI klasa a - za plovila 3200-6000 t, duljine 135 m, širine 16 m i gaza 3,5 m,

[10] Ostojić, M. (2000.) : Mreža plovnih rijeka Europe i transkontinentski plovni put Rajna-Majna-Dunav, Naše more, 47, Veleučilište u Dubrovniku, 1-2,
[11] Skupina autora: Srednjoročni plan razvitka vodnih putova i luka unutarnjih voda Republike Hrvatske (2009. – 2016.), Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture, Zagreb, 2008.

VI klasa b - za plovila 6400-12000 t, duljine 150 m, širine 20 m i gaza 3,8 m,

VI klasa c - za plovila 9600-18000 t, duljine 150-200 m, širine 20 i više m i gaza preko 4 m,

- VII klasa - za plovila 14500-27000 t, duljine 180-250 m, širine 25 i više m i gaza preko 6 m[12].

3.1.3. Tehničke osobine E plovnih putova

Europski ugovor o glavnim unutarnjim plovnim putovima od međunarodnog značaja (AGN), (NN, M.u. 16/98), u dijelu ANEKS-a III *„Tehničke i operativne osobine unutarnjih plovnih putova od međunarodnog značaja“* navodi da se pri ocjenjivanju različitih E plovnih putova koriste tehnički parametri klasa IV-VII, uzimajući u obzir sljedeća načela:

- Klasa plovnog puta utvrđuje se prema horizontalnim dimenzijama motornih plovila, teglenica i guranih konvoja, te prvenstveno prema glavnim standardiziranim dimenzijama, tj. njihovoj najvećoj širini;
- Samo plovni putovi koji zadovoljavaju barem najosnovnije zahtjeve klase IV (minimalne dimenzije plovila 85 m x 9,5 m) mogu se smatrati E plovnim putovima. Ograničenja gaza (manje od 2,50 m) i minimalne visine pod mostovima (manje od 2,25 m) mogu se prihvatiti samo za postojeće plovne putove i samo kao iznimka;
- Pri moderniziranju plovnih putova klasa IV (kao i manjih regionalnih plovnih putova), preporuča se zadovoljavanje barem parametara klase Va;
- Novi E plovni putovi trebaju, međutim, kao minimum zadovoljavati zahtjeve klase Vb u tome pogledu, treba osigurati najmanje gaz od 2,80 m;
- Pri moderniziranju postojećih plovnih putova i/ili izgradnji novih, uvijek treba uzimati u obzir plovila i konvoje većih dimenzija;
- Da bi se osigurao djelotvorniji kontejnerski promet, najviše moguće vrijednosti međuprostora mostova moraju se predvidjeti u skladu s propisima;

[12] Kavran, N., Brnardić, M.: Autorizirana predavanja iz kolegija Plovni putovi, akademska godina 2015./2016., Fakultet prometnih znanosti, Zagreb.

- Unutarnji plovni putovi na kojim se očekuje znatan opseg kontejnerskog i ro-ro prometa trebaju kao minimum zadovoljavati zahtjeve klase Vb. Porast od 7-10% na vrijednost najveće širine od 11,4 m za posebna plovila koja prometuju na plovnim putovima klase Va i viših klasa također se mogu predvidjeti, da bi se omogućio budući razvoj glede dimenzija kontejnera i lak prijevoz prikolica;

- Na plovnim putovima s fluktuirajućim nivoom vode, preporučena vrijednost gaza treba odgovarati gazu koji se dostiže ili prelazi kroz prosječno 240 dana godišnje (ili 60% plovidbenog razdoblja). Vrijednost preporučene visine pod mostovima (5,25, 7,00 ili 9,10 m) treba se osigurati preko najvišeg plovidbenog nivoa, gdje je to moguće i ekonomski prihvatljivo;

- Jednaka klasa, gaz i visina po mostovima trebaju se osigurati ili duž cijelog plovnog puta ili barem na njegovim najvažnijim dijelovima;

- Gdje je to moguće, parametri za susjedne plovne putove trebaju biti jednaki ili slični;

- Najveći gaz (4,50 m) i najmanji međuprostor ispod mostova (9,10 m) trebaju biti osigurani na svim dijelovima mreže koji su izravno povezani s priobalnim pravcima;

- Najmanji međuprostor ispod mostova od 7,00 m treba se osigurati na plovnim putovima koji spajaju važne morske luke sa zaleđem te su prikladne za djelotvoran kontejnerski i promet rijeka-more;

- Priobalni pravci predviđeni su da bi se osigurao integritet mreže E plovnih putova širom Europe i namjeravaju se koristiti u okviru ovog Ugovora za promet plovila rijeka-more, čije dimenzije trebaju, gdje je to moguće i ekonomski održivo, zadovoljavati uvjete za samohodna plovila prikladna za plovidbu na plovnim putovima klasa Va i VIb;

3.1.4. Operativni kriteriji za E plovne putove

Osim tehničkih i operativnih osobina unutarnjih plovnih putova, ANEKS III Europskog ugovora o glavnim unutarnjim plovnim putovima od međunarodnog značaja navodi i operativne kriterije koje E plovni putovi moraju zadovoljavati kako bi se osiguralo pouzdano odvijanje međunarodnog prometa:

- Protočnost prometa treba biti osigurana tijekom cijelog plovidbenog razdoblja, uz iznimku niže spomenutih prekida;
- Plovidbeno razdoblje može biti kraće od 365 dana samo u područjima s teškim klimatskim uvjetima, gdje nije moguće održati kanale nezaleđenima tijekom zimskog razdoblja, te je stoga potreban zimski prekid. U tim slučajevima treba utvrditi datume otvaranja i zatvaranja za plovidbu. Trajanje prekida plovidbenog razdoblja prouzročeno prirodnim pojavama kao što su led, poplave itd. treba odgovarajućim tehničkim i organizacijskim mjerama svesti na minimum;
- Trajanje prekida u plovidbenom razdoblju radi redovnog održavanja ustava i ostalih hidrauličkih radova treba biti svedeno na minimum. Korisnici plovnih putova na kojima se planiraju radovi održavanja trebaju se izvješćavati o datumima i trajanju predviđenog prekida plovidbe. U slučajevima nepredviđenih kvarova na ustavama i ostalim hidrauličnim uređajima ili druge više sile, trajanje prekida treba biti što je moguće ograničenije, uz primjenu svih odgovarajućih mjera poboljšanja situacije;
- Tijekom razdoblja niskog vodostaja neće biti prihvatljivi nikakvi prekidi. Razumno ograničenje prihvatljivog gaza može se ipak primjeniti na plovnim putovima s fluktuirajućim vodostajem. Međutim, minimalni vodostaj od 1,20 m treba osigurati u svako vrijeme, pri čemu preporučeni ili karakteristički gaz treba osigurati ili prelaziti kroz 240 dana godišnje. U područjima spomenutim u gornjem podstavku, minimalan gaz od 1,20 m treba biti osiguran kroz prosječno 60% plovidbenog razdoblja;
- Radno vrijeme na ustavama, pokretnim mostovima i ostaloj infrastrukturi treba biti takvo da se radnim danima može osigurati non-stop (24 sata) plovidba, ukoliko je to ekonomski održivo. U posebnim slučajevima moguće su iznimke iz organizacijskih i/ili tehničkih razloga. Razumno radno vrijeme treba osigurati tijekom državnih praznika i vikendom[13].

3.2. Plovila unutarnje plovidbe

Pod plovilom se podrazumjeva objekt koji je prikladan za plovidbu i plutanje na vodi[14]. Osnovna podjela plovila unutarnje plovidbe vrši se prema veličini i namjeni. Sredstva

[13] http://zakon.poslovna.hr/public/europski-ugovor-o-glavnim-unutarnjim-plovnim-putovima-od-medunarodnog-znacaja/242622/zakoni.aspx (7.6.2016.g.)
[14] Kavran, N., Brnardić, M.: Autorizirana predavanja iz kolegija Plovni putovi, akademska godina 2015./2016., Fakultet prometnih znanosti, Zagreb.

prijevoza unutarnje plovidbe mogu se podjeliti na brod sa vlastitim porivom, barže koje gura brod s vlastitim porivom, te barže vučene riječnim tegljačima[15].

Na unutarnjim plovnim putovima, brodovi s vlastitim pogonom dobivaju imena uglavnom po imenima rijeka, planina, gradova ili po imenima čuvenih osoba a brodovi bez vlastitog pogona označavaju se arapskim brojevima. Oznaka brodova bez vlastititog pogona sadrži prva dva broja koja označava vrstu odnosno namjenu broda, druga dva broja označavaju približnu nosivost, dok zadnja dva broja znače redni broj teretnjaka te vrste.

U sljedećem tekstu prikazani su prvi brojevi koji označavaju namjenu broda:

„0“ - kombinirane tegljenice za prijevoz tekućeg i suhog tereta,

„1“ - tegljenice za prijevoz tekućeg tereta,

„2“ - zatvorene tegljenice za prijevoz tereta koji ne smije biti izvrgnut djelovanju atmosferskih prilika ili valova, plovidbe[16].

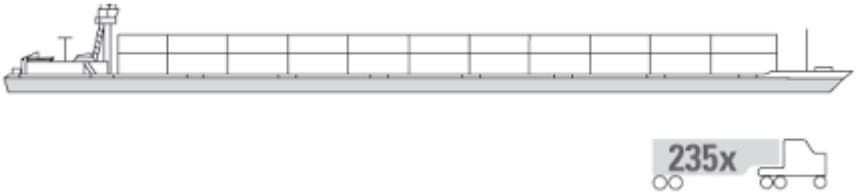
Kao što je navedeno u predhodnom tekstu, plovilima se smatra objekt koji je prikladan za plovidbu i plutanje na vodi. Glavne grupe u koje možemo podjeliti plovila, ovdje su teretna plovila te se ona dalje mogu podjeliti prema vrsti robe, najčešće na brodove za suhi teret i tankere. Plovila za suhi teret prevoze različite vrste robe, kao što su čelik, rude, žito itd. Plovila za suhi teret su vrlo zahvalna za korištenje jer se mogu koristiti za velik broj različitog tereta čime se smanjuje broj praznih prijevoza.

