



INTERNATIONAL SAVA RIVER BASIN COMMISSION

PRIRUČNIK ZA PLOVIDBU NA RIJECI SAVI



PRIRUČNIK
ZA PLOVIDBU
NA RIJECI
SAVI

**PRIRUČNIK ZA PLOVIDBU
NA RIJECI SAVI**

Nakladnik:

Međunarodna komisija za sliv rijeke Save
Kneza Branimira 29
Zagreb, Hrvatska
Tel: +385 1 488 69 60
E-mail: isrbc@savacommission.org
Web: www.savacommission.org

Uređivačko povjerenstvo:

Dragan Zeljko, Krunoslav Sopčec, Duško Isaković, Goran Šukalo

Stručno povjerenstvo:

Krunoslav Sopčec, Goran Šukalo, Vladimir Seničić,
Željko Radić, Duško Isaković

Jezik:

Hrvatski (BiH)

Naklada:

Digitalno izdanje

Grafičko oblikovanje:

Tijana Dinić



PRIRUČNIK ZA PLOVIDBU NA RIJECI SAVI

Zagreb, 2023.

PREDGOVOR

Nakon višegodišnjeg predanog sakupljanja građe i rada na njezinoj sistematizaciji, veliko nam je zadovoljstvo predstaviti vam drugo dopunjeno izdanje Priručnika za plovidbu na rijeci Savi. S obzirom da je prvo izdanje polučilo velike pohvale i imalo pozitivan odjek u stručnoj javnosti i obrazovnim sustavima država članica Okvirnog sporazuma o slivu rijeke Save, ovo dopunjeno izdanje pokrilo je najnovije tehnološke trendove i prakse u unutarnjoj plovidbi. Sveobuhvatnost ovoga izdanja priručnika za plovidbu već je tijekom njegove pripreme potvrđena od strane velikog broja naših suradnika koji su i sami dali značajan doprinos pri izradi odnosno utvrđivanju koncepcije i sadržaja Priručnika. Ovo izdanje priručnika obuhvaća gotovo sva važna pitanja i teme iz područja unutarnje plovidbe tako da u jednome dijelu obrađuje opće teme iz područja unutarnje plovidbe, a u drugome se dijelu bavi posebnostima plovnoг puta i plovidbe na rijeci Savi.

Tajništvo Međunarodne komisije za sliv rijeke Save (Savske komisije) priredilo je ovo izdanje Priručnika s ciljem daljnjeg unaprijeđenja znanja i informiranosti, kako o plovidbi na rijeci Savi, tako i o osnovnim principima plovidbe na unutarnjim vodama općenito.

Pri izradi Priručnika korišten je materijal iz svih dostupnih publikacija, a posebna pažnja posvećena je iskustvima i mišljenjima brojnih stručnjaka, kojima se ovom prilikom posebno zahvaljujemo. Svjesni da je ostalo još neobrađenih tema iz područja unutarnje plovidbe, Tajništvo će i nadalje činiti napore na prikupljanju i pripremi dostupne građe za naredna izdanja Priručnika za plovidbu na rijeci Savi. Također, ne manje važno je napomenuti da ćemo ovo izdanje učiniti dostupnim širokom krugu korisnika kako u obliku tiskane brošure tako i u digitalnom izdanju na službenoj internetskoj stranici Savske komisije. Glede toga, pozivamo sve one koji uoče bilo kakve nedosljednosti, nedostatke ili pogreške da svojim komentarima, primjedbama i prijedlozima omoguće što vjerodostojnija naredna izdanja sukladna najnovim dostignućima i trendovima u unutarnjoj plovidbi.

Uvjereni smo da će se vrijednosti ovoga Priručnika potvrditi u praksi te da će pružiti praktičnu pomoć kako brodarstvu, tako i onima koji se školuju ili pripremaju za stjecanje ovlaštenja za zvanja u unutarnjoj plovidbi.

PREDGOVOR	5
-----------	---

1. OPĆA OBILJEŽJA RIJEKE SAVE	11
--------------------------------------	-----------

1.1 OPĆI I HIDROGRAFSKI PODACI O SLIVU RIJEKE SAVE	11
1.2 POVIJEST PLOVIDBE NA RIJECI SAVI	14

2. PLOVNI PUT RIJEKE SAVE	21
----------------------------------	-----------

2.1 ZNAČAJKE PLOVNOG PUTA	21
2.2 KLASIFIKACIJA PLOVNOG PUTA	22

3. INFRASTRUKTURA	33
--------------------------	-----------

3.1 LUKE I PRISTANIŠTA	33
3.1.1 Pristanište i skladišta Sisak	36
3.1.2 Putničko pristanište Sisak	36
3.1.3 Bazen Galdovo	36
3.1.4 Naftna luka Crnac	36
3.1.5 Pristanište rafinerija Brod	36
3.1.6 Luka Slavonski Brod	37
3.1.7 Naftna luka Rušćica	37
3.1.8 RTC Luka Šamac	37
3.1.9 Luka Brčko	37
3.1.10 Luka Leget	38
3.1.11 Slobodna zona Šabac	38
3.1.12 Putničko pristanište Beograd	39
3.2 UNUTARNJI VODNI PUTOVI	39
3.2.1 Zimovnici i zimska skloništa	39
3.2.2 Hidrograđevni objekti	42
3.3 OBILJEŽAVANJE VODNOG – PLOVNOG PUTA	55
3.3.1 Uvjeti koje moraju zadovoljiti oznake i znakovi i Plan obilježavanja	57

3.3.2	Vidljivost znakova i svjetala	57
3.3.3	Obilježavanje karakterističnih sektora rijeke	60
3.3.4	Obilježavanje meandrirajućih sektora	61

4. OSNOVE BRODOGRADNJE I PROPULZIJA 73

4.1	OSNOVE BRODOGRADNJE	73
4.1.1	Brodске konstrukcije	74
4.1.2	Hidrodinamika plovila	79
4.1.3	Brodovi i konvoji u unutarnjoj plovidbi	84
4.2	OPREMA BRODA	87
4.3	POGONSKA POSTROJENJA	93
4.4	PROPULZIJA	101
4.4.1	Kombinacije propulzora i kormila	102
4.4.2	Upravljačko-propulzioni sustavi (Steering Propulsion Unit)	103
4.4.3	Hibridni Propulzijski Sustav (HSPS)	108
4.4.4	Dobre i loše strane ASPU i HSPS	108
4.4.5	Kavitacija	109
4.4.6	Rezime	110
4.4.7	Kormilo	111

5. STABILITET I KRCANJE TERETA 115

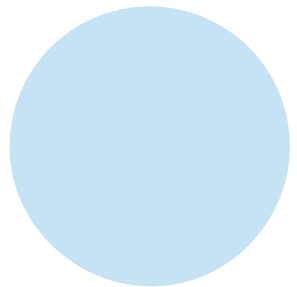
5.1	OSNOVE STABILITETA	115
5.2	STATIČKI STABILITET	116
5.2.1	Poprečni stabilitet	117
5.2.2	Uzdužni stabilitet	119
5.2.3	Stabilitet forme i stabilitet težina	120
5.3	DINAMIČKI STABILITET	121
5.4	SLOBODNE POVRŠINE I NJIHOV UTJECAJ NA STABILITET	121

5.5	KRCANJE TERETA	124
5.5.1	Raspored tereta na brodu	124
5.5.2	Teške i lake vrste tereta	125
5.5.3	Uzdužni raspored tereta	127
5.5.4	Priprema broda za krcanje tereta	127
5.5.5	Nadzor nad teretom u plovidbi	128
5.5.6	Krcanje, slaganje i prevoz raznih vrsta tereta	129
5.5.7	Najčešći sistemi pakiranja u suvremenom vodnom transportu	131

6. NAVIGACIJA, MANEVAR I VOĐENJE PLOVILA	135
---	-----

6.1	POJAM I PODJELA	135
6.2	NAVIGACIJSKA OPREMA	137
6.2.1	Dubinomjer	138
6.2.2	Radar	140
6.2.3	Žirokompas – Žiroskop	145
6.2.4	Brzinomjer	147
6.2.5	Brodski barometar	148
6.2.6	Dalekozor – Binokular	149
6.2.7	Radiotelefonski uređaj	150
6.3	PRIRUČNICI ZA PLOVIDBU	151
6.3.1	Navigacijske karte	151
6.3.2	Daljinar	156
6.3.3	Album mostova	156
6.3.4	Priopćenja brodarstvu	157
6.4	RIJEČNI INFORMACIJSKI SERVISI	157
6.5	BRODSKE ISPRAVE I KNJIGE	162
6.5.1	Brodski dnevnik	162
6.6	FORMIRANJE KONVOJA	164
6.6.1	Formiranje tegljenih konvoja	164
6.6.2	Formiranje potiskivanih konvoja (sastava)	171

6.7	IZVEZIVANJE (VEZ)	173
6.8	MANEVRIRANJE	174
6.8.1	Manevarska svojstva plovila	176
6.8.2	Meteorološki i hidrološki uticaj	179
6.9	VOĐENJE PLOVILA – NAVIGACIJA	183
6.10	OBILJEŽAVANJE PLOVILA	189
6.11	UDES I HAVARIJE	206
7.	HIDROMETEOROLOGIJA	211
7.1	OPĆENITO O HIDROMETEOROLOGIJI	211
7.2	VODOSTAJI	214
7.2.1	Visoki vodostaj	215
7.2.2	Niski vodostaj	216
7.2.3	Merenje vodostaja	216
7.2.4	Vodomjerne postaje	218
7.2.5	Izračun dubine pomoću vodostaja	220
7.2.6	Određivanje visine prolaza ispod mostova	220
7.3	METEOROLOGIJA I OPĆE METEOROLOŠKE POJAVE	224
7.4	METEOROLOŠKE I ASTRONOMSKE POJAVE VAŽNE ZA UNUTARNJU PLOVIDBU	230
8.	VODIČ KROZ PLOVNI PUT RIJEKE SAVE	235
8.1	SEKTORI I PODSEKTORI	235
8.1.1	Sektor Gornja Sava (rkm 594 – rkm 467)	235
8.1.2	Sektor Srednja Sava (rkm 467 – rkm 139)	239
8.1.3	Sektor Donja Sava (rkm 139 do rkm 0)	249
8.2	POTEŠKOĆE U PLOVIDBI RIJEKOM SAVOM USLJED HIDROMETEOROLOŠKIH PRILIKA	253
	LITERATURA	256



1. OPĆA OBILJEŽJA RIJEKE SAVE

1.1 OPĆI I HIDROGRAFSKI PODACI O SLIVU RIJEKE SAVE

Nijedna rijeka ne završava na svojim obalama. Svaka rijeka i njezin sliv imaju svoja vlastita različita staništa i vrste koji obogaćuju život u slivu – život ljudi različitih kultura, naroda i zemalja. Tako je i s rijekom Savom, koja protječe kroz četiri države: Republiku Sloveniju, Republiku Hrvatsku, Bosnu i Hercegovinu i Republiku Srbiju. Rijeka Sava isto tako povezuje i tri glavna grada četiri pomenute države: Ljubljana u Sloveniji, Zagreb u Hrvatskoj i Beograd u Srbiji. Četvrti glavni grad – Sarajevo u Bosni i Hercegovini, također pripada slivu rijeke Save.

Rijeka Sava je treća najduža pritoka rijeke Dunav, ali s najvećim prosječnim protokom. Nastaje spajanjem dviju manjih rijeka u Sloveniji, Save Dolinke i Save Bohinjke, u jedinstven tok kod Radovljice te dalje teče kroz Hrvatsku, Bosnu i Hercegovinu, Srbiju i ulijeva se u Dunav u Beogradu (Srbija).

Od Radovljice Sava teče kroz Kranjsku i Ljubljansku kotlinu, a zatim kroz Litijsko-Kršku klisuru dugu 90 km. Kod Brežica ulazi u Panonsku nizinu i njezinim južnim obodom teče sve do ušća. Prosječan uzdužni pad od ušća Kupe u Savu pa do ušća u Dunav iznosi 42 mm/km, što rezultira jakim krivudanjem toka karakterističnim za ravničarske rijeke.

Zbog ovakvog malog pada, Sava nije u stanju pronositi nanos koji unose pritoci, već ga taloži u koritu ispod ušća pritoka stvarajući pri tome mnogobrojne sprudove i plićake, što pri niskim vodostajima još više otežava pa i na izvjesno vrijeme potpuno onemogućuje plovidbu. Režim voda rijeke Save je kišno-snežni s prosječnom brzinom toka od 3,2 m/s.

Duljina rijeke Save, od izvora smještenog u zapadnim slovenskim planinama do ušća u Beogradu, iznosi oko 944 km. Sliv, s površinom od 97.713 km², obuhvaća velik dio teritorija Slovenije, Hrvatske, Bosne i Hercegovine, Srbije, Crne Gore i mali dio teritorija Albanije (Tablica 1.). S prosječnim protokom od oko 1.700 m³/s, rijeka Sava predstavlja najznačajniji prtok Dunava, jer doprinosi s gotovo 25% ukupnog protoka Dunava. To znači da održivi razvoj sliva rijeke Save ima značajan utjecaj na slivno područje rijeke Dunav.

Država	Površina sliva po državi (km ²)	Udio sliva po državi (%)
Slovenija	11.734,8	12,0
Hrvatska	25.373,5	26,0
Bosna i Hercegovina	38.349,1	39,2
Srbija	15.147,0	15,5
Crna Gora	6.929,8	7,1
Albanija	179,0	0,2
Ukupno	97.713,2	100,0

Tablica 1. Osnovni podaci o slivu rijeke Save

Rijeka Sava je značajna za sliv rijeke Dunav i zbog izvanredne raznolikosti krajobraza i raznovrsnosti biodiverziteta. U njezinu slivu se nalazi najveća cjelina aluvijalnih močvara u slivu rijeke Dunav (Posavina – središnji dio sliva rijeke Save) i velika ravničarska šumska područja. Rijeka Sava je jedinstven primjer rijeke s još uvijek netaknutim poplavnim područjima, koja ublažavaju poplave i podržavaju biodiverzitet.

U slivu rijeke Save nalazi se i sedam Ramsarskih područja, točnije, Cerkniško Jezero (SLO), Lonjsko Polje (HRV), Crna Mlaka (HRV), Bardača (BiH), Zasavica (SRB), Obedska bara (SRB) i Peštersko Polje (SRB), koja uključuju područja značajna za biljni svijet i ptice, kao i zaštićena područja na nacionalnoj razini te Natura 2000 područja.

Osnovne informacije o glavnim pritocima rijeke Save dane su u Tablici 2.

Naziv rijeke	Pritoka (l – lijeva; d – desna)	Sliv [km ²]	Duljina [km]	Država	Površina po državi [km ²]
Ljubljanka	d	1.860,0	41,0	SLO	
Savinja	l	1.849,0	93,9	SLO	
Krka	d	2.247,0	94,6	SLO	
Sutla/Sotla	l	584,3	88,6	SLO, HRV	SLO – 450,8 km ² HRV – 133,5 km ²
Krapina	l	1.244,0	65,6	HRV	
Kupa/Kolpa	d	10.225,6	297,2	HRV, SLO	HRV – 8.412,0 km ² SLO – 1.101,0 km ² BiH – 712,6 km ²
Lonja	l	4.286,1	82,8	HRV	
Ilova	l	1.815,7	100,3	HRV	
Una	d	9.828,9	214,6	BiH, HRV	BiH – 8.142,9 km ² HRV – 1.686,0 km ²
Vrbas	d	6.273,8	249,7	BiH	
Orljava	l	1.615,7	99,5	HRV	
Ukrina	r	1.504,0	80,7	BiH	
Bosna	d	10.809,8	281,6	BiH	
Tinja	d	904,0	99,4	BiH	
Drina	d	20.319,9	346,0	BiH, CG, SRB, ALB	BiH – 7.118,9 km ² CG – 6.929,8 km ² SRB – 6.092,2 km ² ALB – 179,0 km ²
Bosut	l	2.943,1		HRV, SRB	HRV – 2.375,0 km ² SRB – 568,1 km ²
Kolubara	d	3.638,4	86,6	SRB	

Tablica 2. Glavni pritoci rijeke Save

1.2 POVIJEST PLOVIDBE NA RIJECI SAVI

Prva organiziranija ljudska naselja, u doba prapovijesti, stvarala su se na obalama rijeka i jezera. Treba napomenuti da je na obalama velikih rijeka udaren temelj prvim znanostima u daljnjem razvoju ljudskog društva: astronomiji i geometriji. Promatrajući povijesni razvoj brodogradnje, a brod kao proizvod brodograđevne djelatnosti, vidjet će se da niti jedna ljudska tvorevina ne daje tako vjernu sliku stupnja razvitka čovječanstva, kao što je to slučaj s brodom.