Osim plovila za suhi teret veliku važnost imaju i kontejnerski brodovi koji se sve više koriste na rijekama kao pred-dionice prema moru. Prema Centralnoj komisiji na rijeci Rajni, na taj se način godišnje preveze preko milijun TEU godišnje sve do morskih luka[17]. Na sljedećoj slici prikazan je jedan od kontejnerskih plovila na rijekama.

[15] Rogić, K., Protega, O.,A., Autorizirana predavanja iz kolegija Plovna sredstva 1- Prezentacija, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015.g.

[16] Dadić, I., Smoljić, LJ., Đaković, N.: Organizacija i eksploatacija riječnog prometa, Dio 1, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1994.

[17] Dundović,Č., Šantić,I., Kolanović,I. (2009.): Ocjena postojećeg stanja i smjernica razvitka sustava unutarnjeg vodnog prometa u Republici Hrvatskoj, 2, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka, str. 609-633



Slika 2. Prikaz kontenjerskog broda na unutarnjoj plovidbi, [10]

Uz plovila za suhi teret i kontejnerskih brodova na unutarnjim plovnim putovima koriste se još i RO-RO plovila. Na RO-RO brodove se utovar i istovar objekata koji se prevoze izvodi putem lučkih rampi ili rampi plovila. Najčešće se RO-RO brodovima prevoze teški tereti, manji prijevozna sredstva, teretne prikolice itd.

Još jedna vrlo bitna vrsta plovila je tankersko plovilo, koje prevozi različite vrste robe u tekućem obliku kao što su nafta, teška i lakša lož ulja, kemijski proizvodi, tekući plinovi itd. Svi ovi oblici robe spadaju pod opasne terete koji se prevoze specijaliziranim tankerima sa odgovarajućim sigurnosnim svojstvima.

3.3. Tehničke specifikacije plovila

Kako bi se postigla sloboda kretanja plovidbe na unutarnjim plovnim putovima potrebno je uvesti jedinstvene tehničke uvjete te međusobno priznavanje isprava. To se postiglo Direktivom 2006/87/EZ Europskog parlamenta i Vijeća o utvrđivanju tehničkih uvjeta za plovila unutarnje plovidbe. Na temelju direktive sva plovila koja posjeduju novu europsku svjedodžbu mogu ploviti mrežom unutarnjih plovnih putova u Europi razvrstanih AGN sporazumom. Sposobnost broda za plovidbu utvrđuje se tehničkim nadzorom te ispravom i knjigom plovila. Tehnički nadzor obuhvaća:

- odobravanje tehničke dokumentacije na temelju koje se plovilo gradi ili preinačuje i tehničke dokumentacije na temelju koje se izrađuju materijali, strojevi, uređaji i oprema koji su namjenjeni za gradnju, preinaku ili popravak plovila,
- tipno odobrenje ili pojedinačno odobrenje strojeva, uređaja i oprema namjenjenih za ugradnju u plovilo,
- nadzor koji se obavlja tijekom gradnje plovila ili izvođenja radova na njegovoj preinaci i nadzor nad izradbom materijala, strojeva, uređaja i opreme koji se obavlja tijekom njihove izvedbe, što se utvrđuje potvrdom, te nadzor nad izradbom, ugradnjom i smještajem strojeva, uređaja i opreme u plovilo,

- pregled postojećih plovila, uključujući i nadzor nad izvođenjem popravaka i obnavljanjem onih dijelova plovila za koje je pregledom utvrđeno da ih treba popraviti ili obnoviti,
- pregled dokumenata, stručne osposobljenosti i popunjenosti radnih mjesta brodara i posade plovila radi sigurnosti pri radu i zaštite okoliša tijekom korištenja plovila[18].

[18] Horvat, L.: Pravo unutarnje plovidbe, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2003.

4. ANALIZA TEHNIČKIH PARAMETARA ZA ODREĐIVANJE KLASIFIKACIJE PLOVNOG PUTA RIJEKE SAVE

Klasifikacija rijeke Save u svrhu plovidbe prema UN/ECE predstavljena je tablicom 1. Ključni kriterij klasifikacije ovisi o osnovnim dimenzijama plovila koja se koriste, a varijable temeljem kojih se odlučuje su dužina, širina i gaz plovila, nosivost plovila kao i međuprostor mosta. Klasifikacija međunarodnog plovnog puta rijeke Save rezultat je trenutnog stanja u kojem se nalazi plovni put. U budućnosti će doći do manjih korekcija jer je u tijeku projekt koji podrazumijeva izradu projektne dokumentacije i hidrograđevinske radove prema istoj[19].

Tablica 1. Klasifikacija plovnog puta rijeke Save, [7]

Dionica rijeke Save		Dužina (km)	Kategorija plovnog puta
rkm	rkm		
0,0 Ušće Save	86,0 Kamičak	86,0	IV
86,0 Kamičak	102,0 Mišar	16,0	III
102,0 Mišar	107,0 Šabac	5,0	IV
107,0 Šabac	111,8 Kalovica	4,8	III
111,8 Kalovica	176,0 Mlinsko ostrvo	64,2	IV
176,0 Mlinsko ostrvo	185,0 Sremska Rača	9,0	III
185,0 Sremska Rača	313,7 Slavonski Šamac Šamac	128,7	IV
313,7 Slavonski Šamac Šamac	338,2 Oprisavci Rit kanal	24,5	III
338,2 Oprisavci Rit kanal	371,2 Slavonski Brod – grad Brod	33,0	IV
371,2 Slavonski Brod – grad Brod	594,0 Sisak	219,8	III

[19] Skupina autora: Priručnik za plovidbu na rijeci Savi, Međunarodna komisija za sliv rijeke Save, Zagreb, 2014.

Sava je uključena u AGN sporazum kao međunarodni plovni put klase IV. Međutim, obzirom na trenutnu situaciju, kako se može zaključiti iz tablice 1, Sava nije u cjelosti dostupna za plovila klase IV. Prometna politika unutarnje plovidbe u području razvoja infrastrukture riječnog prometa usmjerena je na ispunjavanje Europskog ugovora o glavnim unutarnjim plovnim putevima od međunarodnog značaja (AGN) unapređenjem rijeke Save na međunarodnu kategoriju plovidbe.

4.1. Trenutni plovidbeni uvjeti

Istraživanje Projekta vođen od strane Savske komisije: Predstudija izvodljivosti za rijeku Savu zaključuje da je u trenutnoj situaciji plovni put na kojem je zaista moguća plovidba vrlo skromne kvalitete.

Fizički parametri Save uzrokuju nepovoljne plovidbene uvjete vezane uz:

- ograničen gaz tijekom duljih perioda;
- oštre riječne zavoje koji ograničavaju duljinu i širinu plovila i konvoja[20].

Drugi problemi za plovidbu su:

- ograničena širina ispod mostova;
- nedostatan stupanj obilježenosti.

Plitke dionice u Srbiji i ušća Drine uvjetuju da je vrlo teško doseći Hrvatsku/Bosnu plovilima kategorije IV, sa vjerojatnošću od manje od 50% godišnje. Situacija u Hrvatskoj je za nijansu bolja gdje plovila kategorije III mogu ploviti sa punim gazom oko 65% vremena. Potrebni su sanacijski radovi kako bi se povećala dostupnost plovnog puta za potpuno nakrcana plovila i za plovila kategorizana kao klasa IV[21].

4.2. Postojeća dubina vode

Kvaliteta Save kao načina transporta većinom ovisi o raspoloživosti dovoljnih dubina za plovidbu. U skladu sa UN/ECMT pravilima, Savska komisija primjenjuje dva standarda:

- plovidba sa reduciranim gazom mora bit moguća 95% vremena;

[20] Skupina autora: Projekt vođen od strane Savske komisije: Predstudija izvodljivosti za rijeku Savu - Poglavlje 3: Unapređenje Save, Međunarodna komisija za sliv rijeke Save, Zagreb, 2008.
[21] Skupina autora: Projekt vođen od strane Savske komisije: Predstudija izvodljivosti za rijeku Savu - Poglavlje 3: Unapređenje Save, Međunarodna komisija za sliv rijeke Save, Zagreb, 2008.

- plovidba sa maksimalnim gazom mora biti moguća 65% vremena[22].

Tablica 2. daje pregled trenutnih karakteristika plovnog puta i potrebnih radova na uređenju riječnog korita kako bi se zadovoljili zahtjevi trenutne klasifikacije. Podjela dionica uzeta je iz preliminarnog nacrta izvještaja za unapređenje Save na klasu IV plovnog puta.

Tablica 2. Trenutne karakteristike plovnog puta Save, [7]

Dionica	Od km. do km….	Duljina (km)	Postojeća klasa	Propisana 1) D65x (m)	Postojeća %	Propisana2) D95% (m)	Postojeća %	Potrebno produbljenje3)	Duljina (km)
I	202.5 225.1	22.6	IV	3.5	Nema podataka	2.5	Nema podataka	Nema podataka	5,7
II	225.1 260.7	35.6	IV	3.5	Nema podataka	2.5	Nema podataka	Nema podataka	0,9
III	260.7 306.8	46.1	IV	3.5	Nema podataka	2.5	Nema podataka	Nema podataka	4,8
IV	306.8 331.5	24.7	III	2.2	Nema podataka	1.8	Nema podataka	Nema podataka	10,9
V	331.5 364.4	32.9	IV	3.5	Nema podataka	2.5	Nema podataka	Nema podataka	0,6
VI	364.4 395.5	31.1	III	2.2	Nema podataka	1.8	Nema podataka	Nema podataka	8,5
VII	395.5 417.1	21.6	III	2.2	Nema podataka	1.8	Nema podataka	Nema podataka	0,2
VIII	417.1 445.7	28.6	III	2.2	Nema podataka	1.8	Nema podataka	Nema podataka	4,4
IX	445.7 459.9	14.2	III	2.2	Nema podataka	1.8	Nema podataka	Nema podataka	1,4
X	459.9 480.4	20.5	III	2.2	Nema podataka	1.8	Nema podataka	Nema podataka	0,3
XI	480.4 511.8	31.4	III	2.2	Nema podataka	1.8	Nema podataka	Nema podataka	0,7
XII	511.8 546.8	35.0	III	2.2	Nema podataka	1.8	Nema podataka	Nema podataka	12,8
XIII	546.8 568.8	22.0	III	2.2	Nema podataka	1.8	Nema podataka	Nema podataka	19,6
XIV	568.8 588.2	19.4	III	2.2	Nema podataka	1.8	Nema podataka	Nema a podataka	10,3
SUMM	202.5 588.2	385.7							81,1

Iz tablice 2 može se zaključiti da plovidbeno-tehničke karakteristike rijeke Save ne odgovaraju mjerilima AGN sporazuma. Općenito se podrazumjeva da plovila kategorije III i IV mogu ploviti sa rasterećenim gazom više od 95% vremena tijekom godišnjeg razdoblja.