Razvojem brodogradnje i brodarenja pojavljuju se prvi brodovi na vesla koji su plovili samo nizvodno, a kasnije upotrebom više vesala počela je i plovidba uzvodno tamo gdje je to brzina toka rijeka dopuštala. Vuču brodova uz vodu – uzvodno obavljali su i konji, a u pojedinim slučajevima i ljudi i konji (ovaj način tegljenja nazivao se 'kopitarenje').

Sve do kraja 5. stoljeća nove ere vesla su bila glavno pogonsko sredstvo, dok su jedra bila pomoćna pogonska opcija i to, ako je vjetar puhao u krmu broda.

Kod mjesta Donja Dolina na rijeci Savi, otkriveno je naselje iz brončanog doba (oko 4000 godina p.n.e.) u kojem je između ostalog iskopan i jedan čamac duljine 12,5 m, izdubljen u hrastovom stablu. Taj se čamac, kao i još jedan manji od 5 m, čuvaju u Zemaljskom muzeju u Sarajevu.

Ne može se povući oštra granica između doba brodova s pogonom na jedra i brodova na vesla. Može se samo otprilike odrediti da je jedro počelo prevladavati nad veslom krajem 12. i početkom 13. stoljeća, kada je pojava današnjeg krmenog pera omogućila razapinjanje većih jedara. Otkriće novih pomorskih putova i zemalja krajem 15. stoljeća još više doprinosi razvoju jedrenjaka i uopće brodogradnje i brodarstva, uz stalno povećanje veličine brodova, njihove brzine, manevarskih sposobnosti te razvoju modernih navigacijskih instrumenata.

Za nagli razvoj brodarstva i brodogradnje krajem 18. stoljeća presudni su značaj imali: opći porast proizvodnih snaga, pronalazak parnog stroja (osamdesetih godina 18. stoljeća), primjena čeličnih konstrukcija

umjesto drvenih, prijelaz sa zanatskog na industrijski način proizvodnje, primjena znanstvenih metoda u brodogradnji umjesto dotadašnjih iskustvenih te kasnije pronalazak propelera (vijaka) – sredinom 19. stoljeća.

Prvi parni brodovi (parobrodi) pojavili su se na rijekama, što je razumljivo, uglavnom iz dva razloga: prvo, na rijekama su pogodnije prilike za plovidbu (voda je mirnija nego na moru pa nema opasnosti od valova) i drugo, zbog riječne struje parobrodi su bili potrebni na rijekama nego na moru gdje se jedrima moglo ipak nesmetano ploviti i manevrirati.

Prvi parobrod nastao je dvadesetak godina prije parne lokomotive. Tko je bio izumitelj prvog parobroda teško je točno odrediti. Smatra se da je to bio Robert Fulton, Amerikanac iz Pensilvanije, po zanimanju slikar, rođen 1765. godine, koji je u New Yorku sagradio velik i čvrst parobrod, 'Clermont' opremljen parnim strojem nabavljenim u Europi (tvrtka „Bulton i Vat“). Osnovne značajke parobroda bile su: duljina 40,5 m, širina 5,48, visina boka 2,74 m, deplasman 180 tona te parni stroj od, za to vrijeme nevjerojatnih, 50 konjskih snaga. Parobrod „Clermont“ zaplovio je rijekom Hudson 17. kolovoza 1807. godine.

Godine 1816. na europskom kontinentu pojavili su se prvi parobrodi koji su sagrađeni u Engleskoj, i to na Seni, Rajni i Labi.

Prvi parobrod na Dunavu, kojim su izvršene probe, zaplovio je 1817. godine. Godine 1818. u Beču je sagrađen parobrod „Karolina“ koji je s 20 tona tereta plovio uzvodno 3,5 km/h, a nizvodno 15 km/h.

1829. godine u Beču je osnovano „Prvo dunavsko parobrodarsko društvo“ (Erste Donau Dampfschiffarts Gesellschaft – DDSG).

Godine 1830. parobrod „Franc I“ obavio je prvu plovidbu od Beča do Budimpešte i smatra se prvim parobrodom redovne linijske plovidbe na Dunavu.

1834. godine kroz Đerdap je prošao prvi parobrod „Karolina“ koji je prometovao na liniji Beč – Oršava.

Razvojem suvremenog brodarstva, odnosno pojavom prvih parobroda, pojavila se potreba za regulacijom rijeke Save.

1834. godine parobrod „Sophia“ u vlasništvu Francuza (60 ks i 300 t nosivosti) uplovljava u Savu sa zadaćom ispitivanja plovidbenih uvjeta da bi 11. rujna 1838. isti parobrod uplovio u Sisak. Četiri godine kasnije već je deset parobroda bečkog Dunavskog Lloydja plovilo između Beča i Siska, a prvi je hrvatski parobrod „Florisdorf“ kupljen u srpnju 1844. Parobrod „Florisdorf“ krenuo je iz Beča 21. kolovoza 1844. i stigao u Sisak 8. rujna 1844. Dan kasnije parobrod je promijenio ime u „Sloga“. Bio je to prvi hrvatski parobrod uopće, uključujući i riječne i morske parobrode (prvi hrvatski morski parobrod „Hrvat“ zaplovio je tek 1879. godine). Na redovnoj putničkoj liniji „Sloga“ je plovila 1. i 15. u mjesecu nizvodno od Siska u Zemun, a 6. i 21. u mjesecu uzvodno od Zemuna prema Sisku. No „Sloga“ je samo godinu kasnije, 14. rujna 1845., doživjela havariju kod mjesta Bošnjaci i potonula. U samo sedam dana nakon havarije „Sloge“, u sisačku luku je uplovio parobrod „Carl“ bečkog Dunavskog Lloydja koji dobiva isključivo pravo plovidbe na rijeci Savi. 1846. godine parobrod „Panonija“ uplovio je u Savu i pristao u Sisku. U siječnju 1856. pristupilo se regulaciji Save te je stvorena mješovita austrijsko-turska komisija s obzirom da je desna obala bila pod turskom vlasti.

Ozbiljniji radovi na regulaciji Gornje Save, radi osposobljavanja za komercijalnu plovidbu, počeli su još davne 1871. godine i uz manje prekide traju i danas.

Inače, još 1829. godine u Šapcu je radila radionica za popravak brodova i skela, a u njoj su pored ostalih, popravljani i dunavski brodovi iz Poreča i Gradišta.

Prvi Srpski riječni parobrod „Deligrad“ duljine 58 m, širine 7 m, deplasmana 275 tona sa snagom od 100 konjskih snaga zaplovio je Dunavom 1862. godine. „Deligrad“ je sa šest teglenica koje je srpska vlada nabavila u Italiji, prevezio sol i petrolej iz Rumunjske, a po potrebi i putnike. Bio je naoružan s dva topa. Ovaj brod je potopljen 6. travnja 1941. godine na prvom kilometru rijeke Save, a potopila ga je vlastita posada.

1877. godine stavljene su i prve kilometarske oznake od Siska do Zemuna. Nakon 1. svjetskog rata nastavlja se s regulacijom i Sava postaje plovna do Rugvice, a Kupa od ušća do Pokupskog.

Godine 1870. u Sisku je utemeljeno „Parobrodarsko društvo Šipuš i Morović“, koje je imalo dva parobroda: „Hrvat“ i „Slavian“. Osamdesetih godina 19. stoljeća ovo brodarsko društvo prelazi u ruke novoosnovanog „Bosanskog parobrodarskog društva“, sa sjedištem u Brčkom. Društvo je spomenute brodove preimenovalo u „Unu“ i „Sarajevo“ te je sagradilo još pet novih brodova: „Vrbas“ i „Bosnu“ za plovidbu Savom, te „Drinu“, „Zvornik“ i „Lim“ za plovidbu Drinom.

1890. godine u Beogradu je osnovano „Prvo Srpsko privilegirano društvo“. Društvo je od Srpske države otkupilo brod „Deligrad“, a u Italiji brod „Mačva“, tegljač „Beograd“, parobrod „Stig“ kao i veći broj teglenica. S ovakvom flotom uspostavljen je redovan promet iz Beograda za Dubavicu i Šabac.

Godine 1897. Rudolf Dizel objavio je pronalazak svog motora s unutarnjim izgaranjem (dizelski motor) koji je pokrenuo tehnološku revoluciju u brodarstvu i njegova primjena na rijekama počinje 1912. godine.

U razdoblju između dva svjetska rata, dva najjača industrijska pogona Rafinerija Shell i Talionica Caprag bit će formirani uz samu obalu rijeke Save, čime je naglašena gospodarska važnost ove rijeke za šire područje Sisačke regije.

Nakon završetka 1. svjetskog rata 1918. godine, u novoformiranoj državi Srba, Hrvata i Slovenaca zatekao se velik broj brodova austrougarskih i njemačkih brodarstava. Rapalskim ugovorom 1920. godine dodjeljen joj je veći dio tih brodova, tako da je s dobivenim plovnom parkom tadašnja država bila prva po veličini flote na prostoru podunavlja.

U srpnju 1945. godine osniva se Glavna uprava riječnog prometa, a u okviru nje se formira Državno riječno brodarstvo, koje 1947. godine dobiva naziv Jugoslovensko državno riječno brodarstvo. Od 1952. poslije reorganizacije i decentralizacije dobiva naziv Jugoslovensko riječno brodarstvo – JRB, koji ostaje sve do danas. Uzimajući u obzir tehničku zastarjelost tadašnje flote, sredinom pedesetih godina dolazi do izgradnje brodova, motornih tegljača (poznate „JOTA“ flote), motornih teretnjaka, riječno-morskih brodova i teglenica za rasute te tank-potisnice za tekuće terete. Do tada je prosječna starost putničkih

brodova iznosila 60, tegljača 40, a teglenica za suhi i tekući teret 45 godina. Novu flotu sačinjavaju: „Džervin“, „Veternik“, „Košutnjak“, „Topčider“, „Jablanik“, „Javornje“, „Jagodnja“, „Jelašnica“ (po kojima je „JOTA“ flota dobila ime), „Vitorog“, „Trebević“, „Dinara“, „Komovi“, „Udarnik“, „Junak“, „Vitez“, „Kolubara“, „Mlava“, „Tamnava“ i „Morava“. 1961. u promet je uključen čuveni motorni tegljač „Tara“, koji je bio angažiran u sektoru Đerdapa i koji će ostati zapamćen po svojoj snazi, sigurnosti plovīdbe i svom prelijepom izgledu.

Nakon 2. svjetskog rata upravo će rijeke Sava i Kupa doživjeti izrazitu ekspanziju potaknutu planovima za industrijalizaciju tadašnje države, a od 1952. godine u Sisku je smješten Dunavski Lloyd, jedna od vodećih brodarskih kompanija osnovana nakon decentralizacije tadašnjeg dežavnog riječnog brodarstva. Na rijeci Kupi tada je izgrađena moderna riječna luka koja je, zahvaljujući svojim kapacitetima, postala gospodarska vrijednost grada.

Godine 1955. u nekoliko se navrata pokušala oživjeti često osporavana plovība uzvodno od Galdova, no najpoznatiji slučaj bio je brod „Bačka“ koji je stigao pod Jakuševački most u Zagrebu. Tada je izvršen transport bagera i karavana iz Siska u Zagreb, koji je uz dosta dramatičnih trenutaka završio uspješno i pokupio mnoštvo pohvala tadašnje javnosti.

Od 1956. do 1961. godine u riječnim i morskim brodogradilištima izgrađen je, za tadašnje jugoslovenske prilike, značajan broj plovniha jedinica. Tih godina u promet su pušteni, i za dunavske prilike jaki, motorni tegljači kao što su „Biokovo“, „Sisak“, „Boris Kidrić“ te motorni tank tegljači „Caprag“ i „Sisak“.

Osamdesetih godina prošlog stoljeća došlo je do značajnog povećanja vučnih i potisnih kapaciteta te je rashodovan veći dio zastarjele transportne tehnologije. Tih je godina i transport rijekom Savom dostizao svoj maksimum, a njegovu okosnicu su činili rasuti tereti pretovarani u luci Brčko te transport sirove nafte i naftnih derivata za potrebe rafinerija Brod i Sisak.

Zbog ratnih događanja i raspada bivše SFRJ, devedesetih godina prošlog stoljeća došlo je do potpunog prekida plovīdbe i bilo kakvog

značajnijeg održavanja plovnog puta. Treba napomenuti i to da je do tada rijeka Sava imala nacionalni režim plovidbe, a inozemnim se plovilima dozvoljavala plovidba uz posebno odobrenje.

Nakon normalizacije odnosa na ovim prostorima došlo je do djelomične obnove plovidbe, ali samo za brodove pribrežnih država što je objektivno predstavljalo problem za daljnji razvoj ovog vida prometa.

Potpisivanjem Okvirnog sporazuma o slivu rijeke Save i Protokola o režimu plovidbe uz Okvirni sporazum 3. prosinca 2002. godine, na rijeci Savi je proglašen međunarodni režim plovidbe. Istodobno su otpočele značajne, usklađene aktivnosti na obnovi plovnog puta i harmonizaciji propisa u slivu rijeke Save u području unutarnje plovidbe.



2.

PLOVNI PUT RIJEKE SAVE

2.1 ZNAČAJKE PLOVNOG PUTA

Međunarodni plovni put na rijeci Savi i njezinim pritocima definiran je Protokolom o režimu plovidbe uz Okvirni sporazum o slivu rijeke Save te podrazumijeva rijeku Savu od riječnog kilometra 0 do riječnog kilometra 594,00, rijeku Kolubaru od riječnog kilometra 0 do riječnog kilometra 5, rijeku Drinu od riječnog kilometra 0 do riječnog kilometra 15, rijeku Bosnu od riječnog kilometra 0 do riječnog kilometra 5, rijeku Vrbas od riječnog kilometra 0 do riječnog kilometra 3, rijeku Unu od riječnog kilometra 0 do riječnog kilometra 15, i rijeku Kupu od riječnog kilometra 0 do riječnog kilometra 5.

Općenito, plovni put rijeke Save dijelimo na tri sektora i to:

- Gornja Sava od rkm 594 do rkm 467;
- Srednja Sava od rkm 467 do rkm 139
- Donja Sava od rkm 139 do rkm 0

Sava je plovna za veće brodove od Siska (uvjetno je za manja turistička plovila plovna od Rugvice kraj Zagreba) sve do njezina ušća u Dunav u Beogradu. Zbog dugogodišnjeg nedovoljnog održavanja plovnog puta, Sava nije dovoljno uređena za plovidbu. Isto tako, izuzev na dijelu Donje Save, na plovnom putu postoje oštri zavoji čiji su polumjeri (radijusi) ispod 200 m što znatno otežava plovidbu, posebice za potiskivane konvoje. Smatra se da je za normalno odvijanje plovidbe neophodan polumjer krivine 360 m. Nadalje, tu su plićaci koji se pojavljuju pri niskom vodostaju, dok pri visokim vodostajima rijeka ruši obalu i proširuje korito, čime smanjuje dubinu. Osim navedenog, na plovnom putu postoje razne umjetne zapreke koje ometaju plovidbu, od nepovoljno postavljenih mostova do potopljenih plovila. Plovni je put obilježen prema trenutnom stanju u kojemu se nalazi, a sustav obilježavanja

mijenjat će se sukladno uređenju plovnog puta. Razvoj Riječnih informacijskih servisa, općenito će olakšati plovidbu, a posebice noćnu plovidbu i plovidbu u lošim vremenskim uvjetima.

Geografski gledano plovni put se prostire između Sredozemlja i Srednje Europe. Uspoređan je s Koridorom 10, a siječe Koridor 5c što mu daje iznimnu važnost pri planiranju prometne strategije svake priobitne zemlje.

Trenutna situacija je takva da plovni put nije dovoljno iskorišten, a njegov geostrateški položaj osigurava razvoj kombiniranog i intermodalnog transporta kojim bi se povezala Srednja i Zapadna Europa s Jadranom. Rehabilitacijom i razvojem plovnih putova i općenito plovne infrastrukture značajno bi se doprinijelo konkurentnosti na tržištu transportnih usluga što je u skladu sa svim strateškim dokumentima transportne politike država potpisnica Okvirnog sporazuma o slivu rijeke Save.

2.2 KLASIFIKACIJA PLOVNOG PUTA

Plovni putovi su predmet homogenog i međunarodno priznatog sustava klasifikacije prema AGN-u (Ugovor o glavnim plovnim putovima od međunarodnog značaja). Ekonomska važnost za međunarodni vodni promet pripisana je plovnim putovima kategorije IV do VII. Ovaj sustav klasifikacije uspostavili su UNECE (Gospodarska komisija Ujedinjenih naroda za Europu) i CEMT (Europska konferencija ministara prometa).

Ključni kriterij klasifikacije ovisi o osnovnim dimenzijama plovila koja se koriste, a varijable temeljem kojih se odlučuje su duljina, 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.

Temeljem prethodno navedene klasifikacije prema AGN-u, Savska komisija je svojim Odlukama br. 26/06 i 13/09 prihvatila Detaljne parametre za klasifikaciju plovnog puta na rijeci Savi na temelju kojih je usvojena i Klasifikacija plovnog puta rijeke Save (Odluke 19/08, 14/12 i 5/17)

Klasifikacija međunarodnog plovnog puta rijeke Save rezultat je trenutnog stanja u kojemu se nalazi plovni put. U budućnosti će doći do manjih korekcija jer će se kontinuirano odvijati projekti koji podrazumijevaju izradu projektne dokumentacije i na temelju nje izvođenje hidro građevinskih radova.

Klasifikacija plovnog puta rijeke Save prikazana je u tablici ispod:

Dionica rijeke Save		Duljina (km)	Kategorija plovnog puta
rkm	rkm		
0,0 Ušće Save	81,0 Kamičak	81,0	Va
81,0 Kamičak	176,0 Rača	95,0	IV
176,0 Rača	196,0 Domuskela	20,0	III
196,0 Domuskela	313,7 Slavonski Šamac Šamac	117,7	IV
313,7 Slavonski Šamac Šamac	338,2 Oprisavci Rit kanal	24,5	III
338,2 Oprisavci Rit kanal	371,2 Slavonski Brod –Brod	33,0	IV
371,2 Slavonski Brod – Brod	594,0 Sisak	222,8	III

Tablica 3. Klasifikacija plovnog puta rijeke Save.

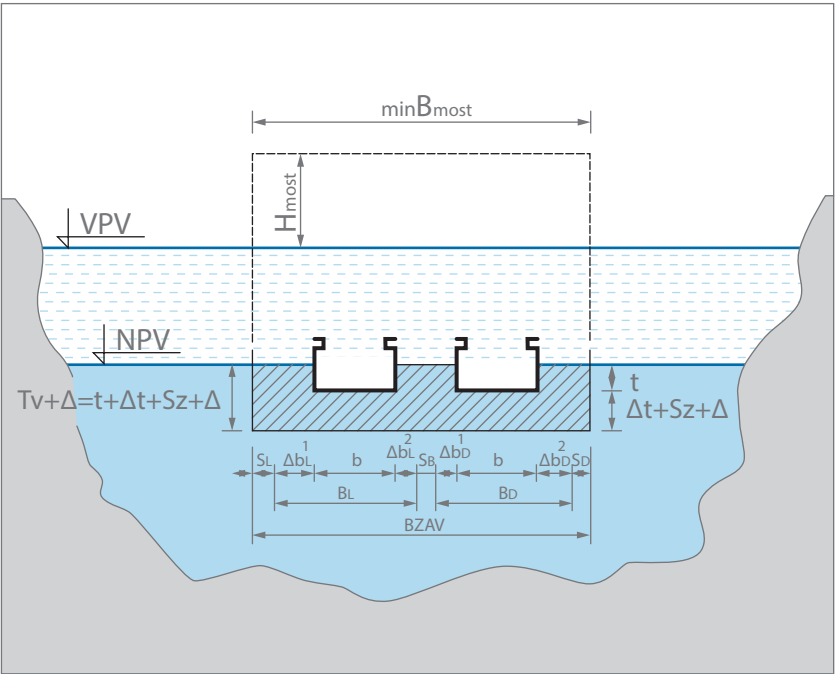
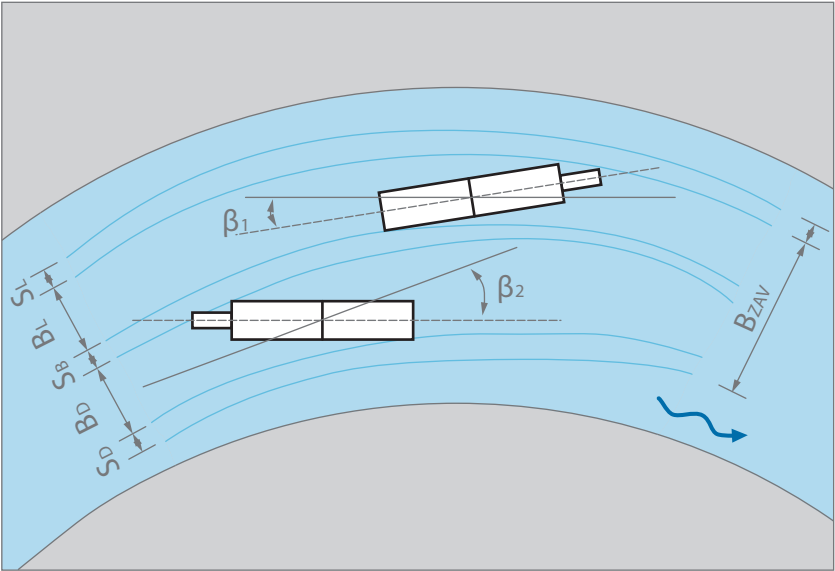
Za bolje razumijevanje ključnih kriterija prema kojima je usvojena gornja klasifikacija plovnog puta, od velike su važnosti Detaljni parametri, a oni su prikazani i objašnjeni u tablici ispod kao i u Dodatku uz priloženu tablicu.

Dodatak 1. Prilozi uz klasifikaciju

IZVOD IZ DETALJNIH PARAMETARA UNUTARNJIH prema klasifikaciji europskih unutarnjih vodnih putova gospodarske komisije										
VODNI PUT	ZNAČAJ		REGIONALNI					MEĐUNARODNI		
	KLASA		I	II		III		IV		
POTISKIVANI SASTAVI	SASTAVI							P.1		
	I (m)					118 – 132		85		
	b (m)					8,2 – 9,0		9,5		
	t (m)					1,6 – 2,0		2,5 – 2,8		
	W (t)					1000 – 1200		1250 – 1450		
GABARIT PLOVNOG PUTA	T (m)							2,3	2,2	
	T _v (m) + Δ		1,3	1,3	1,6	1,6	2	3,3	3,3	
	B (m)		35	45		45		55	30	
	B _{zav} (m)	za min l _{sast}	25	35		40		75	40	
		za max l _{sast}	35	45		45		75	40	
GABARITI ISPOD MOSTOVA I ZRAČNIH KABELA	H _{most} (m)		3	3		4		7		
	min B _{most} (m)		35	45		45		45		30
	H _{kab} (m)	do 110 kV od 250 kV od 400 kV	15 15,75 17	15 15,75 17	15 15,75 17	15 15,75 17	15 15,75 17	15 15,75 17	15 15,75 17	15 15,75 17
	H _{nnkab} (m)		12	12	12	12	12	12	12	12
	B _{kab} (m); B _{nnkab} (m)		B _{kabr} : B _{nnkab} = širina rubova pokosa kanala ili udaljenost							
GABARITI BRODSKIH PREVODNICA	T _{prev} (m)		1,6	2	2,25	2,5	2,5	3,0		
	min B _{prev} (m)		10	10		10		10,0 – 12,5		
	min L _{prev} (m)		60	60		70 – 75		90 – 190		

VODNIH PUTOVA – „PROGRAM SAVA INICIJATIVA“ za Europu pri UN – Povjerenstvo za unutarnji promet (UN/ECE, ŽENEVA 1996.)													
MEĐUNARODNI													
Va		Vb		VIa		VIb		VIc		VII			
P.1		P.1.2		P.2.1		P.2.2		P.3.2	P.2.3	P.3.3			
95 – 110		172 – 185		95 – 110		185 – 195		195	270 – 280	285			
11,4		11,4		22,8		22,8		33	22,8	33–34,2			
2,5 – 4,5		2,5 – 4,5		2,5 – 4,5		2,5 – 4,5		2,5 – 4,5		2,5 – 4,5			
1600 – 3000		3200 – 6000		1600 – 3000		6400 – 12000		9600 – 18000		14500 – 27000			
2,4		2,4	2,4		2,4								
3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,7	3,7	3,6	3,6	3,8	3,8	3,8	3,8
55		35	65		40	75		100	140	120	150		
85		40	95		50	100		120	150	125	170	160	
90		45	100		55	120		150	180	125	200	160	
7		7		9,5	10	9,5	10	9,5	10	9,5	10	9,5	10
55		35	65		40	75		100	140	120	150		
15 15,75 17	15 15,75 17	15 15,75 17	15 15,75 17	15 15,75 17	15 15,75 17	19 20,40 21,9	19 20,40 21,9	19 20,40 21,9	19 20,40 21,9	19 20,40 21,9	19 20,40 21,9	19 20,40 21,9	19 20,40 21,9
12	12	12	12	12	12	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5
vanjskih stopa odbrambenih nasipa kod rijeka iznad VPV + 12,0 m													
4,0		4,5		4,5		4,5		4,75	4,75	4,75			
12,5		12 – 25		26		24 – 26		34 – 37	24 – 26	34 – 37			
115 – 190		190 – 210		230		230		260 – 310	310	310			

l (m)	duljina plovila
b (m)	širina plovila
t (m)	gaz plovila pod punim opterećenjem
W (t)	nosivost plovila
T (m)	dubina gabarita plovnog puta za plovidbu s reduciranim gazom (94% trajanja)
T_v (m)	dubina na razini gaza ispod NPV (s brzinskim utonućem i trimom)
Δ (m)	apsolutna rezerva
B (m)	širina gabarita plovnog puta kod NPV u pravcu
B_{zav}	širina gabarita plovnog puta kod NPV u zavoju
l_{sast}	duljina mjerodavnog plovila ili potiskivanog konvoja
H_{most} (m)	visina slobodnog gabarita ispod mosta
$_{min}B_{most}$ (m)	širina slobodnog gabarita ispod mosta
H_{kab} (m)	visina slobodnog gabarita ispod zračnih naponskih kabela
P.1	
P.1.2	
P.2.1	
P.2.2	
P.3.2	
P.2.3	
P.3.3	
H_{nnkab} (m)	visina slobodnog gabarita ispod zračnih nenaponskih kabela
B_{kab} (m)	širina slobodnog gabarita ispod zračnih naponskih kabela
B_{nnkab} (m)	širina slobodnog gabarita ispod zračnih nenaponskih kabela
T_{prev} (m)	dubina na pragovima prevodnice
$_{min}B_{prev}$ (m)	minimalna širina prevodnice
$_{min}L_{prev}$ (m)	minimalna duljina prevodnice



Slika 1. Poprečni presjek i izgled u planu riječnog korita i vodnog puta u zavojuza mjerodavan slučaj mimoilaženja

VPV	visoki plovni vodostaj
NPV	niski plovni vodostaj
B_{zav}	širina gabarita plovnog puta u zavoju
B_L, B_D	širine plovnih traka
S_L, S_B, S_D	rezervne širine
$\Delta b_L^1, \Delta b_L^2, \Delta b_D^1, \Delta b_D^2$	zanošenje plovila
b	širina plovila
T_v+Δ	dubina plovnog gabarita
t	gaz pod punim opterećenjem
Δt	trim plovila
S_z	brzinsko utonuće
Δ	apsolutna rezerva
H_{most}	visina slobodnog gabarita ispod mosta
min B_{most}	širina slobodnog gabarita ispod mosta
β₁, β₂	horizontalni kutovi zanošenja plovila

Definicije:

Niski plovni vodostaj – NPV:

Niski plovni vodostaj slobodnoprotočne rijeke na nekom vodomjeru odgovara vodostaju 94%-tnog trajnja ($Q_{94\%}$). $NPV = V_{94\%}$ [cm ili m.n.m.], a u bilo kojoj točki slobodnoprotočne rijeke odgovara razini vodnog zrcala od protoka trajanja 94% dana u godini. Određuje se na temelju statističkog proračuna trajanja vodostaja iz 30-godišnjeg razdoblja opažanja. Tradicionalno služi za određivanje plovnog puta kod niskih vodostaja pri čemu se plovība kod manjih rijeka odvija sa smanjenim gazom mjerodavnog plovila.

Visoki plovni vodostaj – VPV:

Visoki plovni vodostaj slobodnoprotočne rijeke na nekom vodomjeru odgovara vodostaju 1%-tnog trajanja ($Q_{1\%}$). $VPV = V_{1\%}$ [cm ili m.n.m.], a u bilo kojoj točki slobodnoprotočne rijeke odgovara razini vodnog zrcala od protoka trajanja 1% dana u godini. Određuje se na osnovu statističkog proračuna trajanja vodostaja iz 30-godišnjeg razdoblja opažanja. Tradicionalno služi za određivanje slobodnog gabarita ispod mostova i ispod zračnih kabela.

Vodostaj 60%-tnog trajanja: $V_{60\%}$

Prema AGN-u [Dodatak IIIb] za svaku klasu vodnog puta kroz 240 dana u godini mora biti zajamčena sigurna plovidba mjerodavnog teretnog plovila pod punim gazom. To odgovara 60%-tnom trajanju godine ($Q_{60\%}$) i može se izraziti s vodostajem 60%-tnog trajanja: $V_{60\%}$ [cm ili m.n.m.], a u bilo kojoj točki slobodnoprotočne rijeke odgovara razini vodnog zrcala od protoka trajanja 60% dana u godini.

Smanjeni gaz

U praksi se plovi i kod vodostaja nižih od NPV. Prema AGN-u [Dodatak IIIb] plovidba na međunarodnim E plovnim putovima (IV. do VII. klase) u principu mora biti osigurana cijelu godinu osim u razdoblju pojave leda. To znači da mora biti osigurana i kod vodostaja nižih od NPV, ali dopušta se smanjeni gaz od 1,2 m.

Δt – trim plovila je statičko utonuće pramca ili krme natovarenog plovila (po uzdužnoj osi plovila, poprečni trim se zanemaruje) i usvojena vrijednost iznosi 0,1 m.

S_z – brzinsko utonuće je posljedica sustava pramčanog i krmenog vala, brzine opstrujavanja brodskog trupa, veličine i oblika plovila ili konvoja, omočenog presjeka plovila ili sastava te skučenosti vodnog puta, a usvojena vrijednost iznosi 0,2 m.

Δ – apsolutna rezerva je uvijek slobodan vodeni jastuk između korita plovila i plovnog puta po kojem se nikad ne odvija plovidba, niti je drugačije zauzet i usvojene vrijednosti su za klase od I – IV = 0,3 m, za klasu V = 0,4 m, za klase VIa i VIb = 0,5 m i za klase VIc i VII = 0,6 m.

Kategorije malih polumjera:

$R_{\min}$ [m] – minimalni polumjer osi plovnog puta u zavoju;

R_{izn} [m] – iznimni polumjer osi plovnog puta u zavoju.

Minimalni polumjeri (radijusi)

Minimalni polumjer zavoja vodnog puta je najmanji polumjer osi plovnog puta po kojem se obavlja nesmetana dvosmjerna plovidba kod niskog plovnog vodostaja.

Iznimni polumjer (radijus)

Iznimni polumjer zavoja plovnog puta je 25–30% manji od minimalnog. Općenito se ne definira, no u praksi se ipak primjenjuje na dionicama rijeka gdje zbog terenskih i urbanih razloga nije moguće primijeniti minimalni. Na tom mjestu tada se primjenjuje veća širina vodnog puta od minimalne proračunane za minimalni radijus.