4.3. Riječni zavoji

Sava je tipična rijeka srednjeg toka, vijugava te sa brojnim riječnim zavojima prisutnim uz riječni tok. Oštri riječni zavoji mogu predstavljati ograničenja za plovidbu konvoja i plovnih sastava. Riječni zavoji koji bi mogli predstavljati poteškoće za plovidbu predstavljeni su tablicom 3.

Tablica 3. Riječni zavoji, [7]

[22] Skupina autora: Projekt vođen od strane Savske komisije: Predstudija izvodljivosti za rijeku Savu - Poglavlje 3: Unapređenje Save, Međunarodna komisija za sliv rijeke Save, Zagreb, 2008.

Dionica	Od km. do km….	Duljina (km)	Klasa	Propisan1) Rmin (m)	Broj riječnih zavoja < Rmin	Propisan2) Rmin, ow	Broj riječnih zavoja < Rmin, ow
I	202.5 225.1	22.6	IV	360	0	240	0
II	225.1 260.7	35.6	IV	360	0	240	0
III	260.7 306.8	46.1	IV	360	2	240	0
IV	306.8 331.5	24.7	III	300	0	210	0
V	331.5 364.4	32.9	IV	360	0	240	0
VI	364.4 395.5	31.1	III	300	0	210	0
VII	395.5 417.1	21.6	III	300	0	210	0
VIII	417.1 445.7	28.6	III	300	3	210	0
IX	445.7 459.9	14.2	III	300	2	210	0
X	459.9 480.4	20.5	III	300	0	210	0
XI	480.4 511.8	31.4	III	300	4	210	2 (R205=150, R198=180)
XII	511.8 546.8	35.0	III	300	6	210	6 (R232=180, R255=190, R259=200, R266=200, R270=165)
XIII	546.8 568.8	22.0	III	300	5	210	1 (R291=200)
XIV	568.8 588.2	19.4	III	300	2	210	1 R342=200,
SUMM	202.5 588.2	385.7		300	24		9

Na osnovu tablice 3. može se zaključiti da su oštri riječni zavoji glavna uska grla za plovidbu. 24 riječna zavoja ne ispunjavaju uvjete trenutne klasifikacije, te ako se uvede jednosmjeran promet na oštrim zavojima, 11 riječnih zavoja mora prilagođeno kriteriju minimalnog radijusa zakrivljenosti koje propisuje AGN sporazum.

4.4. Mostovi

Postoji 9 mostova koji se nalaze u Hrvatskoj i koji spajaju Hrvatsku i Bosnu i Hercegovinu. Glavne dimenzije mostova predstavljene su u tablicom 4. Tablica 4. pokazuje da dimenzije mostova ispunjavaju uvjete trenutne kategorizacije plovnog puta rijeke Save. Međutim, most u Jasenovcu i most u Galdovu su prilično nisko postavljeni u slučaju da se plovidba rijekom Savom unaprijedi na međunarodnu kategoriju plovidbe.

Tablica 4. Glavne dimenzije mostova, [8]

Dionica	Od km. do km….	Klasa	Naziv mosta	Kilometraža	Raspoloživa širina (m)	Potrebna širina (m)	Raspoloživa visina ispod mosta (m)	Potrebna visina ispod mosta (m)
I	202.5 225.1	IV	Brčko Brčko	218+377 220+527	130.0 64.0	45	9.43 7.36	7
II	225.1 260.7	IV	Orašje	254+618	130.0	45	8.33	7
III	260.7 306.8	IV	Sl.Šamac	304+875	84.0	45	8.22	7
IV	306.8 331.5	III	-	-	-	45	-	4
V	331.5 364.4	IV	Sl. Brod	364+695	74.0	45	7.65	7
VI	364.4 395.5	III	Sl. Brod (naftovod)	366+650	Nema podataka	45	Nema podataka	4
VII	395.5 417.1	III	-	-	-	45	-	4
VIII	417.1 445.7	III	-	-	-	45	-	4
IX	445.7 459.9	III	-	-	-	45	-	4
X	459.9 480.4	III	St. Gradiška	460+092	89.0	45	8.22	4
XI	480.4 511.8	III	-	-	-	45	-	4
XII	511.8 546.8	III	Jasenovac Jasenovac	511+288 511+288	110.0 55.0	45	11.93 5.98	4
XIII	546.8 568.8	III	-	-	-	45	-	4
XIV	568.8 588.2	III	Galdovo Crnac	584+684 586+000	49.0 80.0	45	5.19 7.71	4

4.5. Obilježavanje

Trenutna situacija na Savi ograničava sistem obilježavanja. Samo dionice koje su najteže za navigaciju obilježene su plutačama, međutim Agencija za plovne putove planira proširiti sustav tako da pokriva hrvatsku stranu rijeke Save. Pogotovo na bosanskoj strani rijeke, sustav obilježavanja pokriva samo najopasnije dionice.

Cjelokupno obilježavanje uzduž Save vrši se prema Pravilniku o plovidbi na unutarnjim vodama (NN br.50/02) i u skladu je sa međunarodnim standardima. Tablica 5. predstavlja potrebne troškove investicija za vremenski period 2007.-2009.

Tablica 5. Pregled investicija za održavanje sustava obilježavanja plovnog puta Siska - Račinovci (izražen novčanim jedinicama), [7]

Dionica	**Godina**		
	2007.	**2008.**	**2009.**
Sisak – Oprisavci	416,667	208,333	208,333
Oprisavci – Serbia	138,889	318,000	222,222

4.6. Ekološka situacija u slivu rijeke Save

Sava je desna pritoka Dunavu u Beogradu. Duga je 945 km i pokriva 95,719 km² površine, vidi sliku 3. Protječe kroz četiri države: Sloveniju, Hrvatsku, Bosnu i Hercegovinu (predstavlja sjevernu granicu) i Srbiju. Visina njenog izvora je 1,222 m i ima prosječno istjecanje od 1,722 m³/s[23].



Slika 3. Prikaz sliva rijeke Save, [8]

Sava ima veliki značaj u slivu rijeke Dunav zbog svoje iznimne biološke i pejzažne raznolikosti. Domaćin je najvećeg kompleksa aluvijalnih močvara na slivu Dunava (Posavina – središnji sliv Save) i velikih kompleksa nizinskih šuma. Sava je jedinstven primjer rijeke gdje su neke poplavne nizine još uvijek netaknute, podržavajući ublaženje poplava i biološku raznolikost.

Najznačajnije karakteristike krajolika mogu se naći na središnjem slivu Save u Hrvatskoj. Ovdje mozaik tipičnih krajolika tipa prirodnih poplavnih nizina te kulturnih krajolika, podsjeća na ono što je nekada bilo uzduž svih glavnih rijeka Srednje Europe.

[23] Skupina autora: Predstudija izvodljivosti za rijeku Savu - Poglavlje 5: Ekologija, Međunarodna komisija za sliv rijeke Save, Zagreb, 2008.

Četiri Ramsar lokacije (Cerkniško jezero, Crna Mlaka, Lonjsko Polje, Obedska Bara) utvrđene su na slivu rijeke Save, te se ovdje nalaze brojna područja važnih ptica i biljaka, zaštićena područja na državnoj razini i Natura 2000 lokacije.

Sava proizlazi iz dva praizvora, Sava Dolinka (lijevo) i Sava Bohinjka (desno) koji se spajaju između slovenskih gradova Lešće i Radovljica. Od tog mjesta do ušća u Dunav kod Beograda, rijeka je duga 945 km. Od svog dužeg praizvora, Sava Dolinka, u sjeverozapadnom alpskom dijelu Slovenije, mjeri 990 km[24].

Rijeka Sava preko Dunava pripada slivu Crnog mora i predstavlja najdužu desnu pritoku Dunava i drugu najdulju pritoku rijeke Dunav nakon Tise. Nekada je bila najduža rijeka koja u potpunosti protječe bivšom Jugoslavijom, ali nakon njenog raspada 1991. godine, sada teče kroz četiri zemlje.

Sava pokriva područje od 95,719 km², uključujući i 115 km² u sjevernoj Albaniji. Prosječan protok kod Zagreba, Hrvatska je 255 m³/s, dok se kod Beograda nakuplja na 1,722 m³/s. Postaje vrlo duboka, do 28-30 m blizu sela Hrtkovci i Bosut, u Srbiji. U Srbiji stvara nekoliko velikih riječnih otoka, uključujući Podgoričku otok kod Prova i 2.7 m² veliku otok Ciganliju u Beogradu, najpopularnije kupalište u Beogradu. Otok je povezan sa desnom obalom rijeke sa tri nasipa čime se stvorilo umjetno jezero nazvano "jezero Sava" sa područjem od 0.8 km². Nadjenut mu je nadimak "Beogradsko more" i poznato je da zna privući čak i do 350.000 posjetitelja dnevno tijekom ljetne sezone.

Rijeka ima velik potencijal proizvodnje električne energije, do 3.2 (uključujući pritoke 4.7) milijardi kWh, što nije bilo iskorišteno sve do nedavno. Postojeće elektrane na Savi predstavljene su u tablicom 6. Također, nekoliko je hidroelektrana u izgradnji, od kojih je "Boštanj" već počela sa proizvodnjom električne energije.