Plovna traka

Plovna traka je dio vodne površine plovnog puta po kojoj se stalno obavlja plovidba plovila ili konvoja; tj. dio vodnog zrcala koji plovilo ili konvoj, s obzirom na svoju širinu, zanošenje u zavoju, ili vijuganje u pravcu, može u plovidbi dosegnuti.

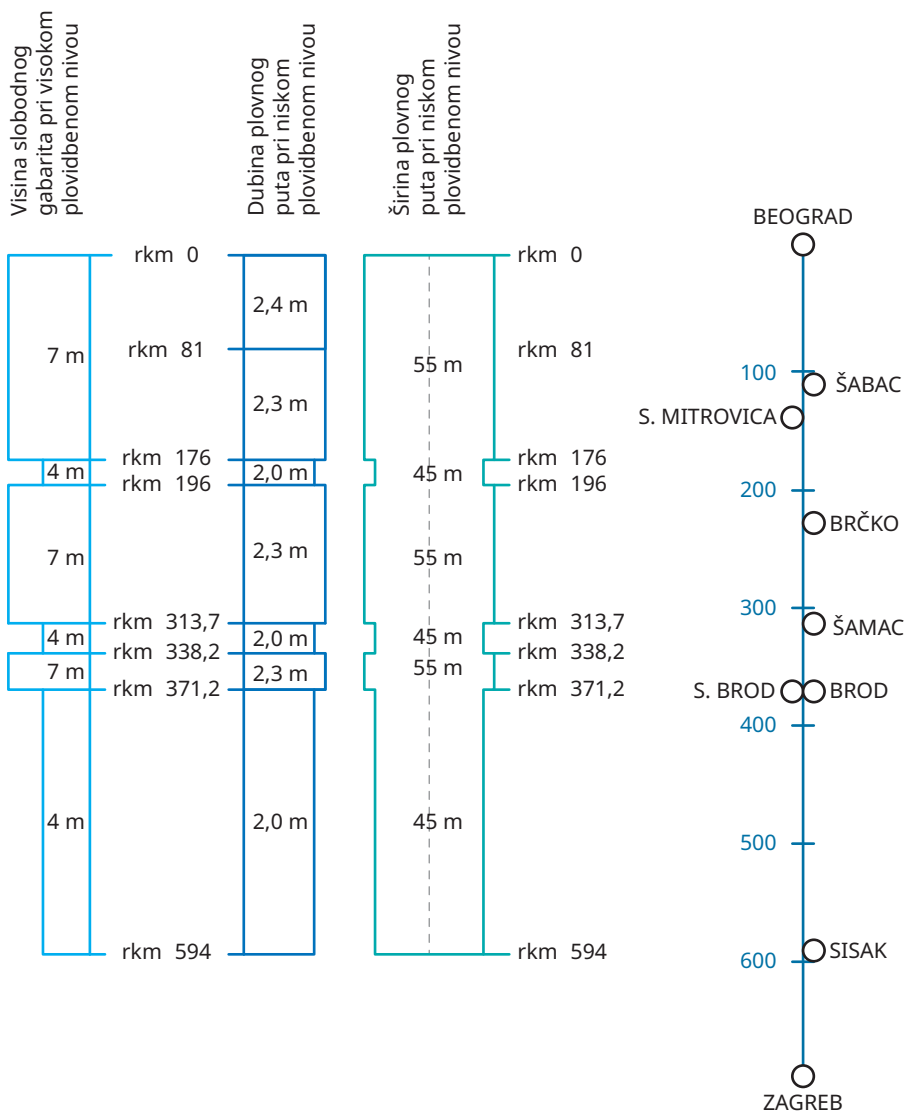
Gabarit plovnog puta

Gabarit plovnog puta je zamišljeni pravokutnik u poprečnom presjeku plovnog puta po kojemu se stalno obavlja plovidba; tj. dio presjeka vodnog puta koji plovila ili konvoji mogu u plovidbi dosegnuti po širini i po dubini. U horizontalnom smislu određen je plovnom trakom i sigurnosnim širinama. Plovni put u jednom smjeru sastoji se od jedne plovne trake i sigurnosnih širina. U vertikalnom smislu definiran je gazom, trimom i brzinskim utonućem plovila ili konvoja, koje se javlja za vrijeme plovidbe.

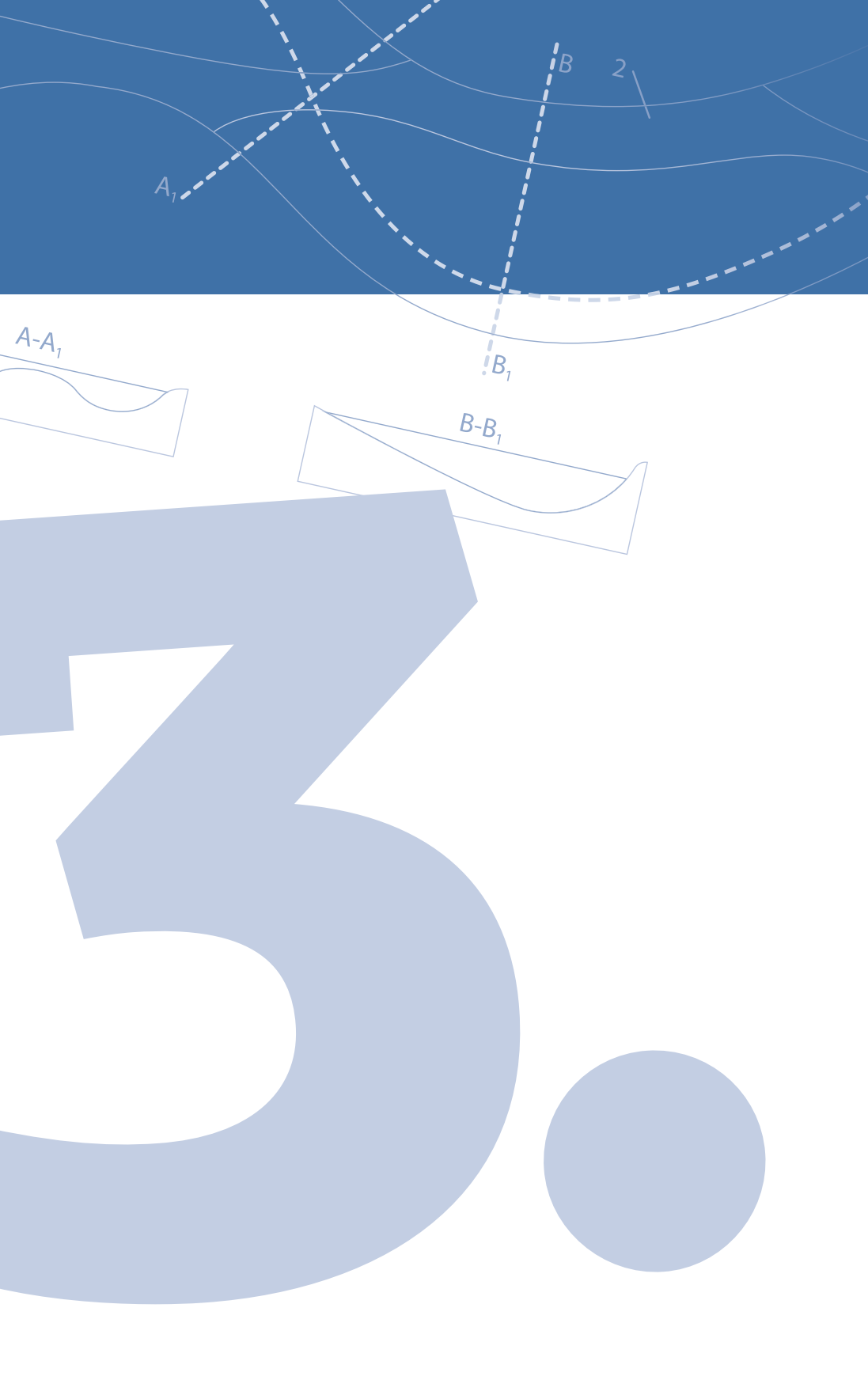
Slobodni gabarit

Slobodni gabarit ispod mosta je slobodni prostor između vodnog puta i mosta (Slika 1). U vertikalnom smislu to je prostor između vodnog zrcala i donjeg ruba konstrukcije mosta, a u vertikalnom smislu prostor između unutarnjih bridova temelja riječnih stupova mosta. Ovdje će se definirati slobodni gabarit ispod mosta kao zamišljeni pravokutnik određen širinom B_{most} [m] i visinom $_{\text{min}}H_{\text{most}}$ [m] kao minimalni slobodni gabarit ispod mosta za svaku klasu plovnog puta. Sadrži rezerve prostora tako da ga plovila u svom kretanju, bilo po širini, bilo po visini, ne mogu dosegnuti. Prilikom prolaska dvosmjernog vodnog puta ispod mosta, dvosmjerna plovidba se reducira na jednosmjernu zbog sigurnosti mostne konstrukcije, ali širina plovnog puta se ne reducira.

Dodatak 2. Profil plovnog puta rijeke Save



Napomena: navedene vrijednosti su prema važećim Detaljnim parametarima za klasifikaciju vodnog puta na rijeci Savi i na pojedinim dionicama može biti izvjesnih odstupanja od njih



3.

INFRASTRUKTURA

3.1 LUKE I PRISTANIŠTA

Luke su vodeni prostori rijeke, kanala i jezera i s njima izravno povezani kopneni prostor s izgrađenim lučkim građevinama koje osiguravaju efikasno odvijanje lučkih djelatnosti, dok su pristaništa vodeni i s vodom izravno povezani kopneni prostori koji su opremljeni za pristajanje i sidrenje plovila, odnosno ukrcaj i iskrcaj putnika ili pojedinih vrsta tereta.

U širem smislu termin lučka infrastruktura odnosi se na sve vodene površine koje pripadaju lučkom području (riječni prilaz i lučki bazeni), sve strukture na obali (zidovi mola i drugi nasipi), sve nekretnine lučkog područja (razvijene i nerazvijene) i infrastrukturu javnog prijevoza (ceste, željeznica, mostovi itd.)

O razvijenosti, opremljenosti i osposobljenosti luka i pristaništa uveliko ovisi konkurentnost kao i potražnja za vodnim transportom na tržištu transportnih usluga.

Uzevši u obzir privredni potencijal zemalja u slivu rijeke Save, vidljivo je da postoji solidna mreža luka i pristaništa koja će se, istovremeno s uređenjem plovnog puta, kroz modernizaciju i unapređenje unutarnjih tehnoloških procesa, pripremiti za vrijeme kada će plovidba rijekom Savom biti nesmetana.

Općenito, mogu se izdvojiti dva osnovna tipa riječnih luka, s obzirom na njihove specifične uloge, aktivnosti i posebne usluge koje pružaju:

- **Konvencionalne riječne luke** – pružaju svoje prekrcajne usluge s broda na obalu riječnim plovilima, koriste uglavnom tradicionalnu Lo-Lo (Lift-on/Lift-off) vertikalnu prekrcajnu tehnologiju raznih vrsta za suhi teret uključujući kontejnere (luke koje nisu specijalizirane za neku “nekonvencionalnu” robu ili tehnologije).
- **Specijalizirane riječne luke** – pružaju samo posebne usluge ili većinom koriste nekonvencionalne tehnologije u prekrcaju i/ili u ostalim lučkim poslovima. Tu možemo ubrojiti i privatne luke gdje su industrijski kapaciteti i postrojenja direktno locirani na plovnom putu.

Osim gore navedenih tipova luka, neophodno je objasniti značenje pojma “terminal” i “mjesto prekrcaja” koji će se često spominjati u narednim dijelovima ovoga poglavlja.

Terminal (‘krajnje odredište’ za određena sredstva prijevoza) je dio luke ili zasebna jedinica za prekrcaj/privremeno skladištenje koja se bavi posebnim vrstama robe, kao npr. “naftni terminali”, “žitni terminali”, “kontejnerski terminali” ili „Ro-Ro terminali“. Terminal nije ni u kojem slučaju krajnja destinacija pošiljke već samo mjesto gdje roba mijenja sredstvo prijevoza, s jednoga na drugo.

Mjesto prekrcaja je odgovarajuće uređena i postavljena lokacija neposredno na obali plovnog puta koja nema lučki bazen. Koriste ih industrijske kompanije ili operatori usluga koje je angažirala kompanija za prekrcaj tereta koji se prevozi do/od tog mjesta riječnim plovilima.

Termin lučka suprastruktura obuhvaća konstrukcije i građevine koje su postavljene na lučkoj infrastrukturi i koriste se za prekrcaj, skladištenje i distribuciju tereta i u daljnjem tekstu neće biti posebno razmatran. Ovo uključuje prekrcajne objekte (dizalice), skladišta i silose, uredske zgrade, ali i infrastrukturu privatnog prijevoza (privatne željeznice ili tračnice od dizalice).

U priloženoj tablici dan je pregled važnijih luka i pristaništa u slivu rijeke Save s osnovnim podacima, a detaljniji podaci važni za ovaj priručnik slijede nakon tablice.

R. br.	Naziv		Država	Rijeka	Stacionaža (rkm)/obala	Tip	Kl. pl. puta
1.	Sisak	Pristanište i skladišta Sisak	Hrvatska	Kupa	4,8/lijeva	gen. teret	III
2.		Pristanište Sisak	Hrvatska	Kupa	4,0/lijeva	putničko	III
3.		Bazen Galdovo	Hrvatska	Sava	593,7/lijeva	brodoremont	III
4.		Naftna luka Crnac	Hrvatska	Sava	587,0/desna	sirova nafta i naftni derivati	III
5.	Brod	Pristanište rafinerije	BiH	Sava	374,5/desna	sirova nafta i naftni derivati	IV
6.	Slavonski Brod	Luka Slavonski Brod	Hrvatska	Sava	363,4/lijeva	gen. teret	IV
7.		Naftna luka Rušica	Hrvatska	Sava	363,0/lijeva	sirova nafta	
8.	Šamac	RTC Luka Šamac	BiH	Sava	313,0/desna	gen. teret	III
9.	Brčko	Naftni terminal	BiH	Sava	226,4/desna	naftni derivati	IV
10.		Luka Brčko			228,4/desna	gen. teret	
11.		Putničko pristanište			228,4/desna	putničko	
12.	Sremska Mitrovica	Luka Leget	Srbija	Sava	135,7/lijeva	gen. teret	IV
13.	Šabac	Naftni terminal	Srbija	Sava	104,6/desna	naftni derivati	IV
		Slobodna zona			101,0/desna	gen. teret	
14.	Beograd	Naftni terminal Barič	Srbija	Sava	26,3/desna	naftni derivati	Va
15.		Naftni terminal Ostružnica			18,0/desna	naftni derivati	
16.		Naftni terminal Beogradske elektrane			5,0/lijeva	naftni derivati	
17.		Putničko pristanište			0,7/desna	putničko	

Tablica 4. Pregled važnijih luka i pristaništa na Savi

3.1.1 Pristanište i skladišta Sisak

Stacionirano na lijevoj obali Kupe neposredno iza cestovnog mosta na ulazu u Sisak iz pravca Zagreba i do devedesetih godina prošlog stoljeća predstavljalo je važan infrastrukturni objekt u kojemu se pretovarala i skladištila značajna količina roba za šire područje Siska i Zagreba. Dobro je povezano s važnijim željezničkim i cestovnim pravicima. Posjeduje vlastiti prostor za ranžiranje željezničkih kompozicija kao i terminal za cestovna prijevozna sredstva. Posjeduje vertikalnu operativnu obalu u duljini 170 m koja može primiti 4 plovila.

3.1.2 Putničko pristanište Sisak

Putnički ponton lociran je u samom središtu grada, na uređenom dijelu lijeve obale Kupe, neposredno ispred zgrade lučke kapetanije s mogućnošću prihvata većeg putničkog ili više manjih (turističkih) plovila. Priključak na struju osiguran je s operativne obale koja je osvijetljena i glavno je gradsko šetalište. U neposrednoj blizini pristaništa nalaze se hotel, poštanski ured, policijska postaja, trgovački centar i drugi objekti važni za posade plovila i njihove putnike.

3.1.3 Bazen Galdovo

Bazen Galdovo nalazi se na rkm 593,7 lijeve obale Save te je u osnovi brodogradilište s remontnim kapacitetima. Površina brodogradilišnog pristaništa Galdovo određena je Uredbom o određivanju lučkog područja luke Sisak koje se prostire na površini od cca 12 ha.

3.1.4 Naftna luka Crnac

Kao pretovarna instalacija Rafinerije nafte Sisak, smještena nizvodno od ušća Kupe na desnoj obali Save na rkm 587,0, namijenjena je isključivo za prekrcaj sirove nafte i naftnih derivata. Raspolaze s dva pontona za prekrcaj sirove nafte i jednim pontonom za prekrcaj naftnih derivata.

3.1.5 Pristanište rafinerija Brod

Kao pretovarna instalacija Rafinerije nafte Brod s platformom i pratećim objektima, smještena neposredno uz rafineriju nafte, na desnoj obali Save na rkm 374,5, namijenjena je isključivo za prekrcaj sirove nafte i naftnih derivata.

3.1.6 Luka Slavonski Brod

Stacionirana nizvodno od Slavanskog broda na lijevoj obali Save na rkm 363,4 ova luka je koncipirana kao moderan robno transportni centar sa širokom lepezom usluga. Lučko područje prema prostorno planskoj dokumentaciji pripada gospodarsko proizvodnoj zoni. Povezano je cestovnom i željezničkom infrastrukturom s međunarodnim infrastrukturnim koridorima, kao i s gospodarskim subjektima Slavanskog Broda. Luka je u fazi razvoja a trenutno raspolaže sa 370 metara vertikalne obale.

3.1.7 Naftna luka Rušica

Naftni terminal kao pretovarna instalacija u sustavu Jadranskog naftovoda, namijenjen isključivo za prekrcaj sirove nafte, nalazi se neposredno uz luku Slavonski Brod nekoliko stotina metara nizvodno na rkm 363,0.

3.1.8 RTC Luka Šamac

S položajem kakav zauzima predstavlja pravi primjer intermodalne platforme na plovnom putu, a blizina koridora Vc i koridora X uz dobru vezu s unutrašnjosti BiH samo doprinosi prepoznavanju ove luke kao veoma važne kako za BiH, tako i šire. Površinom od 58,8 ha, smještena na rkm 313,0 desne obale Save, na samom istočnom ulazu u Šamac, pruža dobre osnove za daljnji razvoj ponude lučkih usluga. Posjeduje vertikalnu obalu u dužini od 311 m, bazen s nedovršenom operativnom obalom u duljini od 150 m, otvoreni skladišni prostor površine 30.000 m², zatvoreno skladište površine 3.600 m², cestovnu i željezničku infrastrukturu, kao i pretovarnu mobilnu mehanizaciju. Nizvodno od luke moguće je sidrenje plovila i konvoja, kao i okretanje istih.

3.1.9 Luka Brčko

Smještena na desnoj obali rijeke Save na rkm 228,2, poznata po dugoj tradiciji pružanja lučkih usluga, prostire se na 14 ha desne obale Save u samom centru Brčkog te predstavlja značajan potencijal i respektabilan resurs. Isto tako, pored prednosti, takva pozicija ima i svoje nedostatke, a reflektiraju se u ograničenoj mogućnosti kako daljnjeg razvoja tako i problema prometnog pristupa. U neposrednoj blizini operativne obale nalaze se tri sidrišta, formirana shodno tehnološkim operacijama i vrsti robe. Duljina izgrađene operativne obale iznosi 104 m uz kosi kej i

76 m uz vertikalni kej. Uz operativnu obalu nalaze se četiri ranžirna kolosijeka ukupne duljine 2.586 m. Luka je s glavnim željezničkim kolodvorom povezana jednokolosiječnom trasom. Raspolaze sa 61.000 m² otvorenog i 11.000 m² zatvorenog skladišnog prostora.

3.1.10 Luka Leget

Kompanija RTC Luka Leget smještena je na lijevoj obali rijeke Save na rkm 135,7. Prostire se na 80 ha i pozicionirana je u istočnoj gospodarskoj zoni Sremske Mitrovice. Industrijskim kolosjekom je povezana s magistralnom prugom Beograd–Zagreb. Luka Leget je osposobljena za pružanje usluga manipulacije i skladištenja svih vrsta roba koje pristižu ili se otpremaju riječnim, željezničkim ili cestovnim prometom. Roba se skladišti u javnim i carinskim skladištima zatvorenog i otvorenog tipa. Zatvorena skladišta su površine 20.000 m² a otvorena se prostiru na površini od 10 ha. Luka Leget raspolaze vertikalnom obalom duljine 100 metara s mogućnosti pristajanja i istovara-utovara svih plovila koja plove u slivu Dunava. Na vertikalnoj se obali nalazi portalna dizalica nosivosti 6.500 kg s mogućnosti istovara svih vrsta općih i rasutih tereta. Isto tako, za manipulaciju robom na raspolaganju je velik broj viličara kao i auto-dizalica nosivosti 12,5 tona.

3.1.11 Slobodna zona Šabac

Slobodna zona Šabac smještena na desnoj obali rijeke Save na rkm 101,0 prostire se na 47 ha u okviru slobodne zone integrirajući cestovni, željeznički i vodni promet. Trenutno se ne obavlja pretovar tereta s plovila zbog nedostatnih dubina na ulazu u bazen. Površinom akvatorija od 4,5 ha i bazenom predstavlja respektabilan potencijal. Istodobno može prihvatiti 4 plovila a osposobljena je i za ranžiranje željezničkih kompozicija. Posjeduje značajnu pokretnu pretovarnu mehanizaciju i terminal površine 10.000 m² kao i prostor za skladištenje kontejnera na površini od 10.000 m². Isto tako, posjeduje i putnički terminal, 400 m vertikalne obale te 160 m vertikalne obale s čela bazena.

Skladišni potencijal čini 22.000 m² zatvorenog te 12.000 m² otvorenog skladišnog prostora. Isto tako, na raspolaganju je 5.000 m² skladišnog prostora za opasne terete. Slobodna zona površine 7.000 m² sposobna je pružiti i dodatne usluge, a tu je carinarnica, vaga te svi potrebni prateći sadržaji što cijeli prostor čini funkcionalnim i interesantnim za korisnike.

3.1.12 Putničko pristanište Beograd

Međunarodno putničko pristanište smješteno je na desnoj obali reke Save, stacionirano na rkm 0+750, u neposrednoj blizini njezinog ušća u rijeku Dunav (rkm 1171). Izuzetan položaj na raskrižju riječnog Koridora VII i kopnenog Koridora X čini ovo područje međunarodnim prometnim i transportnim čvorištem, a brojne atraktivnosti i bogata turistička ponuda grada Beograda i izuzetno atraktivnom turističkom destinacijom. Međunarodna zračna luka udaljena je svega 16,8 km od pristaništa.

3.2 UNUTARNJI VODNI PUTOVI

Unutarnji vodni putovi su sve vodene površine koje se mogu koristiti za plovidbu kao što su: rijeke, jezera, i kanali. Na tim vodenim površinama u pravilu su osigurani uvjeti za plovidbu u okvirima predviđenih gabarita. Plovni put u slivu rijeke Save već je definiran u prvom dijelu ovoga Priručnika pa ga nije potrebno posebno razmatrati već ćemo se usredotočiti na njegove osnovne značajke: širinu, dubinu, polumjer krivine (radijus) te brzinu toka.

Važan dio infrastrukture na unutarnjim vodnim putovima i njezin nezostavan dio čine objekti sigurnosti plovidbe: plovni i obalni znakovi – plovidbene oznake, zimovnici i zimska skloništa, sidrišta, hidroregulacijski objekti kojima se osiguravaju gabariti plovnog puta, brodske prevodnice (šlajzovi), optički, zvučni, električni, elektronički, radarski i drugi uređaji itd. U daljnjem tekstu osvrnut ćemo se na najzastupljenije.

3.2.1 Zimovnici i zimska skloništa

Zimovnik je objekt sigurnosti plovidbe koji predstavlja izgrađeni ili prirodni vodeni prostor na plovnom putu, uređen i osposobljen kao sigurno sklonište, kako bi se plovila zaštitila od leda, velike vode ili ostalih vremenskih nepogoda.

Zimsko sklonište je prirodni dio vodenog prostora na plovnom putu, luke, druge vrste pristaništa i sl., koji služe za nužni smještaj plovila radi zaštite od oštećenja prilikom neposrednog dolaska leda, velike vode ili ostalih vremenskih nepogoda. Udaljenost između zimovnika ne bi trebala biti veća od 60 km, odnosno dan plovidbe – vrijeme obdanice.

Zimovnike i zimska skloništa na plovnom putu mogu pod jednakim uvjetima koristiti sva plovila, dok plovila s opasnim teretom moraju, u pravilu, koristiti za tu namjenu određene zimovnike.

Red u zimovniku i zimskom skloništu određuje nadležno tijelo države na čijem teritoriju se zimovnik ili zimsko sklonište nalazi, a zadržavanje u njima traje dok traju mjere izvanrednih okolnosti. Zimovnici i zimska skloništa mogu se, prema odluci zapovjednika, koristiti i izvan razdoblja trajanja mjera proglašanih zbog izvanrednih okolnosti u slučajevima kada je to potrebno radi zaštite i spašavanja ljudskih života, sigurnosti plovila i osoba na plovilu te sigurnosti plovidbe. Zapovjednici boravak plovila u zimovniku ili zimskom skloništu po mogućnosti najavljuju nadležnom tijelu te izvješćuju o razlogu, mjestu i vremenu stajanja.

Postojeće luke i pristaništa mogu biti korišteni za zimovnike i zimska skloništa.

Opći elementi neophodni za definiranje zimovnika ili zimskog skloništa:

- lokacija zimovnika, odnosno zimskog skloništa;
- sistematizacija (opredjeljenje) zimovnika i zimskog skloništa po vrstama tereta;
- kategorizacija zimovnika i zimskih skloništa u skladu s klasom plovnog puta u sektoru;
- obilježenost zimovnika i zimskih skloništa.

Posebni uvjeti koje definiraju nadležna tijela a odnose se na:

- zapovijedanje u zimovniku i zimskom skloništu,
- način komunikacije s plovnih objekata na obalu,
- način izvezivanja (veza) i sidrenja plovila,
- način prihvata otpadnih i drugih tvari,
- protivpožarnu zaštitu, sanitarni čvor s tekućom vodom, osiguravanje opskrbe električnom energijom,
- prilazni put

Pregled zimovnika i zimskih skloništa na plovnom putu

Red. br.	Vrsta	Naziv	Rijeka	Stacionaža (rkm) /obala	Ukupni kapacitet/ tankeri	Klasa pl. puta
1.	Zimovnik	PRELOŠĆICA	Sava	582,0/ lijeva	18/8	III
2.	Zimsko sklonište	STARA GRADIŠKA	Sava	466,4 – 466,9/ lijeva	8/0	III
3.	Zimsko sklonište	PIVARA	Sava	461,0/ desna	5+1/0	III
4.	Zimsko sklonište	DAVOR – Matura	Sava	428,7 – 429/ lijeva	12/0	III
5.	Zimsko sklonište	DAVOR – Lazine	Sava	424,5 – 425,8/ lijeva	39/39	III
6.	Zimsko sklonište	SL. BROD – Viseći most	Sava	374,9 – 375,5/ lijeva	24/4	III
7.	Zimsko sklonište	BROD	Sava	370,1 – 370,7/ desna	20/0	IV
8.	Zimsko sklonište	SL. BROD – Poloj	Sava	365,8 – 366,3/ lijeva	16/16	IV
9.	Zimsko sklonište	SL. ŠAMAC	Sava	315,5 – 316,2/ lijeva	21/0	III
10.	Zimsko sklonište	ŠAMAC	Sava	310,0/ desna	15/0	IV
11.	Zimsko sklonište	VUČJAK	Sava	306,6 – 306,9/ lijeva	12/12	IV
12.	Zimsko sklonište	ŠTITAR	Sava	286,1 – 286,3/ lijeva	8/0	IV
13.	Zimsko sklonište	ŽUPANJA	Sava	261,6 – 261,9/ lijeva	15/6	IV
14.	Zimsko sklonište	GUNJA	Sava	228,1 – 228,6/ lijeva	10/4	IV
15.	Zimsko sklonište	BRČKO	Sava	228,1 – 228,5/ desna	8/0	IV
16.	Zimsko sklonište	RAČA	Sava	179,95 – 180,35/ desna	5/0	III
17.	Zimsko sklonište	S. MITROVICA	Sava	134,6 – 135,4/ lijeva	10/4	IV
18.	Zimsko sklonište	PROVO-KAMIČAK	Sava	82,25 – 85,65/ desna	25/25	IV
19.	Zimsko sklonište	SKELA	Sava	55,9 – 57,5/ desna	10/4	Va

Tablica 5. Pregled potencijalnih zimovnika i zimskih skloništa na rijeci Savi

3.2.2 Hidrograđevni objekti

Opće karakteristike prirodnih tokova

Da bi se moglo govoriti o problematici plovību potrebno je dati osnovne informacije o prirodnim tokovima sa stajališta plovību.

Općenito rečeno, riječni tok se sastoji od krivina, i između njih kraćih pravocrtnih dionica. Za razliku od mora i jezera, na rijekama postoji struja ili tok, sila koja izravno utječe na plovību. Brzina kretanja vode u rijeci ovisi o dva najvažnija faktora: padu (nagibu) dna korita rijeke i količini mase vode. Kako je pad dna korita rijeke konstanta, povećanje ili smanjenje brzine toka ovisi o povećanju ili smanjenju količine vodene mase, odnosno oscilaciji vodostaja rijeke.

Brzina toka rijeke, u poprečnom profilu nije svugdje jednaka. Na površini i prema sredini rijeke je veća, a prema obalama i dnu je manja. U pravilu, najveća brzina (matica rijeke) odgovara najvećoj dubini. Pored uzdužnog 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“ (mjesto 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 plovību reflektira se u sljedećem:

- Brzina uzvodne plovību umanjena je za veličinu brzine toka rijeke;
- Nizvodna plovība može biti ugrožena ako se kod manevra ne uzme u obzir sila vodene struje. Na primjer, da bi plovilo u nizvodnoj plovību sigurno pristalo, potrebno je izvesti 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 plovilo zauzelo povoljnu poziciju u odnosu na mjesto pristajanja. Naime, kod jakih vodenih struja i slabih strojeva, dešava se da se plovilo nakon manevra okreta nađe znatno nizvodnije od mjesta pristajanja;

- U slučajevima otkazivanja pogonskog uređaja plovilo biva nošeno 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 s obalom plovilo se zadržava i vezuje.

Obale rijeke

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 duljina rijeke računa i obilježava od ušća prema izvoru te se izražava u kilometrima.

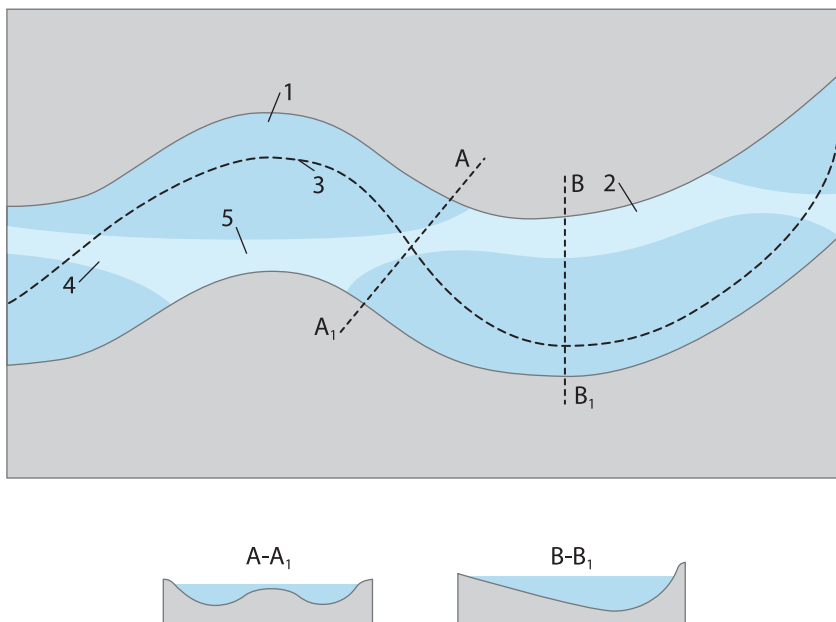
Riječni nanosi, ade i sprudovi

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 njezinom 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.