Riječno korito nije regulirano na većini dužine rijeke. To s vremena na vrijeme uzrokuje poplave, koje mogu pogoditi i do 5.000 km² većinom vrlo plodne zemlje.

Istočno od Ljubljane, Sava protječe kroz 90 km dugačak klanac, te zatim Krško Polje. Kako je Panonsko more uzmicalo, Sava je postajala sve duža i duža, rezbareći Savski rov kroz koji protječe prema istoku. Zajedno sa nižim pravcima bosanskih rijeka koje su joj postale

[24] Skupina autora: Predstudija izvodljivosti za rijeku Savu - Poglavlje 3: Unapređenje Save, Međunarodna komisija za sliv rijeke Save, Zagreb, 2008;

pritoke, stvorila je ogromne poplavne nizine. Postajući široka (kod Šapca je široka 680 m, dok je na svojem ušću široka samo 280 m), Sava počinje krivudati, te je u povijesti promijenila pravac puno puta, potisnuta malim nagibom Panonskog bazena prema jugu, te silom svojih mnogih desnih pritoka prema sjeveru. Stara riječna korita pretvorila su se u baruštine i jezerca poznate kao mrtva voda i starača (stara voda) u Srbiji. Najpoznatija je jedno od najvećih jezera u Srbiji i jedan od najvećih rezervata divljih ptica u Europi, Obedska Bara. Glavne pritoke rijeke Save su:

1. desne pritoke:
    - Slovenija: Sora, Ljubljanica i Krka;
    - Hrvatska: Kupa i Sunja;
    - hrvatsko/bosanska granica: Una;
    - Bosna: Vrbaška, Vrbas, Ukrina, Bosna, Brka, Tinia, Lukovac i Dašnica;
    - bosansko/srpska granica: Drina;
    - Srbija: Jerez, Kolubara i Topčiderska reka;
2. lijeve pritoke:
    - Slovenija: Kokra, Kamniška Bistrica i Savinia;
    - slovensko/hrvatska granica: Sotla/Sutla;
    - Hrvatska: Krapina, Lonja i Orljava;
    - Srbija: Bosut[25].

Sava je međunarodni plovni put i plovna kroz svojih 594 km, od svojeg sjecišta sa Dunavom (km 0.0) do ušća Kupe kod Siska[26]. Međitim, manja plovila klase I i klase II mogu ploviti dalje uzvodno do Zagreba uz pretpostavku uređenja i regulacije riječnog korita za rekreacijsku plovidbu.

Savska dolina je također prirodan pravac za cestovni i željeznički promet, koji uključuje željeznicu i autocestu Beograd-Zagreb, i rutu naftovoda i plinovoda iz Hrvatske za Srbiju. Rezultat razvijenosti cestovnog i željezničkog prometa i gusto naseljenih i industrijaliziranih područja u slivu rijeke Save imaju negativan utjecaj na stupanj zagađenosti rijeke Save.

[25] http://www.savacommission.org/index.php?l=hr&page=basin_about (8.6.2016.g.)
[26] Skupina autora: Srednjoročni plan razvitka vodnih putova i luka unutarnjih voda Republike Hrvatske (2009.-2016.), Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture, Zagreb, 2008.

U području Posavine postoje problemi u vidu zagađenja zraka, tla i vode. Glavni izvori zagađenja zraka su:

- industrija;
- promet;
- termoelektrane[27].

Problem sa zagađenjem zraka postoji u Zagrebu, Karlovcu, Sisku, Slavonskom Brodu, Županji, te također u gradovima na desnoj obali Save u Bosni i Hercegovini, te na kraju gradovi u Srbiji. U bliskoj budućnosti isti problemi mogli bi se pojaviti u BiH, pogotovo u Bosanskom Brodu jer tamo postoje planovi za revitalizaciju naftne industrije.

Glavni izvori zagađenja tla (što također vodi do zagađenja podzemnih i površinskih voda) su:

- industrija;
- poljoprivreda;
- divlja i ilegalna odlagališta smeća;
- promet;
- mine i drugi ostaci iz posljednjeg rata[28].

[27] Skupina autora: Predstudija izvodljivosti za rijeku Savu - Poglavlje 5: Ekologija, Međunarodna komisija za sliv rijeke Save, Zagreb, 2008.
[28] Skupina autora: Predstudija izvodljivosti za rijeku Savu - Poglavlje 5: Ekologija, Međunarodna komisija za sliv rijeke Save, Zagreb, 2008.

5. ANALIZA TEHNIČKIH UVJETA ZA UNAPREĐENJE PLOVNOG PUTA RIJEKE SAVE

Za unapređenje plovnog puta rijeke Save na klasu plovidbe potrebno je izvršiti određene radove kao što su jaružanje i bazni radovi. Lokacije i dionice plovnog puta Save na kojima je potrebno urediti riječno korito prikazuje se tablicom 6.

Tablica 6. Prikaz lokacija i dionica plovnog puta rijeke Save, [7]

	Dionica	Od km. do km....	Duljina (km)	Duljina produbljena	% duljine	Krivine R< 360 m	**Krivine R< 240 m**
Brčko	I	202.5 225.1	22.6	5.7	25	0	0
	II	225.1 260.7	35.6	0.9	3	0	0
Šamac	III	260.7 306.8	46.1	4.8	10	2	0
	IV	306.8 331.5	24.7	10.9	45	0	0
S. Brod	V	331.5 364.4	32.9	0.6	2	0	0
	VI	364.4 395.5	31.1	8.5	28	0	0
	VII	395.5 417.1	21.6	0.2	1	0	0
	VIII	417.1 445.7	28.6	4.4	15	3	0
B. Gradiška	IX	445.7 459.9	14.2	1.4	10	2	0
	X	459.9 480.4	20.5	0.3	2	0	0
	XI	480.4 511.8	31.4	0.7	2	4	2
	XII	511.8 546.8	35.0	12.8	37	6	6
	XIII	546.8 568.8	22.0	19.6	89	5	2
Sisak	XIV	568.8 588.2	19.4	10.3	53	2	1
Sažetak		202.5 588.2	385.7	81.1	23	23	11

Većinu radova za unapređenje kategorije plovidbe treba napraviti uzvodno od Šamca (Dionica IV) gdje treba prokopati plitku sekciju koja je trenutno klasificirana klasom III.

Kako bi unaprijedili 14 dionica rijeke Save između granice sa Srbijom i Siska u Hrvatskoj predložen je niz radova:

- Konstrukcija pera za usmjeravanje toka, što će uzrokovati ubrzanja gornjeg toka u središnjem dijelu rijeke. Veći stupnjevi erozije time će uzrokovati produbljenje rijeke;
- Konstrukcija obaloutvrda kako bi se izbjegla erozija koju će uzrokovati nova pera i kako bi se zaštitile erodirane obale. Zbog smanjenja vodostaja Sava se urezuje dublje u krajolik, rezultat je da dolazi do strmih i osjetljivih obala;
- Konstrukcija pragova na dnu rijeke kako bi se podigao vodostaj;
- Sanacija postojećih pera i obaloutvrda. Većina sanacijskih radova vezani su uz radove glede postojećih obaloutvrda. Stabilnost postojećih obaloutvrda je ugroženo zbog neprestanog smanjenja vodostaja;
- Jaružanje kako bi se povećala dubina vode[29].

[29]Skupina autora: Predstudija izvodljivosti za rijeku Savu - Poglavlje 5 :Ekologija, Međunarodna komisija za sliv rijeke Save, Zagreb,2008;

Tablica 7. Prijedlog jaružanja i regulacijskih radova na plovnom putu rijeke Save, dionica Sisak-Račinovci, [7]

Opis projekta							
#	Stacionaža	Opis	Radovi				
			pera	obaloutvrde	pragovi	rekonstrukcija obaloutvrda i pera	jaružanje
DTW1	202.5 225.1	Izvršiti radove jaružanja za povečanje dubine plovnog puta Save na Dionici I					X
DTW2	225.1 260.7	Izvršiti radove jaružanja i regulacijske radove za povečanje dubine plovnog puta Save na Dionici II		x		x	X
DTW3	260.7 306.8	Izvršiti radove jaružanja i regulacijske radove za povečanje dubine plovnog puta Save na Dionici III		X		X	X
DTW4	306.8 331.5	Izvršiti radove jaružanja i regulacijske radove za povečanje dubine plovnog puta Save na Dionici IV	X	X		X	X
DTW5	331.5 364.4	Izvršiti radove jaružanja i regulacijske radove za povečanje dubine plovnog puta Save na Dionici V		X		X	X
DTW6	364.4 395.5	Izvršiti radove jaružanja i regulacijske radove za povečanje dubine plovnog puta Save na Dionici VI	X	X	X	X	X
DTW7	395.5 417.1	Izvršiti regulacijske radove za povečanje dubine plovnog puta na Dionici VII		X		X	
DTW8	417.1 445.7	Izvršiti radove jaružanja i regulacijske radove za povečanje dubine plovnog puta Save na Dionici VIII		X		X	X
DTW9	445.7 459.9	Izvršiti radove jaružanja i regulacijske radove za povečanje dubine plovnog puta Save na Dionici IX		X		X	X
DTW10	459.9 480.4	Izvršiti radove jaružanja i regulacijske radove za povečanje dubine plovnog puta Save na Dionici X		X		X	X
DTW11	480.4 511.8	Izvršiti radove jaružanja i regulacijske radove za povečanje dubine plovnog puta Save na Dionici XI		X		X	X
DTW12	511.8 546.8	Izvršiti radove jaružanja i regulacijske radove za povečanje dubine plovnog puta Save na Dionici XII	X	X	X	X	X
DTW13	546.8 568.8	Izvršiti radove jaružanja i regulacijske radove za povečanje dubine plovnog puta Save na Dionici XIII	X	X	X	X	X
DTW14	568.8 588.2	Izvršiti radove jaružanja i regulacijske radove za povečanje dubine plovnog puta Save na Dionici XIV	x	x		x	X

5.1. Sanacija riječnih zavoja

Postoji 24 riječna zavoja sa radijusom manjim od 360 m, što je minimalan radijus za dvosmjerni promet za plovni put klase IV. U izvještaju idejnog projekta sanacija riječnih zavoja nije uzeta u obzir. Pretpostavlja se da će na tim dionicama biti primijenjen jednosmjerni promet. Konzorcij se slaže s tim pristupom jer korekcije zavoja obično znače velike troškove i značajne utjecaje na okoliš te također mogu uzrokovati promjene granica. Za zavoje se mora uključiti sustav obilježavanja te se moraju stvoriti razna područja za mimoilaženje plovnih sustava. Projekti predloženi za poboljšanje riječnih zavoja predstavljeni su u tablici 8.