Ako je korito rijeke, gdje matica ide s 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 (riječni otoci), koji 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 rijeke.

Sprudovi u riječnom koritu mogu nastati i kada se vodenoj masi na putu nađe nekakva prepreka, bilo prirodna ili umjetna, pri čemu voda gubi brzinu i snagu pa se povećava brzina taloženja nanosa.



Slika 2. Skica jedne riječne dionice sa sprudovima u horizontalnoj projekciji i poprečni presjeci: A-A₁ na prijelazu, i B-B₁ kada matica ide uz konkavnu obalu. 1 – visoka konkavna obala; 2 – niska konveksna obala; 3 – os plovnog puta; 4 – poprečni sprudovi; 5 – sprudovi.

Reguliranje rijeka za potrebe plovīdbe

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 premiještanja – pomijeranja plovnog puta i promjene njegovih osnovnih gabarita – širine i dubine.

Cilj reguliranja riječnog toka je stvaranje i održavanje dubina, širina i polumjera krivina u granicama koje omogućuju sigurnu plovību. Radovi na regulaciji za potrebe plovīdbe 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 plovīdbe.

Mjere uređenja prirodnog vodotoka za potrebe plovidbe vrlo su raznovrsne i mogu se svesti uglavnom na:

- Reguliranje riječnog korita i
- Kanaliziranje riječnog toka.

Spomenute mjere koriste se i u kombinacijama.

Reguliranje riječnog korita za potrebe plovidbe ima za cilj formiranje plovnog puta određenih gabarita pri niskom plovidbenom vodostaju (NPV).

Regulacijske aktivnosti mogu biti trojake:

- *biotehničke mjere*, na primjer, kada se 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 plovdbu 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 prosjecanju riječnih krivina (meandara). Regulacijske građevine služe za:

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

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.

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 na vertikalne i kose konstrukcije.

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.



Slika 3. Vertikalna gravitacijska obaloutvrda od gabionskih košara

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.



Slika 4. Kosa obaloutvrda s oblogom od lomljenog kamena

Zbog jednostavnosti konstrukcije i konkurentne cijene izvođenja, kose konstrukcije su najzastupljenije kao rješenje za obaloutvrde. Svaka kosa obaloutvrda ima dva bitna konstitutivna elementa koja ju karakteriziraju i kojima se suprostavlja hidrodinamičkim djelovanjima vode. To su obloga i posteljica.

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 (fašna – 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.



Slika 5. Prava paralelna građevina na rijeci Savi

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, a s druge strane izazivaju taloženje nanosa u međunaperskim poljima. Pri srednjim i visokim vodostajima, voda koja prelijeva napere gubi brzinu, odnosno prijenosnu 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.

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, jer zbog kontinuirano definirane regulacijske linije nema generiranja lokalnih erozija u koritu i uz njih je pronos nanosa ujednačen. Nedostaci paralelnih građevina bit će visoki troškovi građenja, teško i skupo ispravljanje pogrešaka, 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



Slika 6. Regulacijska pera na rijeci Savi –
„Račanski sektor“ (gore) i „Skela“ (dolje)

su prednosti i obrnuto. Tako će pera imati prednosti lake prilagodbe i ispravljanja pogrešaka, efikasnog zasipavanja staroga korita te manjih troškova izgradnje. Nedostaci pera će biti izazivanje poprečnih strujanja u koritu vodotoka, česta oštećenja kod velikih voda (prelijevanje preko pera) te definiranje regulacijske linije točkasto (a ne kontinuirano). 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.

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 prosijecanju riječnih krivina

Prosijecanje riječnih krivina je nekada bila 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).

Samo mjesto prosijecanja (prokopa) praćeno je kombinacijom niza 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. Na slici ispod prikazan je primjer prokopa.



Slika 7. Primjer prokopa – Preloščica na rijeci Savi

Obaloutvrde sprječavaju 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 strane prokopa ili samo s uzvodne strane, ovisno o tome da li će se napušteno korito koristiti u neke svrhe (luka) ili ne. One se izvode tek nakon što se gotovo u cijelosti formira novo korito, odnosno dok se ne formira do te mjere da njime može nesmetano protjecati voda, nanos i led (kako ne bi izazvale preveliki 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 dužini) 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 za posljedicu imaju promjenu režima tečenja, režima pronosa nanosa te promjenu geometrije korita, ne samo na lokaciji prokopa, nego i šire.



Slika 8. Ušće rijeke Drine

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 pritoci. Kod uspora nastaje deponiranje nanosa u pritoci, dok se u slučaju depresije može očekivati erodiranje korita pritoke 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. 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 plovodbu, obilježavaju se oznakama sigurnosti plovodbe. Visina



Slika 9. Brodska prevodnica

paralelnih građevina, traverza i napera određena je visinskom kotom. Naime, njihov gornji kraj („kruna“) je na koti – visina minimalnog plovidbenog nivoa plus jedan metar. Kako je na svim vodomjerima određena visina minimalnog plovidbenog nivoa, za svaki mjerodavni vodomjer može se odrediti vodostaj na kojem se pojavljuje gornji kraj građevine ili napera. Budući da nautičari s malim plovilima krstare i izvan plovnog puta, ovi su im podaci veoma važni. Na temelju iznesenog uvijek mogu znati dubine vode na građevinama, odnosno, jesu li 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 s višom kotom od ostalih regulacijskih građevina (obično jedan metar) a razlozi su hidrotehničke prirode. Neke pregrade su s kraćim trupom i nižom kotom krune, što omogućuje prolaz manjih plovila pri niskim vodostajima.

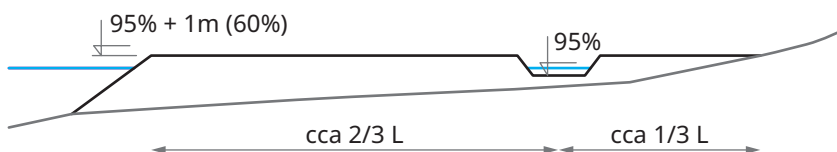
Kanaliziranje riječnog toka podrazumijeva njegovo pregrađivanje u jednom ili više profila umjetim pregradama – branama, čime se bitno mijenja njegov hidrološki režim i ostvaruju povoljni navigacijski uvjeti. Zbog pregrađivanja riječnog toka formira se diskontinuitet u nivou vodnog zrcala (razlika u nivou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

Primjena novih regulacijskih mjera pri uređenju vodnih putova

Tijekom proteklih godina intezivirale su se rasprave o europskim rijekama, s naglaskom da riječni ekosustavi i prirodni krajolici trebaju zaštitu, a jedan od osnovnih ciljeva EU Okvirne direktive o vodama je sprečavanje daljnjeg pogoršanja i zaštita i poboljšanje stanja akvatičnih ekosustava. Također, rasprave o zaštiti rijeka, uzimajući u obzir i potrebu daljnjega gospodarskog razvitka, dovele su do sve većeg razumijevanja potrebe da se prilikom provedbe budućih aktivnosti na unaprijeđenju plovnih putova posebna pažnja posvećuje što je moguće većem usklađivanju interesa gospodarskog razvitka i zaštite okoliša.

U tom smislu, razvijena je Zajednička izjava o vodećim načelima za razvoj unutarnje plovidbe i zaštite okoliša u slivu rijeke Dunav, donesena 2007. godine od strane ICPDR-a (Međunarodne komisije za zaštitu rijeke Dunav), Dunavske komisije i Međunarodne komisije za sliv rijeke

Save (ISRBC), koja predstavlja ključni alat za vođenje kroz proces planiranja i implementacije projekata na unutarnjim plovnim putovima. Intencija Zajedničke izjave nije samo ne ugrožavati okoliš, već primjenom ekoloških inženjerskih rješenja, odnosno eko-inženjeringa, poboljšati zatečeni status akvatičnih ekosustava. Kao pomoć svima koji se bave projektiranjem, izgradnjom i održavanjem plovni putova u okviru EU projekta PLATINA, izrađen je PLATINA Priručnik dobre prakse u održivom planiranju vodnih putova, koji pored ostalog sadrži i primjere primjene tzv. Eko-inženjeringa. Jedan od primjera primjene Eko-inženjeringa (prema PLATINA priručniku) u regulaciji plovnog puta jeste izgradnja takozvanih deklinirajućih pera (pera koja su odvojena od obale) kao vrlo kvalitetnog rješenja sa aspekta zaštite okoliša, vodeći se idejom da se smanji utjecaj na akvatični ekosustav posebice u domeni taloženja nanosa.



Slika 10. Deklinirajuća pera
(reff. *Applied River Engineering Center web-site*)

Primjena Eko-inženjeringa uključuje i povratak iskopanog riječnog nanosa u vodotok na pogodnim uzvodnim lokacijama, a sama izgradnja deklinirajućih pera odvojenih od obale omogućuje: migraciju riba u zoni bližoj obali, smanjenje taloženja nanosa oko pera i smanjenje stvaranja kopnenih staništa na dijelu korita između pera.

Također, kao primjer dobre prakse, odnosno mjera ublažavanja (prema Platina priručniku) prilikom izgradnje deklinirajućih pera, može se navesti i postavljanje drvenih trupaca iza svakih 3 do 4 pera. Na ovaj način, tečenjem vode preko i oko trupaca, stvaraju se bazeni koji pružaju dodatno sklonište i djeluju kao odmorište za ribu, odnosno povećava se raznolikost mikrostaništa, dok je erozija lokalizirana između korita i obale. Ovakva su rješenja do sada bila rijetko primjenjivana u Europi, a nedavno je počela njihova primjena na regulaciji kritičnih sektora na rijeci Savi (npr. Jaruge – Novi Grad), kao pokušaj usklađivanja interesa regulacije plovnog puta i zaštite okoliša.

3.3 OBILJEŽAVANJE VODNOG – PLOVNOG PUTA

Veza između pravila po kojima se odvija plovidba i potrebe da se ona odvija na siguran način artikulirana je putem međunarodno ujednačenih pravila za obilježavanje plovidbene infrastrukture u najširem smislu. Osnovni uvjet koji obilježavanje treba ispuniti je da, tijekom plovidbene sezone, osigura sigurnost plovila i kontinuitet prometa kako danju tako i noću, te da zapovjednicima osigura jasne i nedvosmislene pokazatelje u vezi s pravcem i rubovima plovnog puta.

Općenito uzevši, sustav obilježavanja sastoji se od dvije kategorije znakova:

- a. znakova koji se koriste za reguliranje plovidbe i
- b. znakova za obilježavanje vodnog puta.

Pored navedenih znakova, plovni put se obilježava kilometarskim oznakama a kada je to potrebno plovni put se može dodatno obilježiti na svakih stotinu metara. Svi znakovi tj. znakovi zabrane, obveze, ograničenja, preporuke ili upućivanja i pomoćni znakovi, u vidu Aneksa, sastavni su dio Pravila plovidbe u slivu rijeke Save

Tijekom plovidbe, brodaraci su dužni poštivati zahtjeve i uvažavati preporuke ili napomene na koje im se skreće pažnja ovim znakovima. Kombinacijama plovni oznaka i obalnih znakova mogu se označiti rub, pravac i dubine plovnog puta, a dodatno se koriste i za označavanje prepreka i trajnih struktura na plovnom putu ili u njegovoj blizini. Broj obalnih znakova i plovni oznaka i plan njihovog postavljanja na terenu mora biti u skladu s uvjetima sigurne plovidbe. Izbor oznake i definiranje njihovog broja ovisi o lokalnim prilikama na vodnom putu i funkciji oznake. Postavljaju se tako da se osigura vidljivost od jedne do druge oznake.

Domet svjetala i njihova boja u skladu je sa standardom Međunarodne komisije za osvjetljavanje (**CIE** „Boja svjetlosnih signala“, S 004/E-2001, class A).

Sustav obilježavanja obično je u nadležnosti specijaliziranih državnih tijela koja imaju obvezu:

- a. redovito pratiti stanje riječnog korita i promjene koje se u njemu dešavaju, te na temelju rezultata ispraviti pozicije znakova i oznaka i, kada je neophodno, dopuniti sustav novim oznakama kako bi se obilježio plovni put;
- b. redovito mjeriti dubinu i širinu obilježenog plovnog puta i osigurati neophodne informacije zapovjednicima u vezi s minimalnim dubinama, širinama plovnog puta i vodostajima;
- c. uspostaviti plan postavljanja znakova i oznaka u pojedinim sektorima i odrediti vrstu i broj plovni oznaka i obalnih znakova koji se koriste, a sve u svrhu osiguranja uvjeta sigurnosti plovidbe i lokalnih uvjeta;
- d. osigurati, koliko je moguće nesmetanu funkciju svih plovni oznaka i obalnih znakova;
- e. pravodobno obavijestiti brodarce o datumu postavljanja i uklanjanja oznaka i znakova, svim promjenama od važnosti za plovidbu, njihovom broju, vrsti, poziciji i svjetlu, kao i o pravilima koja se uspostavljaju u svrhu dozvoljavanja prolaska plovilima na restriktivnim dionicama gdje je susretanje i pretjecanje zabranjeno.

3.3.1 Uvjeti koje moraju zadovoljiti plovne oznake i obalni znakovi i Plan obilježavanja

Sustav obilježavanja je, koliko je moguće, neprekidno u funkciji (i noću i danju) duž cijele plovne dionice rijeke, kao i kada na vodnom putu nema leda, sve do njegove pojave. Isto tako, obavljaju se i korekcije u plovnom putu kod oscilacije vodostaja.

U skladu sa stanjem plovnog puta, sustav obilježavanja je postavljen tako da plovila koja plove nizvodno koriste dio rijeke s visokim brzinama strujanja, a plovila koja plove uzvodno dio rijeke s niskim brzinama strujanja.

Tijekom razdoblja visokih vodostaja i leda, redovne plovne oznake, uklonjene radi zaštite od mogućih oštećenja, u najvećoj mogućoj mjeri, se zamjenjuju stupovima i motkama čije vršne oznake i boje odgovaraju onima koji su usvojeni za odgovarajuću stranu plovnog puta.

Obalni znakovi se koriste za navođenje zapovjednika i označavanje pravca plovnog puta. Plovne oznake su dopuna obalnim znakovima u sektorima gdje je, kako bi se osigurala sigurnost plovidbe, od ključne važnosti ne samo pokazivanje pravca plovnog puta već i njegovog ruba, kao i obilježavanje mjesta na kojima se nalaze prepreke.

Kod kontinuiranog opadanja vodostaja, nadležna tijela, tamo gdje je potrebno, obavljaju izvanredno hidrografsko mjerenje kako bi se provjerilo jesu li pozicije oznaka odgovarajuće i da li sustav treba dopuniti novim oznakama. Učestalost ovih izvanrednih hidrografskih mjerenja ovisi o promjenama vodostaja. Što je brži pad vodostaja, to su potrebna češća mjerenja.

3.3.2 Vidljivost znakova i svjetala

Bez obzira na položaj plovila u odnosu na znak ili signalno svjetlo, karakteristika znaka ili svjetla je nepromijenjena. Karakteristike dnevnih znakova su: oblik (vršna oznaka) i boja, a za noćne znakove to su vrsta i boja svjetala.

Oblici i boje vršnih oznaka i vrste i boje svjetala detaljno su prikazani u odgovarajućim Aneksima uz Pravila plovidbe u slivu rijeke Save a skice znakova i oznaka s minimalnim dimenzijama se mogu naći u posebnim pravilima koja šire reguliraju obvezu i način obilježavanja vodnog puta.

Svrha svega naprijed navedenog je garancija dobre vidljivosti svih znakova i oznaka tijekom dana i noći. Postoje tri stupnja vidljivosti znakova i oznaka:

- a. Znak je vidljiv golim okom.
Značenje znaka još nije moguće utvrditi;
- b. Kada je znak jasno vidljiv i prepoznatljiv prema
Paravilima plovidbe u slivu rijeke Save (prepoznatljiv);
- c. Znak je prepoznatljiv i razlikuje se od svoje
okolne pozadine (uočljiv).

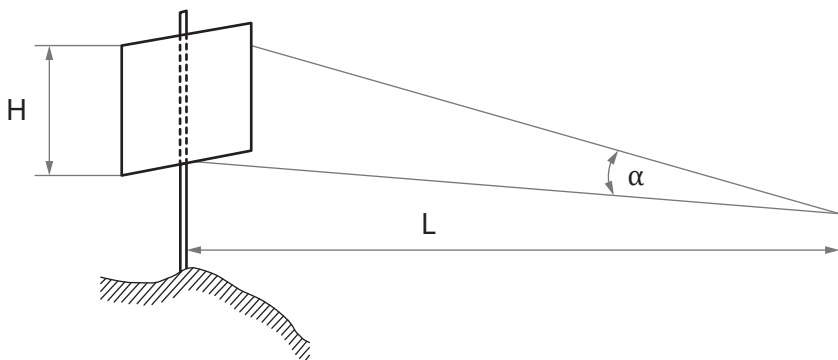
Minimalni kut prepoznatljivosti u dnevnim uvjetima za jednostavne oblike (cilindar, konus, kugla i sl.) je između 3 i 5 minuta, a za složene oblike (brojevi, slova i sl.) između 5 i 8 minuta. Da bi brodarac mogao prepoznati dnevni znak pri odgovarajućim udaljenostima i vidljivosti (bez optičkih pomagala) može koristiti slijedeću formulu za proračun zahtijevanih minimalnih dimenzija znaka jednostavnih i kompleksnih oblika:

$$H = L \cdot \operatorname{tg} \alpha \approx L \cdot \sin \alpha$$

H (m) – visina znaka;

L (m) – udaljenost;

α (°) – kut gledanja.



Znakovi i oznake korišteni u slivu rijeke Save, nesvijetleće plutače i nesvijetleći obalni znakovi u pravilu se prekrivaju reflektirajućim materijalom. Svijetleće plutače i svijetleći obalni znakovi mogu također biti prekriveni istim materijalom. Boje ovih materijala odgovaraju onima koje su utvrđene za svjetla plutača ili ploče. U svim slučajevima, vršne oznake svijetlećih plutača prekrivaju se reflektirajućom bojom ili materijalom.

Vidljivost znakova i oznaka kojima se regulira plovidba na plovnom putu osigurana je njihovim noćnim osvjetljavanjem s fiksiranim usmjerenim bijelim svjetlima koja funkcioniraju bez prestanka i postavljenim tako da svjetlo ne ometa brodarce. Ukoliko se koristi električno osvjetljenje, ploče znakova su obično prekrivene reflektirajućim materijalom odgovarajuće boje.

Često se može vidjeti da su, kao dodatak oznakama, osvijetljeni npr. donji dijelovi konstrukcije mostova i njihovi stupovi, prilazi ustavama, dijelovi kanala i slično. Intenzitet svjetlosti reguliran je odredbama odgovarajućih EU Direktiva.

Za potrebe noćne plovidbe odnedavno su u upotrebi solarne navigacijske lampe, u okviru modernizacije sustava obilježavanja plovnihih putova. Ovakav sustav obilježavanja značajno unapređuje sigurnost plovidbe zahvaljujući boljoj uočljivosti signalizacije na plovnom putu. Solarne navigacijske lampe doprinose značajnom smanjenju troškova održavanja, a njihova primjena nema negativan utjecaj na okoliš.



Slika 11. Solarne navigacijske lampe (reff. *Пловујући* web-site)

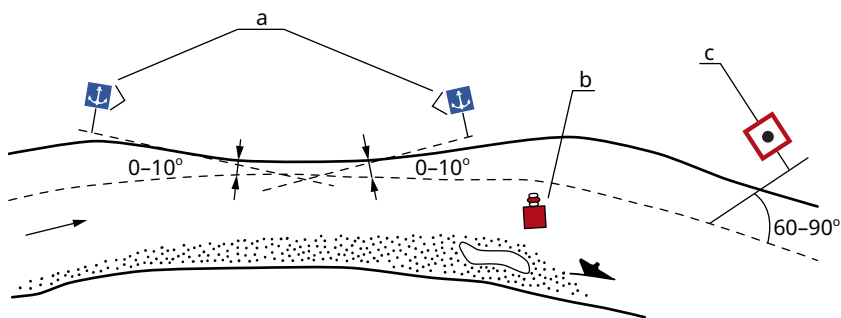
3.3.3 Obilježavanje karakterističnih sektora rijeke

Znakovi su na vodnom putu orijentirani na dva načina:

- paralelno s osi plovnog puta;
- okomito na os plovnog puta.

Znakovi pod (a) su pretežito znakovi zabrane ili upućivanja, a postavljaju se na stranu plovnog puta na koju se zabrana i upute primjenjuju.

Obalni znakovi, koji se koriste za reguliranje plovidbe koja se odvija u oba smjera (uzvodno i nizvodno), orijentirani su kao pod (a). Većina znakova se pozicionira kao što je opisano pod (b), i općenito se ne primjenjuju samo na jednu stranu plovnog puta. Ovi znakovi su postavljeni pod pravim kutom u odnosu na os plovnog puta tako da su vidljivi korisnicima koji plove. Obalni znakovi, koji se koriste za reguliranje plovidbe koja se odvija u jednom smjeru (uzvodno ili nizvodno), orijentirani su kao pod (b). U nekim slučajevima (bolja vidljivost) kut između znaka i osi plovnog puta ne može biti manji od 60° (Skica 1, znak c).



Skica 1

Pravilo je da se svijetleće ili nesvijetleće plutače koriste za obilježavanje uzvodnih i nizvodnih krajeva pragova, obala koje sužavaju plovni put, meandrirajućih sektora, obala izbočenih u plovni put, naslaga kameinja, grebena, konstrukcija za opskrbu vodom i podvodnih opasnosti ili prepreka (potopljenih plovila, sidara, itd.).

Stupovi i motke za označavanje se koriste kao dodatni znakovi koji služe kao pomoć plutačama kako bi se dao jasan pokazatelj granica plovnog puta u odnosu na složene prepreke, te kako bi se obilježile podvodne prepreke. U nekim slučajevima i nekim sektorima, plutače mogu biti zamjenjene stupovima i motkama.

Dionice rijeke na kojima se obavlja dnevna i noćna plovidba, račvanja, križanja te os plovnog puta, zajedno s preprekama plovidbi koje se nalaze u plovnom putu, obilježeni su svijetlećim plutačama ili obalnim znakovima i svjetlima. Plovne oznake postavljaju se pri takvoj dubini i udaljenosti od prepreke da osiguraju sigurnost i lako kretanje plovila tijekom noći i pri slaboj vidljivosti, a na dionicama gdje je plovni put uzak prednost se daje oznakama na obalama.

3.3.4 Obilježavanje meandrirajućih sektora

Obilježavanje pokrivenih pravaca

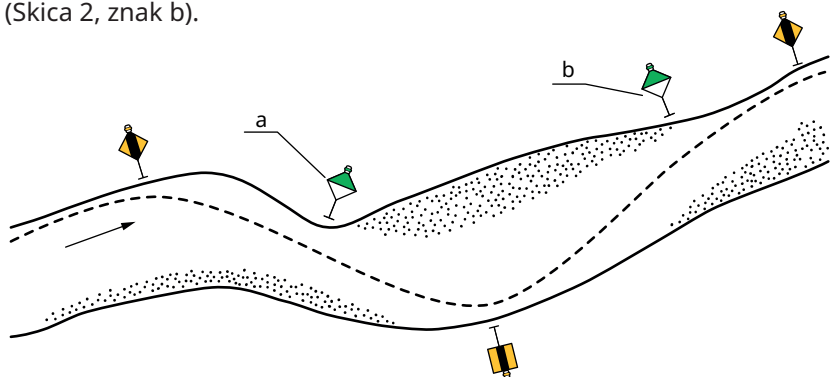
Znakovi za obilježavanje pokrivenih pravaca i obalna svjetla mogu se koristiti u aluvijalnim tokovima kako bi se označio prelazak plovnog puta s jedne na drugu obalu. Meandrirajući sektori su obilježeni obalnim svjetlima i znakovima za obilježavanje pokrivenih pravaca kad je plovni put dovoljno širok, kad je osigurana njegova sigurnost i kada se pravac označava približno.

Obalna svjetla i znakovi za obilježavanje pokrivenih pravaca odabrani su tako da se razlikuju prijelazi u kontekstu njihove duljine, točnije u kontekstu udaljenosti između dva susjedna znaka. Duljina prijelaza je relativna, jer ovisi o širini plovnog puta.

Znakovi za obilježavanje pokrivenih pravaca i obalna svjetla daju najbolje rezultate na udaljenostima do 3 km. Na takvim dionicama mogu biti postavljeni znakovi za obilježavanje pokrivenih pravaca (bez plovećih oznaka) pri uvjetima kada je raspoloživa širina dva puta veća od propisane širine plovnog puta. Ukoliko je raspoloživa širina manja od dvostruke propisane širine plovnog puta, znakovi za obilježavanje pokrivenih pravaca i obalna svjetla (bez plovećih oznaka) ne postavljaju se na udaljenosti većoj od 1,0–1,5 km

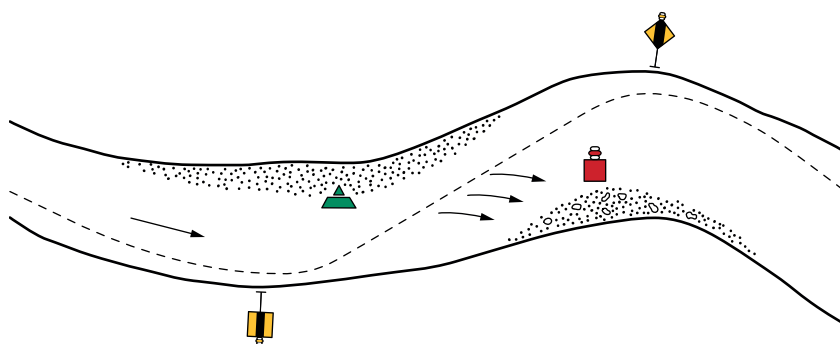
Ukoliko je udaljenost između dva susjedna znaka za obilježavanje pokrivenih pravaca veća od računske vidljivosti i kada je plovni put u blizini obale, između ta dva susjedna znaka za obilježavanje pokrivenih pravaca postavlja se obalni svijetleći znak kojim se dodatno označava položaj plovnog puta (Skica 2, znak a).

Obalni svijetleći znak se također postavlja kada je plovni put blizu obale (Skica 2, znak b).



Skica 2

U slučaju kada je matica pod kutom u odnosu na plovni put, kod pojave jakih bočnih vjetrova ili u sličnim situacijama, plovni put može biti obilježen plovećim dodatnim znakovima u skladu s lokalnim uvjetima (Skica 3).

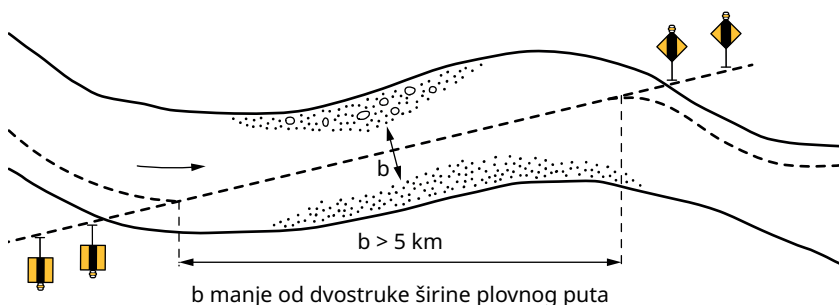


Skica 3

Ukoliko plovni put prati sredinu riječnog korita ili iznenada prelazi od jedne ka drugoj obali, njegova os može biti naznačena znakovima za obilježavanje pokrivenih pravaca na svakoj strani plovnog puta kao što je prikazano na Skici 4.

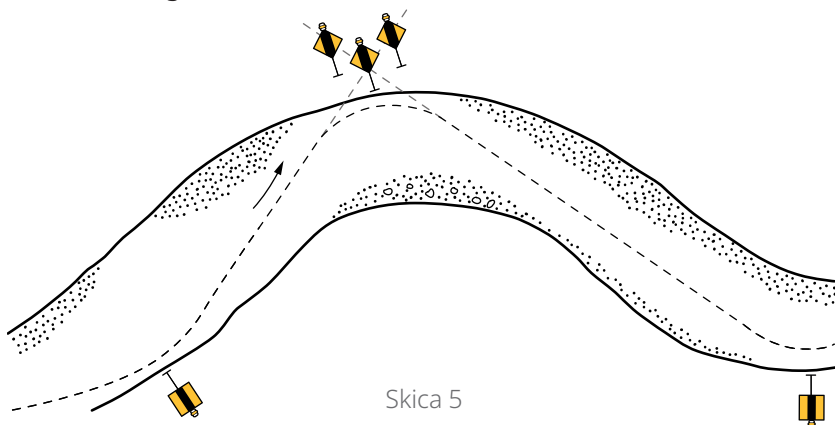
Prednost znakovima za obilježavanje pokrivenih pravaca na svakoj strani plovnog puta se daje u slučaju pravolinijskih dionica dužih od 5 km, gdje je raspoloživa širina za plovidbu manja od dvostruke preporučene širine plovnog puta za određeni sektor. U tom slučaju i kada to konfiguracija obale dozvoljava, postavljaju se dva znaka za obilježavanje pokrivenih pravaca na oba kraja prijelaza (Skica 4).

Uvijek se preporučuje imati dva znaka za obilježavanje pokrivenih pravaca na svakoj strani plovnog puta kada je plovni put sužen izvjesnim preprekama koje predstavljaju prijetnju plovidbi ili drugim opasnostima obilježenim plovnim oznakama.



Skica 4

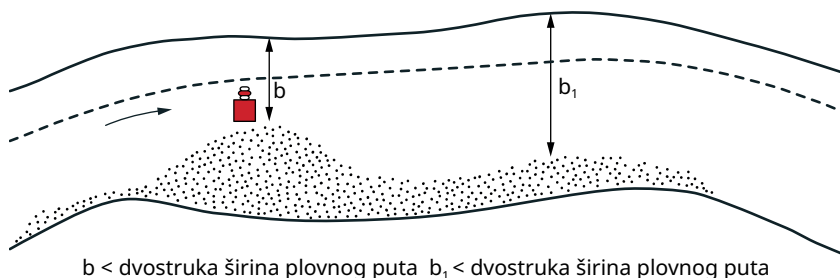
Na sektorima gdje plovni put neposredno poslije prijelaza ka suprotnoj, iznenada ponovno prelazi na suprotnu obalu, obvezno se postavljaju tri znaka (prednji ima dvije ploče) za obilježavanje pokrivenih pravaca (Skica 5). U tom slučaju, svjetla stražnjih znakova za obilježavanje pokrivenih pravaca bit će strogo usmjerena po osi plovnog puta: jedno uzvodno, drugo nizvodno.



Skica 5

Postavljanje plovnih oznaka

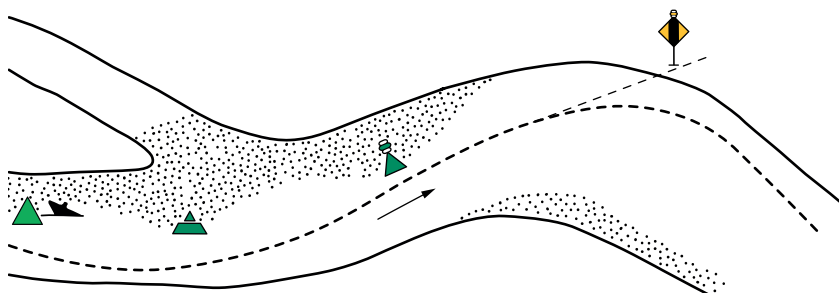
Na meandrirajućim sektorima, gdje plovni put prolazi sredinom riječnog korita ili duž obale ili blago prolazi od jedne do druge obale, plovne oznake se koriste za obilježavanje formacija u riječnom koritu ili prepreka (prirodnih i umjetnih) pored plovnog puta (obale, nasipi, ade, kamenje, potopljena plovila, ostaci mostova, itd.), kada prepreke ulaze u plovni put i smanjuju njegovu širinu (Skica 6).