Tablica 8. Predloženi projekti poboljšanja riječnih zavoja,[7]

Opis projekta		
#	Kilometraža	Opis
RB1	480.4 511.8	Konstrukcija područja čekanja i prometnih uputa na 2 oštra riječna zavoja na Dionici XI
RB2	511.8 546.8	Konstrukcija područja čekanja i prometnih uputa na 6 oštrih riječnih zavoja na Dionici XII
RB3	546.8 568.8	Konstrukcija područja čekanja i prometnih uputa na 2 oštra riječna zavoja na Dionici XIII
RB4	568.8 588.2	Konstrukcija područja čekanja i prometnih uputa na 1 riječnom zavoju na Dionici XIV

Međutim, postoji 11 riječnih zavoja sa radijusom manjim od 240 m, što je minimalan radijus za jednosmjerni promet. To znači da, najvjerovatnije, tim neće moći biti moguće prolazak i mimoilaženje plovila klase IV u dvosmjernoj plobvidbi, te je potrebna analiza plovidbeno-tehničkih karakteristika rijeke Save kojima bi se odredio način uređenja riječnog korita i prilagodio plovni put uvjetima plovidbe.

Radovi na mostovima su obavezni budući da most u Jasenovcu (visina ispod mosta 5.98 m) ne raspolažu sa dovoljnom visinom ispod mosta za plovni put klase IV. Potrebna visina mosta od 7 m osigurava djelotvoran kontejnerski promet tri reda kontejnera na rijeci Savi[30]. Prognoza kontejnerskog prometa ne očekuje se da će započeti na rijeci Savi u bližoj budućnosti. U skladu s tim, most u Jasenovcu će trebati premjestiti, ali ne neophodno u kratkom roku.

Most u Galdovu je također prenizak (visina ispod mosta 5.19 m) za kriterije plovnog puta klase IV. Međutim, uzvodno od mosta Sava će vjerojatno ostati plovni put klase III, i time premještanje mosta neće biti potrebno.

5.2. Obilježavanje rijeke Save

Trenutna situacija na Savi dozvoljava ograničeni sistem obilježavanja. Samo pojedine dionice koje su najteže za navigaciju obilježene su plutačama, međutim Agencija za plovne putove planira proširiti sustav tako da pokriva hrvatski dio rijeke Save. Pogotovo na bosanskoj strani rijeke, sustav obilježavanja pokriva samo najopasnije dionice[31].

Cjelokupno obilježavanje uzduž Save vrši se prema Pravilniku o plovidbi na unutarnjim vodama (NN, br.50/02) i u skladu je sa međunarodnim standardima. Predloženi projekti vezani za obilježavanje predstavljeni su u tablici 9.

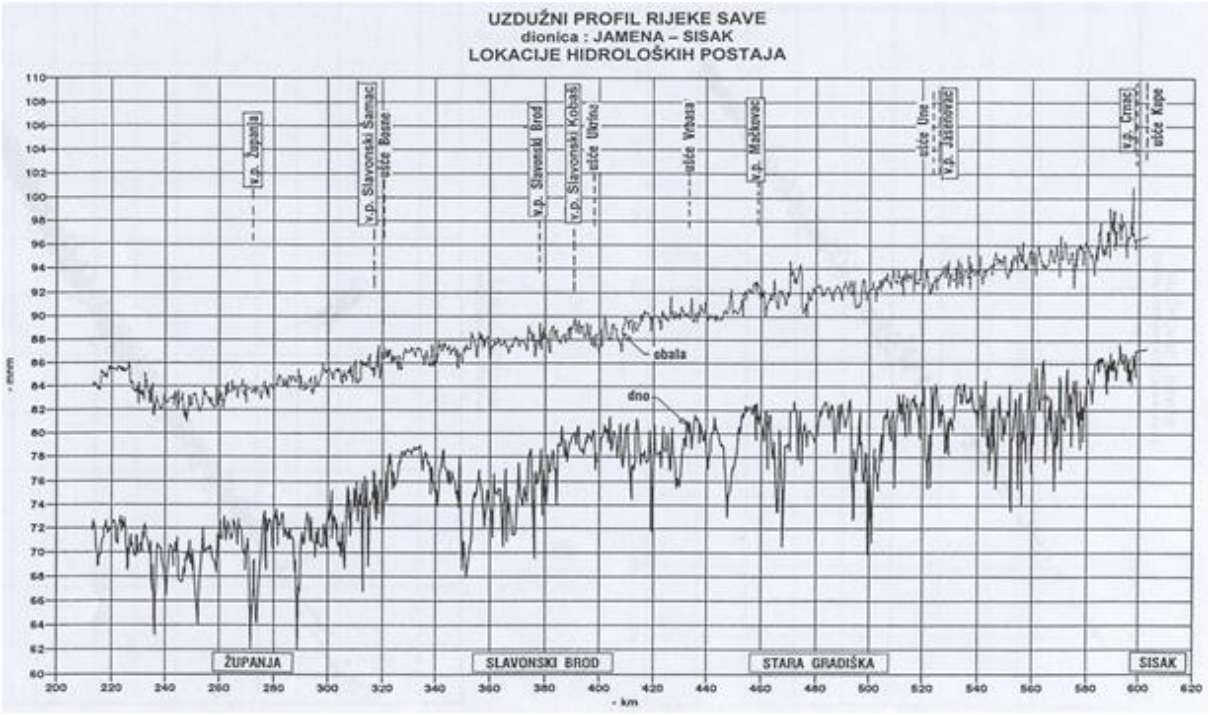
[30] Skupina autora: Predstudija izvodljivosti za rijeku Savu - Poglavlje 3: Unapređenje Save, Međunarodna komisija za sliv rijeke Save, Zagreb, 2008.
[31] Skupina autora: Predstudija izvodljivosti za rijeku Savu - Poglavlje 3: Unapređenje Save, Međunarodna komisija za sliv rijeke Save, Zagreb, 2008.

Tablica 9. Projekti unapređenja sustava obilježavanja plovnog puta, [7]

Opis projekta		
#	Kilometraža	Opis
M1	207	Unapređenje sustava obilježavanja i zaostalog održavanja za dionicu srpska granica - Oprisavci
	335	
M2	335	Unapređenje sustava obilježavanja i zaostalog održavanja za dionicu Oprisavci - Sisak
	651	

5.3. Topografija

Prikazom slike 2. može se zaključiti da je Sava tipična vijugava rijeka sa brojnim oštrim riječnim zavojima uzduž njenog toka. Prosječni nagib dna rijeke je oko 4 do 5 e^{-5} m/m, što kvalificira Savu kao tipičnu nizinsku ili rijeku srednjeg toka. Slika 2. prikazuje longitudinalnu dionicu Save od Jamene (Srbija) do Siska u Hrvatskoj. Donja linija predstavlja donju visinu rijeke ispod centra osi plovnog puta.



Slika 2. Longitudinalni profil, [7]

Drugi karakterističan aspekt razmatra pojavu prirodnih pragova ili stepenica na riječnom dnu. Pragovi su locirani oko 300 – 340 km, 380 – 400km i oko 580 – 600 km. Oni se ponašaju kao prirodne brane gdje niža dubina vode na vrhu uzrokuje poteškoće za plovidbu. Navedeni pragovi također uzrokuju krivulju potisnute vode koja rezultira većim dubinama vode uzvodno, što je povoljno za navigaciju.

6. PRIMJENA REGULACIJSKIH GRAĐEVINA I RADOVA U FUNKCIJI UREĐENJA RIJEČNOG KORITA ZA PLOVIDBU RIJEKOM SAVOM

Da bi se moglo govoriti o problematici plovidbe potrebno je dati osnovne informacije o prirodnim tokovima sa stajališta plovidbe. Općenito, može se konstatirati da riječni tok se sastoji od krivina, s kraćim pravocrtnim dionicama između njih. Za razliku od mora i jezera, na rijekama postoji struja ili tok, sila koja izravno utječe na plovidbu. Brzina kretanja vode u rijeci ovisi o dva najvažnija faktora:

- pada (nagiba) dna korita rijeke;
- količini mase vode[32].

Kako je pad dna korita rijeke konstanta, povećanje ili smanjenje brzine toka ovisi o povećanju ili smanjenju količine vodene mase, odnosno oscilacije vodostaja rijeke. Brzina toka rijeke u poprečnom profilu nije svugdje jednaka. Na površini i prema sredini rijeke je veća, a prema obalama i dnu manja. U pravilu, najveća brzina (matica rijeke) odgovara najvećoj dubini. Pored podužnog strujanja vode, postoje još i poprečna strujanja i kružna kretanja (vrtlozi i limani).

Ova strujanja nastaju kod naglih promjena dubina ili širina rijeke, uslijed podvodnih prepreka, kod preljeva, itd. Na primjer, kada rijeka naiđe na „ćošak- kut“ – „naklju“ (mjesta gdje rijeka pravi oštre krivine i gdje obala zadire u rijeku) dolazi do naglog skretanja dijela vodene mase u suprotnom smjeru pored obale, stvarajući privid „da rijeka teče uzvodno“.

Nepovoljno djelovanje vodene struje na plovidbu reflektira se u sljedećem:

- Brzina uzvodne plovidbe umanjena je za veličinu brzine toka rijeke;
- Nizvodna plovidba može biti ugrožena ako se kod manevra ne uzme u obzir sila vodene struje. Na primjer, da bi brod u nizvodnoj plovidbi sigurno pristao, potrebno je izvršiti manevar okreta i zauzeti uzvodni kurs. Pri tom manevru, da bi okret uspio, uzima se u obzir brzina riječnog toka i širina vodnog zrcala. Manevar treba izvesti pravovremeno kako bi brod zauzeo povoljnu poziciju u odnosu na mjesto pristajanja. Naime, kod jakih vodenih struja i slabih strojeva, dešava se da se brod nakon manevra okreta nađe znatno nizvodnije od mjesta pristajanja;

[32] Skupina autora: Priručnik za plovidbu na rijeci Savi, Međunarodna komisija za sliv rijeke Save, Zagreb, 2014.

.

- U slučajevima otkazivanja pogonskog uređaja brod biva nošen strujom vode pri čemu prijeti opasnost od havarije, udara u druga plovila, kamenitu obalu, stup mosta itd. Da bi se to spriječilo, aktivira se rezervni pogon (ako postoji), obara se sidro ili se uz pomoć vesla prilazi obali i u trenutku kontakta sa obalom plovilo se zadržava i vezuje.

Konkavna obala je vanjska obala u krivini. Prate je veća dubina i veća brzina struje vode. Matica rijeke ide bliže konkavnoj obali. Konveksna obala je unutarnja obala u krivini. Pored nje su uvijek slabija strujanja vode, uslijed čega dolazi do ostavljanja nanosa, što rezultira manjim dubinama pri obali u odnosu na konkavnu obalu. Lijeva i desna obala određuju se prema toku rijeke, promatrano uvijek od izvora prema ušću, dok se dužina rijeke računa i obilježava od ušća prema izvoru te se izražava u kilometrima.

Vodni tokovi nose velike količine nanosa (zemlja, šljunak, pijesak, mulj, krečnjak). Kada vučna sila toka nije dovoljna da održi čestice nanosa u riječnom toku, nanos se taloži na dnu rijeke. Nanos koji voda stvara pri rušenju konkavne obale prenosi se u dva pravca – jedan prema suprotnoj konveksnoj obali, a drugi duž obale koju napada taložeći se na njenom izbočenom dijelu. Pri promjeni vodostaja, dolaskom visokih voda, nanos biva odnošen i taložen na drugom mjestu (tzv. „seleći sprudovi“) pa se na mjestima gdje su bili sprudovi pojavljuju dubine i obratno.[33]

Ako je korito rijeke, gdje matica ide sa jedne na drugu obalu široko, snaga vode znatno slabi (slabi brzina toka) tako da se veći dio nanosa taloži u srednjem dijelu rijeke, stvarajući pri tome poprečne sprudove, od kojih kasnije nastaju ade, koje dijele riječni tok na rukavce.

Nanos se taloži i na pravocrtnom toku rijeke uz obalu, gdje je voda mirnija. Najveća taloženja nanosa su na ušćima rijeka. Sprudovi mogu nastati i kada se vodenoj masi na putu u riječnom koritu nađe nekakva prepreka, bilo prirodna ili umjetna, pri čemu voda gubi brzinu i snagu pa se povećava brzina taloženja nanosa.

6.1. Reguliranje rijeka za potrebe plovidbe

Djelovanje vode u riječnom koritu izaziva stalne promjene kako u koritu tako i na obalama. To se reflektira prije svega u rušenju obala, što ugrožava obrambene nasipe, nekontrolirano prenosi pijesak, šljunak i drugi materijal čime stvara nove sprudove. Zbog svega toga dolazi do premještanja – pomjeranja plovnog puta i promjene osnovnih gabarita

[33] Skupina autora: Priručnik za plovidbu na rijeci Savi, Međunarodna komisija za sliv rijeke Save, Zagreb, 2014.

– širine i dubine. Cilj reguliranja riječnog toka je stvaranje i održavanje dubina, širina i polumjera krivina u granicama koje omogućuju sigurnu plovidbu. Radovi na regulaciji za potrebe plovidbe po pravilu se uklapaju u opću regulaciju riječnih korita, čime se doprinosi zaštiti od poplava, sprječava nagomilavanje leda, odnosno otklanjaju se opasnosti od takozvanih „ledenih poplava“ i drugih štetnih utjecaja vode. Drugim riječima, cilj regulacije rijeke je stabilizirati obale te njezino korito formirati za potrebe plovidbe. Mjere uređenja prirodnog vodotoka za potrebe plovidbe vrlo su raznovrsne i mogu se svesti uglavnom na:

- Reguliranje riječnoga korita;
- Kanaliziranje riječnoga toka.[34]

Spomenute mjere koriste se i u kombinacijama. Reguliranje riječnog korita za potrebe plovidbe ima za cilj formiranje plovnog puta određenog gabarita pri niskom plovidbenom vodostaju (NPV), i niskom usporenom nivou (NUN). Regulacijske aktivnosti mogu biti trojake:

- *biotehničke mjere*, kada se na primjer, primjenjuju različiti tipovi vegetacije za zaštitu obala od rušenja;
- *bagerski radovi* u riječnom koritu na prokopavanju, čišćenju i održavanju plovnog puta određenih dimenzija te
- *uređenje plovnog puta*, primjenom klasičnih regulacijskih radova i građevina.

Spomenute regulacijske mjere mogu biti pojedinačne ili u kombinaciji. Regulacija riječnog korita za plovidbu primjenom regulacijskih građevina i radova najzastupljenija je na unutarnjim vodama. U reguliranju prirodnog vodotoka za potrebe plovidbe izravnu primjenu svakako imaju regulacijske građevine u riječnom koritu, kao i radovi na prosijecanju riječnih krivina (meandara). Regulacijske građevine služe za:

- osiguranje obala od rušenja;
- stvaranje novih obala;
- smanjivanje zakrivljenosti, odnosno povećavanje polumjere krivina;
- zatvaranje rukavaca;
- pri niskim vodostajima, za produbljivanje suženog riječnog korita koristeći riječni pad i time povećavanje protjecajnog profila rijeke;
- stabilizaciju korita rijeke.

[34] Skupina autora: Priručnik za plovidbu na rijeci Savi, Međunarodna komisija za sliv rijeke Save, Zagreb, 2014.

Regulacijske građevine prave se od kamena, pijeska, vrbovog granja, pruća, nearmiranog i armiranog betona, raznih vrsta žica, pocinčanih žičanih mreža, plastičnih folija ispunjenih pijeskom, itd.

6.2. Obaloutvrde

Obaloutvrde se grade na konkavnim riječnim obalama, koje su podložne rušenju zbog djelovanja vodene struje u krivinama. Utvrđivanjem obala sprječava se premještanje riječnog korita. Najčešće se grade od tucanika i lomljenog kamena ili betonskih blokova na podlozi od šljunka. Veliki je broj tipova konstrukcija obaloutvrda koje se koriste u vodogradnjama. Osnovna podjela je:

- vertikalne
- kose konstrukcije.[35]

Vertikalne konstrukcije trebaju prenijeti u tlo horizontalna opterećenja, dok kod kosih konstrukcija samo tlo preuzima ta opterećenja (pitanje stabilnosti kosina). Vertikalne konstrukcije dijelimo na dvije osnovne grupe, također vezano uz prijenos horizontalnih sila. U prvu grupu spadaju gravitacijske konstrukcije kod kojih se horizontalna opterećenja prenose na tlo posredstvom vlastite težine građevine. Kod tog tipa, u samoj se konstrukciji ne pojavljuju vlačna naprezanja. Druga grupa predstavlja tipove kod kojih se horizontalna opterećenja prenose u tlo posredstvom unutarnjih sila u konstrukciji.

Kose obaloutvrde uglavnom dijelimo prema tipovima obloge. Najčešće se za oblogu koristi kamen u raznim varijantama:

- Kamenomet (rip-rap);
- Rukom slagana obloga (roliranje);
- Zidana obloga u mortu;
- Kameni blokovi povezani asfaltnim mastiksom;
- Kamen u gabionskim madracima.

Zbog jednostavnosti konstrukcije i konkurentne cijene izvođenja, kose konstrukcije su najzastupljenije kao rješenje za obaloutvrde. Svaka kosa obaloutvrda ima dva bitna

[35] Skupina autora: Priručnik za plovidbu na rijeci Savi, Međunarodna komisija za sliv rijeke Save, Zagreb, 2014.

konstitutivna elementa koja ju karakteriziraju i kojima se suprostavlja hidrodinamičkim djelovanjima vode. To su obloga i posteljica[36].

6.3. Prave paralelne građevine

Prave paralelne građevine (uzdužne) primjenjuju se također za reguliranje konkavnih obala, i to na onim sektorima rijeke gdje je potrebno građevinu praviti u koritu, kako bi se ublažile krivine. Mogu biti od kamena, vreća punjenih pijeskom, na podlozi od tucanika ili fašinskih madraca (fašina – snop od vrbovog pruća). Tijelo paralelne građevine je povezano s obalom traverzama, čime se stvaraju međutraverzna polja. U njima se smanjuje brzina vodene mase koja prelijeva traverze, što povećava brzinu istaloženja nanosa i sprječava protjecanje vode između građevine i obale. Tako se ubrzava stvaranje nove obale. Prave paralelne građevine se mogu primijeniti i za reguliranje pravocrtnih riječnih dionica ukoliko je potrebno suziti korito, odnosno, povećati dubinu. U tom se slučaju one grade paralelno lijevoj i desnoj obali rijeke.

6.4. Naperi

Naperi (pera) su najčešće primjenjivani tip građevina. Grade se po pravilu u konveksnim obalama, a iznimno i na pravocrtnim dionicama. Prave se isključivo u serijama. Djelovanje napera je dvojako:

- sužavaju riječno korito, povećavaju pad, dubinu i propusnu moć korita u pogledu prijenosa nanosa,
- izazivaju taloženje nanosa u međunaperskim poljima[37].

Pri srednjim i visokim vodostajima, voda koja prelijeva napere gubi brzinu, odnosno prenosnu snagu, te materijal koji nosi deponira u međunaperska polja, čime se postiže formiranje nove obale. Ukoliko se konveksna obala regulira naperima, suprotna konkavna obala mora biti zaštićena obaloutvrdom ili pravom paralelnom građevinom.

6.5. Regulacijska pera i paralelne građevine

Regulacijska pera i paralelne građevine često su konkurentna rješenja za istu namjenu. Svako od njih ima svoje prednosti i nedostatke. Tako će paralelne građevine u odnosu na pera imati prednosti zbog ujednačenog tečenja uz građevinu, zbog kontinuirano definirane regulacijske linije, nema generiranja lokalnih erozija u koritu i uz njih je ujednačen pronos

[36] Skupina autora: Priručnik za plovidbu na rijeci Savi, Međunarodna komisija za sliv rijeke Save, Zagreb, 2014.
[37] Skupina autora: Priručnik za plovidbu na rijeci Savi, Međunarodna komisija za sliv rijeke Save, Zagreb, 2014.

nanosa. Nedostaci paralelnih građevina bit će visoki troškovi građenja, teško i skupo ispravljanje grešaka, poteškoće u izvođenju zbog otežanog temeljenja u dubokoj vodi, zbog usporenog zasipanja staroga korita i zbog potrebe za jakim osiguranjem nožice građevine. Ono što su kod pera nedostaci, kod paralelnih građevina su prednosti i obrnuto.

Nedostaci pera se očituju u izazivanje poprečnih strujanja u koritu vodotoka, česta oštećenja kod velikih voda (prelijevanje preko pera) i definiranje regulacijske linije su točkasta (a ne kontinuirana).

Razvijeni su i posebni tipovi regulacijskih pera, takozvana „kukasta“ i „T“ pera. Ona su kombinacija uzdužnih građevina i pera, odnosno glava pera je završena dijelom uzdužne građevine. Tim tehničkim rješenjima izbjegnuti su najveći nedostaci regulacijskih pera vezanih uz točkasto definiranje obale te izazivanja poprečnih strujanja u vodotoku[38].

6.6. Pregrade

Pregrade imaju značajnu ulogu u reguliranju rijeka koje karakteriziraju brojni rukavci i račvanje riječnog toka. Nakon izbora rukavca kojim će se odvijati plovidba, ostali rukavci se zatvaraju pregradama, čime se tok vode koncentrira u jedan rukavac. Isto tako, pregrade se koriste za pregrađivanje napuštenih rukavaca pri presijecanju riječnih krivina.

6.7. Prosijecanje riječnih krivina

Prosijecanje riječnih krivina je jedna od veoma čestih regulacijskih mjera na vodotocima s oštrim krivinama. Prosijecanje se sastoji u formiranju novog riječnog korita koje odgovara uvjetima plovidbe i kojim se skraćuje tok rijeke, a koristi se na mjestima gdje se prirodni meandar želi skratiti zbog potreba plovnosti, povećanja protočnosti vodotoka ili potreba korištenja meandra za druge svrhe (npr. osnivanje luke ili formiranje zimovnika). Na mjestu prokopa kombinira se niz regulacijskih građevina. To su obaloutvrde na koritu vodotoka ispred i iza prokopa, zatim kamene deponije na samom prokopu, kineta prokopa kao inicijalno korito te pregrade.

Obaloutvrde spriječavaju neželjene promjene na koritu vodotoka ispred i iza prokopa. Kineta, kao inicijalno korito, izvodi se kao kanal do razine podzemne vode i uvijek se trasira bliže konveksnoj (unutarnjoj) obali zavoja korita. Deponije služe kontroli procesa širenja prokopa i ograničavanju na projektiranu širinu. Pregrade se izvode s uzvodne i nizvodne

[38] Skupina autora: Priručnik za plovidbu na rijeci Savi, Međunarodna komisija za sliv rijeke Save, Zagreb, 2014.

strane prokopa ili samo s uzvodne strane, međutim izbor pregrade ovisi o tome dali će se korito koristiti u svrhu neke luke ili u svrhu rekreacijskih sportova i drugih aktivnosti. Pregrade se izvode tek nakon što se gotovo u cijelosti formira novo korito, odnosno dok se novo korito ne stavi u funkcijoniranje do te mjere da njime može nesmetano protjecati voda, nanos i led (kako ne bi izazvale prevelik uspor vode i eventualno poplave uzvodno od prokopa). Pregrade ubrzavaju proces konačnog formiranja prokopa, ali se obično izvode u fazama (ili po visini ili po duljini) kako bi se do potpunog formiranja korita kroz staro korito mogle propuštati određene količine velikih vodnih valova. Prokopi su relativno agresivni zahvati na vodotoku koji imaju za posljedicu promjenu režima tečenja, režima pronosa nanosa te promjenu geometrije korita, ne samo na lokaciji prokopa, nego i šire[39].

6.8. Uređenje riječnih ušća

Uređenje riječnih ušća izvodi se u krivini i to na konkavnoj obali matične rijeke, čime se osigurava najefikasnije miješanje voda jednog i drugog vodotoka i odnošenje nanosa i leda. Da bi ušće ostalo trajno, mora se učvrstiti odgovarajućim regulacijskim građevinama, najčešće obaloutvrdama. Problemi koji se javljaju pri regulaciji ušća pritoka su hidrološko–hidrauličke prirode. Odnose se na režim pritoka, režim matične rijeke, odnos režima pritoka i matične rijeke (problem koincidencije velikih voda, problem propagacije poplavnog vala) i karakter bujičnosti pritoka. Promjena vodostaja u matičnoj rijeci izaziva uspor ili depresiju u pritoku. Kod uspora nastaje deponiranje nanosa u pritoku, dok se u slučaju depresije može očekivati erodiranje korita pritoka i deponiranje nanosa nizvodno od ušća u matičnoj rijeci.

Izazivaju li velike vode pritoka uspor vode u matičnoj rijeci, treba očekivati taloženje nanosa uzvodno od ušća u matičnoj rijeci[40].

Pri smanjenju vodnog vala pritoka, mogu se očekivati povećane brzine u matičnoj rijeci s izraženim erozijskim djelovanjem i taloženjem nanosa nizvodno od ušća. Kada regulacijske građevine zbog niskih vodostaja predstavljaju opasnost za plovidbu, obilježavaju se oznakama sigurnosti plovidbe. Visina paralelnih građevina, traverza i napera određena je visinskom kotom. Naime, njihov gornji kraj („kruna“) je na koti – visina minimalnog plovidbenog nivoa plus 1 metar. Kako je na svim vodomjerima određena visina minimalnog

[39] Skupina autora: Priručnik za plovidbu na rijeci Savi, Međunarodna komisija za sliv rijeke Save, Zagreb, 2014.
[40] Skupina autora: Priručnik za plovidbu na rijeci Savi, Međunarodna komisija za sliv rijeke Save, Zagreb, 2014.

plovidbenog nivoa, za svaki mjerodavni vodomjer može se odrediti vodostaj na kojem se pojavljuje gornji kraj građevine ili napera. Kako nautičari s malim plovilima krstare i van plovnog puta, ovi su im podaci veoma važni. Na temelju iznesenog uvijek mogu znati dubine vode na građevinama, odnosno, da li su i koliko te građevine izašle iz vode. Pregrade koje zatvaraju pojedine rukavce u pravilu se postavljaju na istoj visinskoj koti kao i naperi i druge regulacijske građevine. Međutim, neke pregrade su i sa višom kotom od ostalih regulacijskih građevina (obično 1 metar) a razlozi su hidrotehničke prirode. Neke pregrade su sa kraćim trupom i nižom kotom krune, što omogućava prolaz manjih plovila pri niskim vodostajima[41].

6.9. Kanaliziranje riječnog toka

Kanaliziranje riječnog toka podrazumijeva njegovo pregrađivanje u jednom ili više profila umjetnim pregradama – branama, čime se bitno mijenja njegov hidrološki režim i ostvaruju povoljni navigacijski uvjeti. Zbog pregrađivanja riječnog toka formira se diskontinuitet u nivou vodnog ogledala (razlika u nivou gornje i donje vode) koji plovila svladavaju pomoću prevodnica, dizalica ili strmih ravni za plovila[42].

[41] Skupina autora: Priručnik za plovidbu na rijeci Savi, Međunarodna komisija za sliv rijeke Save, Zagreb, 2014.
[42] Skupina autora: Priručnik za plovidbu na rijeci Savi, Međunarodna komisija za sliv rijeke Save, Zagreb, 2014.

7. ZAKLJUČAK

Unapređenje rijeke Save na kategoriju IV omogućilo bi integraciju unutarnje plovidbe Hrvatske u intermodalni prometni sustav Europe. Europski ugovori o glavnim unutarnjim plovnim putevima moraju biti poštovani od svih članica okvirnog sporazuma o slivu rijeke Save. Također se trebaju poštovati i ostali ugovori koji su potpisani za unutarnju plovidbu. Zaštita okoliša je ključna za razvitak odnosno unapređenje rijeke Save budući da rijeka teče kroz bogatu biološku raznolikost i ne bi se trebala uništavati okolna priroda bogatstva.

Iz poglavlja 3. se može zaključiti da unutarnji plovni putovi su definirani nekim segmentima tehničkih osobina i operativnih kriterija. Tehničke osobine i operativni kriteriji unutarnjih plovnih putova imaju funkciju da svrstaju plovne putove koji su za E plovidbu i za one koji moraju biti unaprijediti da postanu E plovni putovi. Jedna od glavnih tehničkih osobina E plovnih putova je da plovni put mora zadovoljiti minimalne dimenzije 85 m x 9.5 m, a operativni kriteriji mora omogućiti plovidbu za cijelo plovidbeno razdoblje.

Ključni kriteriji klasifikacije plovnog puta ovisi o osnovnim dimenzijama plovila koja se koriste, a varijable temeljem kojih se odlučuje su dužina, širina i gaz plovila, nosivost plovila kao i međuprostor mostova. Prilikom istraživanja može se zaključiti da plovidbeno-tehničke karakteristike rijeke Save ne odgovaraju mjerilima AGN sporazuma. Općenito se podrazumjeva da plovila kategorije III i IV mogu ploviti sa rasterećenim gazom više od 95% vremena tijekom godišnjeg razdoblja. Istraživanje Projekta vođen od strane Savske komisije: Predstudija izvodljivosti za rijeku Savu zaključuje da je u trenutnoj situaciji plovni put na kojem je zaista moguća plovidba vrlo skromne kvalitete. Fizički parametri Save uzrokuju nepovoljne plovidbene uvjete vezane uz:

- ograničen gaz tijekom duljih perioda;
- oštre riječne zavoje koji ograničavaju duljinu i širinu plovila i konvoja.

Drugi problemi za plovidbu su:

- ograničena širina ispod mostova;
- nedostatan stupanj obilježenosti.

Postoji 24 riječna zavoja sa radijusom manjim od 360 m, što je minimalan radijus za dvosmjerni promet za plovni put klase IV. Međutim, postoji 11 riječnih zavoja sa radijusom manjim od 240 m, što je minimalan radijus za jednosmjerni promet. To znači da, najvjerojatnije, tim neće moći biti moguće prolazak i mimoilaženje plovila klase IV u

dvosmjernoj plovidbi, te je potrebna analiza plovidbeno-tehničkih karakteristika rijeke Save kojima bi se odredio način uređenja riječnog korita i prilagodio plovni put uvjetima plovidbe. Prema Agenciji za plovne putove planiraju se proširenja sustava tako da obilježi cijelu hrvatsku stranu rijeke Save sa plutačama.

Potrebni radovi su jaružanje i hidrotehnički radovi koji se koriste za popravak plitkih sekcija koja trenutno ne omogućuju klasificiraju plovnog puta kao međunarodni plovni put. Kako bi se unaprijedile 14 dionice rijeke Save između granice sa Srbijom i Siska u Hrvatskoj predloženo je niz radova:

- Konstrukcija pera za usmjeravanje toka, što će uzrokovati ubrzanje gornjeg toka u središnjem dijelu rijeke. Veći stupnjevi erozije time će uzrokovati produbljenje rijeke;
- Kostrukcija obaloutvrda kako bi se izbjegle erozija koju će uzrokovati nova pera i kako bi se zaštitile erodirne obale. Zbog smanjenja vodostaja Save se urezuje dublje u krajolik, rezultat je da dolazi do strmih i odjetljivih obala.;
- Kostrukcija pragova na dnu rijeke kako bi se podigao vodostaj;
- Sanacija postojećih pera i obaloutvrda. Većina sanacijskih radova vezani su uz radove glede postojećih obaloutvrda je ugroženo zbog neprestanog smanjenja vodostaja.
- Jaružanje kako bi se povećala dubina vode.

Predstudija izvodljivosti za rijeku Savu je dala nekoliko preporuka oko unapređenja plovidbenih-tehničkih značajka rijeke Save gdje je stavila naglasak na ključne točke nastavka unapređenja. Razvitak rijeke Save za navigaciju bi tebalo razmatrati na nivou riječnoga sliva i trenutnog smanjenje vodostaja i degradacije razine korita bi moglo imati dalekosežne posljedice na riječni sliv rijeke Save. Zbog zavoja koji ne zadovoljavaju uvjete klase IV treba provjeriti tvrdnje lokalnih stručnjaka koji tvrde da na postojećim zavojima mogu prolaziti plovila klase IV. Tako da Predstudija izvodljivosti za rijeku Savu predlaže simulaciju tih zavoja radi utvrđivanja mogućeg prolaska kroz zavoje bez velikog ulaganja.

Najveći problem stvara 11 riječnih zavoja koji imaju manji radijus od dopuštenog za dvosmjerni promet. Postoje dva prijedloga za sanaciju 11 riječnih zavoja od kojih je jedan da se ti zavoji saniraju odnosno prošire za dvosmjeran promet, dok je drugi prijedlog da se

obavlja jednosmjerni promet, ali da se omogući brodovima siguran prolaz, odnosno, da imaju prostor za mimoilaženje. Također bi se mostovi morali izgraditi s odgovarajućim visinama jer sadašnji ne odgovaraju klasi IV.

Reguliranje riječnog korita za potrebe plovidbe ima za cilj formiranje plovnog puta određenog gabarita pri niskom plovidbenom vodostaju (NPV), i niskom usporenom nivou (NUN). Regulacijske aktivnosti mogu biti trojake:

- biotehničke mjere, kada se na primjer, primjenjuju različiti tipovi vegetacije za zaštitu obala od rušenja;
- bagerski radovi u riječnom koritu na prokopavanju, čišćenju i održavanju plovnog puta određenih dimenzija te
- uređenje plovnog puta, primjenom klasičnih regulacijskih radova i građevina.

Prosijecanje riječnih krivina je jedna od najčešćih regulacijskih mjera na vodotocima s oštrim krivinama. Da bi se dobio realističan plan rada za implementaciju projekata, treba izdvojiti prioritetne projekte na temelju hitnosti ili važnosti projekata. Podjela je napravljena prema tri tipa:

- 1. prioritet: Jako hitni projekti koji će u kratkom roku povećati sigurnost i raspoloživost rijeke Save kao načina transporta. Jaružanje i regulacijski radovi od Slavonskog Broda do granice sa Srbijom trebaju se izvršiti u kraćem roku da bi se rijeka Sava osposobila za međunarodnu plovidbu. Nadalje, sustav obilježavanja treba se unaprijediti na cijeloj Savi, dok sigurnost prometa treba biti zagarantiran u zavojima u uzvodnom dijelu Save;
- 2. prioritet: Hitni projekti koji će srednjoročno omogućiti razvoj unutarnje plovidbe predviđeni su za unapređenje cijele Save do Siska na plovni put klase IV, kao što je navedeno u AGN sporazumu. Projekti DTW6 - DTW14 koji se sastoje od raznog jaružanja i regulacije kako bi se zadovoljili zahtjevi plovnog puta klase IV, uključeni su u ovu kategoriju. Dionice koje stvaraju najveće probleme za plovidbu bit će prve sanirane u skladu sa nacrtom idejnog projekta;
- 3. prioritet: Manje hitni projekti koji će doprinijeti razvoju unutarnje plovidbe. Preostali projekti sastoje se od konstrukcije novog mosta na gornjem dijelu Save kako

bi se osigurala visina ispod mosta od 7 m, što omogućuje transport tri sloja kontejnera umjesto trenutnih dva sloja.

LITERATURA

1. Radionov, N., Ćapeta, T., Marin, J.: Europsko prometno pravo, Pravni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2011.;
2. Horvat, L.: Pravo unutarnje plovidbe, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2003.;
3. Ostojić, M. (2000.): Mreža plovnih rijeka Europe i transkontinentski plovni put Rajna-Majna-Dunav, Naše more, 47, Veleučilište u Dubrovniku, 1-2;
4. Dadić, I., Smoljić, LJ., Đaković, N.: Organizacija i eksploatacija riječnog prometa, Dio 1, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1994.;
5. Kaštela, S., Horvat, L.: Prometno pravo, Školska knjiga, Zagreb, 2008.;
6. Dundović, Č., Šantić, I., Kolanović, I.: Ocjena postojećeg stanja i smjernica razvitka sustava unutarnjeg vodnog prometa u Republici Hrvatskoj, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2009.;
7. Skupina autora: Projekt vođen od strane Savske komisije: Predstudija izvodljivosti za rijeku Savu - Poglavlje 3: Unapređenje Save, Međunarodna komisija za sliv rijeke Save, Zagreb, 2008.;
8. Skupina autora: Predstudija izvodljivosti za rijeku Savu – Poglavlje 5: Ekologija, Međunarodna komisija za sliv rijeke Save, Zagreb, 2008.;
9. Skupina autora: Priručnik za unutarnju plovidbu u Republici Hrvatskoj, CRUP d.o.o., Zagreb, 2006.;
10. Skupina autora: Priručnik za plovidbu na rijeci Savi, Međunarodna komisija za sliv rijeke Save, Zagreb, 2014.;
11. Kavran, N., Brnardić, M.: Autorizirana predavanja iz kolegija Plovni putovi, akademska godina 2015./2016., Fakultet prometnih znanosti, Zagreb.
12. Rogić, K., Protega, O.,A.: Autorizirana predavanja iz kolegija Plovna sredstva 1-Prezentacija, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015.g.
13. Skupina autora: Srednjoročni plan razvitka vodnih putova i luka unutarnjih voda Republike Hrvatske (2009.-2016.), Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture, Zagreb, 2008.;
14. Konvencija o režimu plovidbe na Dunavu (NN 13/98 M.U.), Ministarstvo vanjskih i europskih poslova, Beograd, 1948.;
15. http://zakon.poslovna.hr/public/europski-ugovor-o-glavnim-unutarnjim-plovnim-putovima-od-medunarodnog-znacaja/242622/zakoni.aspx (7.6.2016.g.)

16. http://www.savacommission.org/dms/docs/dokumenti/documents_publications/strategies/strategy_on_implementation_of_the_fasrb/strategy_on_implementation_of_the_fasrb_final_bih_bosanski.pdf (10.5.2016.god)
17. http://www.zeljeznice.net/forum/index.php?/topic/13541-rijeeno-brodarstvo-i-unutarnji-plovni-putevi-u-hrvatskoj-i-svijetu/ (4.6.2016.god)
18. http://www.savacommission.org/dms/docs/dokumenti/documents_publications/publications/navigation_publication/prirucnik_za_plovidbu_na_rijeci_savi/e_prirucnik_za_plovidbu_na_rijeci_savi_latin

POPIS KRATICA

ADN - Europski sporazum o međunarodnom prijevozu opasnih tvari unutarnjim plovnim putovima

AGN - Europski ugovor o glavnim unutarnjim plovnim putovima od međunarodnog značaja

CCNR - Centralna komisija za navigaciju rijekom Rajnom

CLN - Konvencija u vezi ograničenja odgovornosti vlasnika plovila unutarnje plovidbe

ECMT - Europska konferencija ministara prijevoza

UN/ECE - Ekonomska komisija Ujedinjenih naroda za Europu