Skica 6

Ove podvodne prepreke se obilježavaju na meandrirajućim sektorima plovnim oznakama ukoliko, u okviru gore navedenih granica za širinu, dubina vode iznad ovakvih prepreka ne prelazi minimalnu dubinu koja je objavljena za taj sektor. Ukoliko prepreka nije preširoka, postavlja se plovna oznaka sa svjetlom na njezinoj uzvodnoj dionici. Stup ili motka može se postaviti na njezinoj nizvodnoj dionici ovisno o njezinoj duljini.

Plovne oznake koje obilježavaju podvodne prepreke značajne duljine postavljene su tako da se dijelovi, koji su najbliži plovnom putu, obilježe svjetlosnim oznakama između kojih su postavljeni nesvijetleći znakovi, čime se omogućuje potpuno obilježavanje predmetne prepreke (Skica 7).



Skica 7

U dijelovima riječnog korita gdje je suprotna obala, koju prati linija plovnog puta, ograničena obalnim nasipom, gdje se u prirodnim uvjetima favorizira uzvodna plovidba u mirnoj vodi, obala je obilježena plovnim oznakama neovisno o širini riječnog korita.

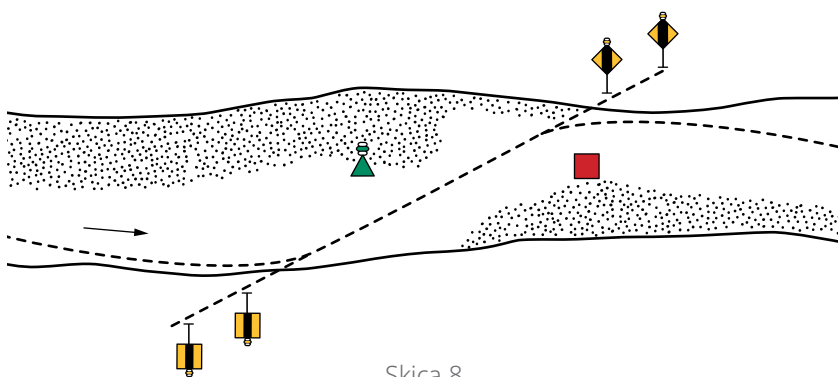
Na meandrirajućim sektorima, sustav obilježavanja na obali u razdobljima visokih voda u principu ostaje isti kao i u razdobljima najnižih voda, osim na dionicama na kojima se pri visokim vodama preporučuje eventualno neki drugi plovni put s boljim plovidbenim karakteristikama. U ovom slučaju, odabrani plovni put se odgovarajuće obilježava.

Obilježavanje plićaka

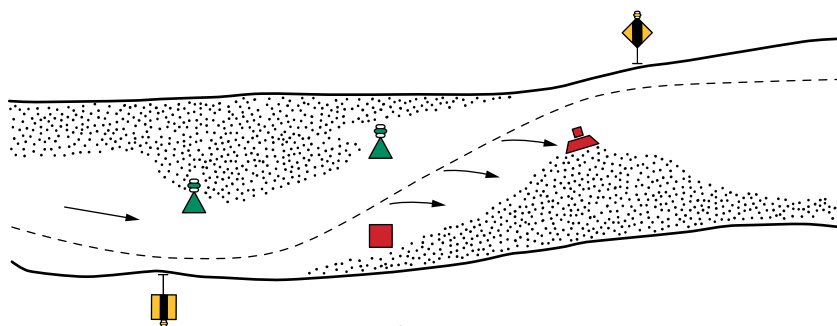
Na plićacima kao i na ostalim dionicama primjenjuje se princip prema kojem sustav oznaka osigurava neprekidnu obilježenu pravca plovnoq puta.

Plovni put na plićacima može biti obilježen obalnim znakovima i plov-
nim oznakama.

Alternativno, locirani plićaci mogu također biti obilježeni znakovima za obilježavanje pokrivenih pravaca, s dovoljnom raspoloživom širinom za plovidbu na način da plovila kroz njih mogu prolaziti pravocrtno (Skica 8).

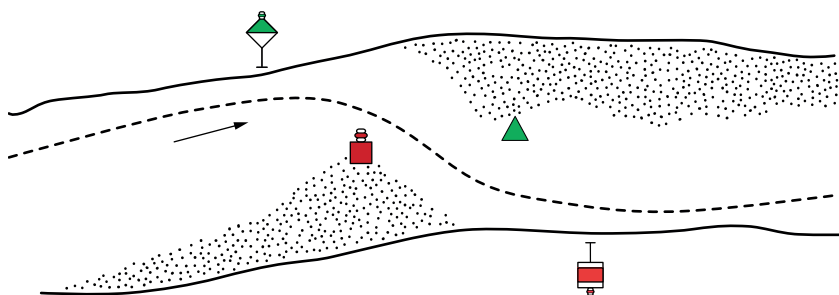


Plovni put koji prolazi preko plicaka obično se obilježava plovnim oznakama (Skice 8 i 9).



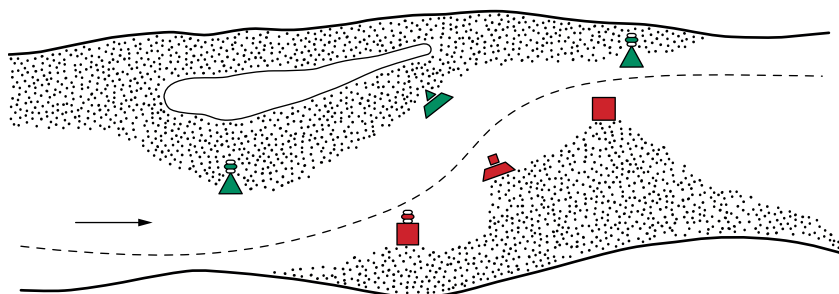
Skica 9

Ukoliko plovni put prolazi pravocrtno između sprudova koji duboko zalaze u riječno korito, potrebno je postaviti na ulazu i izlazu, najmanje dvije plovne oznake: jednu na vrhu uzvodnog, a drugu na vrhu nizvodnog spruda (Skica 10).



Skica 10

Ukoliko je plovni put zakrivljen u dijelu između sprudova postavljaju se dodatne plovne oznake (Skica 11).



Skica 11

Na ulazu i izlazu teško prohodnih dionica sa sprudovima, gdje postoje i bočna strujanja, postavljaju se dodatne plovne oznake.

U slučaju kada je nemoguće primjeniti znakove za obilježavanje pokrivenih pravaca, plovni put se može, s jedne ili obje strane, obilježiti plovnim oznakama u ovisnosti o širini plovnog puta i hidrološkim uvjetima.

Obilježavanje u blizini mostova i plovidbenih otvora mostova

Plovidba plovila i konvoja u blizini mostova i kroz plovidbene otvore mostova zahtijeva posebnu pažnju i predostrožnost od strane zapovjednika zbog uskog plovnog puta. Ove dionice su zato izuzetno pažljivo obilježene.

Osnovni uvjet koji se mora zadovoljiti da bi se osigurao siguran prolazak kroz plovidbene otvore mostova jeste obilježavanje pravca plovnog puta i naravno njegovih rubova, kada je to potrebno. Plovne oznake i obalni znakovi koriste se kao dodatak pločama i svjetlima za obilježavanje plovidbenih otvora mostova.

Izbor i pozicioniranje znakova obilježavanja u svakom slučaju ovisi o lokalnim uvjetima na dionici gdje se nalazi most.

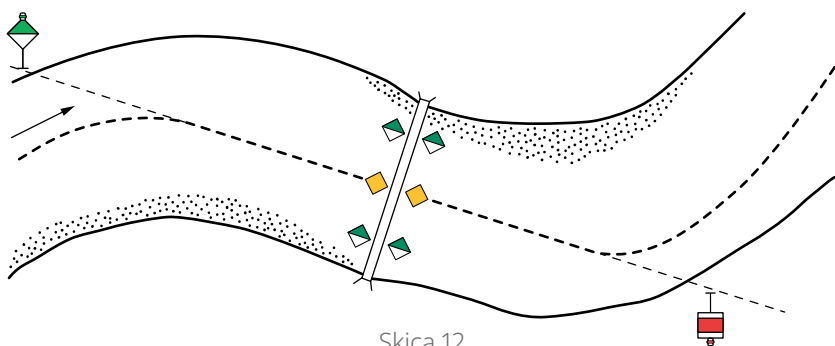
Postavljanje znakova za obilježavanje u blizini mostova i obilježavanje plovidbenih otvora plutačama u skladu su sa sljedećim uvjetima:

- a. kako bi se obilježio plovidbeni otvor mosta, moraju se koristiti samo znakovi A.10, D.1 ili D.2 prikazani u Dodatku 7 Pravila plovidbe u slivu rijeke Save;
- b. postavljanje znakova za obilježavanje je zasnovano na mjerenjima dubine i pravca toka u neposrednoj blizini mosta i na prilaznim dionicama;
- c. postavljanje znakova pozicioniranih u blizini mosta prilagođeno je promjenama uvjeta plovidbe;
- d. ukoliko je, prilikom približavanja mostu ili plovidbenom otvoru, pravac toka pod kutom u odnosu na most, pri čemu izaziva vrtloge oko stupova mosta, znakovi na vodi postavljeni su tako da pokažu pravac vrtloga.

Plovne oznake mogu biti postavljene na prilazu plovidbenim otvorima kako bi dali točnu poziciju plovnog puta.

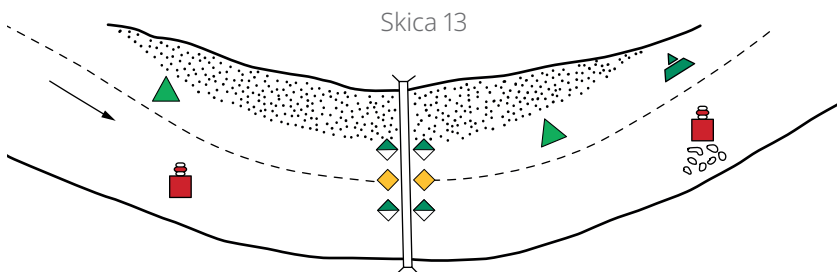
Naredni primjeri prikazuju postavljanje pomenutih plovnih oznaka kojima se obilježavaju dionice u blizini mostova:

- a. ukoliko se most nalazi u infleksiji, pravac prolaska plovila kroz plovidbeni otvor mosta može biti obilježen plovnim oznakama (Skica 12).



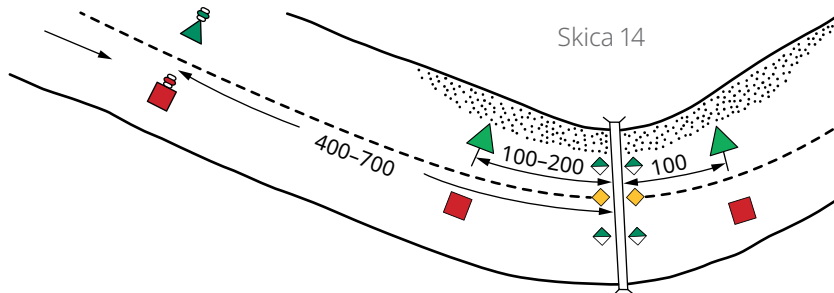
Skica 12

- b. ukoliko zbog veće zakrivljenosti plovnog puta ili nekih drugih razloga nije moguće obilježavanje gore pomenutim oznakama, mogu biti primjenjene plovne oznake (plutače i sl.), koje se postavljaju tako da prate tok (Skica 13).



Skica 13

- c. ukoliko je most postavljen na dionici na kojoj je tok pod kutom u odnosu na os plovidbenog prolaza, obilježavanje može biti izvedeno s dva para plutača uzvodno od mosta. Jedan par bližih plutača postavlja se na udaljenosti od 100 – 200 m uzvodno od mosta, a drugi par na 400 – 700 m uzvodno od mosta. Plutače udaljenije od mosta postavljaju se tako da u kombinaciji s parom plutača blizu mosta, obilježavaju riječni tok. Još jedan par plutača može biti postavljen na 100 m nizvodno od mosta. (Skica 14)



Plovne oznake sa AIS AtoN stanicom

Treba napomenuti da plutače mogu biti opremljene i **AIS AtoN** baznom stanicom, a o AIS-u (Automatski identifikacijski sustav) bit će više rečeno u poglavlju 6.4 – Riječni Infomacijski Servisi (RIS).

AIS AtoN, u pojmovnom smislu, je stvarni ili virtualni objekt sigurnosti plovidbe od značaja za sigurnost plovidbe koji se elektroničkom oznakom prikazuje na integriranom brodskom grafičkom elektroničkom sustavu.

Opremanje plutače s AIS AtoN stanicom daje nedvosmislene informacije o tipu, nazivu i stvarnom položaju plutače u svim uvjetima vidljivosti za sva plovila opremljena AIS uređajem i elektronskim kartama. Pored toga, eksplicitna zastavica položaja, u sustavu Inland ECDIS, ukazuje na veliko odstupanje stvarne pozicije plutače od pozicije određene u planu obilježavanja plovnog puta, koja omogućuje nadležnom tijelu otkrivanje odstupanja položaja plutače, što se može koristiti za identificiranje problema poput zanošenja, krađe ili sudara s plovilima.



Slika 12.
Plutača sa AIS AtoN baznom stanicom
(reff. *IECDIS EG / VTT EG presentation*
25.06.2015.)

Postavljanje radarskih reflektora na plovne oznake, obalne znakove i plovídbene prolaze kroz mostove

Važno je opremiti obalne znakove i plovne oznake radarskim reflektorima kako bi se osigurala njihova vidljivost.

Kada su znakovi opremljeni radarskim reflektorima postavljeni, uzeta je u obzir najveća udaljenost između plovila i znaka u kontekstu opažanja znaka na radarskom zaslonu.

Ova udaljenost ovisi o tehničkim karakteristikama radara, radarskih reflektora, reflektivnog kapaciteta readarskog reflektora i posebnih uvjeta na rijeci, te visini antene instalirane na plovilu, kao i visini radarskog reflektora, u odnosu na vodu.

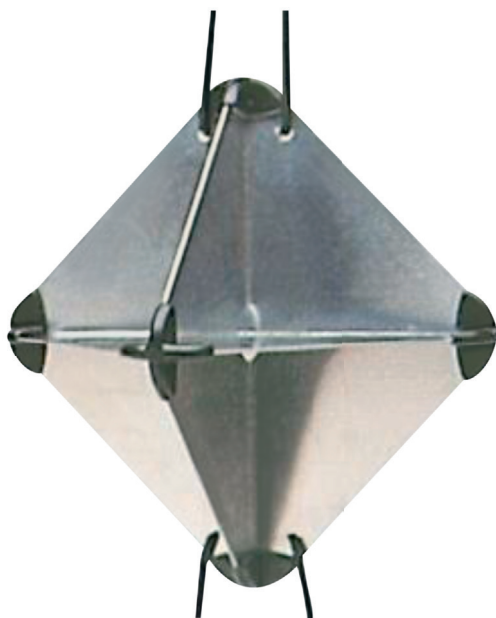
Budući da je vidljivost mostovnih stupova obično nedovoljna na radarskim zaslonima, mostovni stupovi za prolazak brodova uzvodno i nizvodno moraju biti označeni ili plutačama opremljenim radarskim reflektorima postavljenim najmanje 15–20 m prije mosta, ili radarskim reflektorima postavljenim na samom mostu ne manje od 12–15 m od najisturenijeg ruba mostovne konstrukcije (Skica 15).



Opasnosti u plovídbi i različite prepreke (potopljena plovila, naperi i druge regulacijske građevine, itd.) koje se nalaze u riječnom koritu trebalo bi također obilježavati radarskim reflektorima. Ukoliko se naperi ili druge regulacijske građevine obilježene znakovima s radarskim

reflektorima nalaze duž jedne obale, pri čemu plovni put prati suprotnu obalu koja je niska i ravna, onda su znakovi s radarskim reflektorima također postavljeni na toj obali kako bi se olakšala orijentacija plovila koja plove pomoću radara.

Radarski reflektori na plutačama su najčešće izrađeni na način da dvije unakrsno okomito postavljene metalne ploče, na najširem dijelu, pod pravim kutom presiječe horizontalna ploča.



Slika 13. Moderni sklopivi radarski reflektor

Za izradu radarskih reflektora treba koristiti aluminij ili nerhđajući čelik.

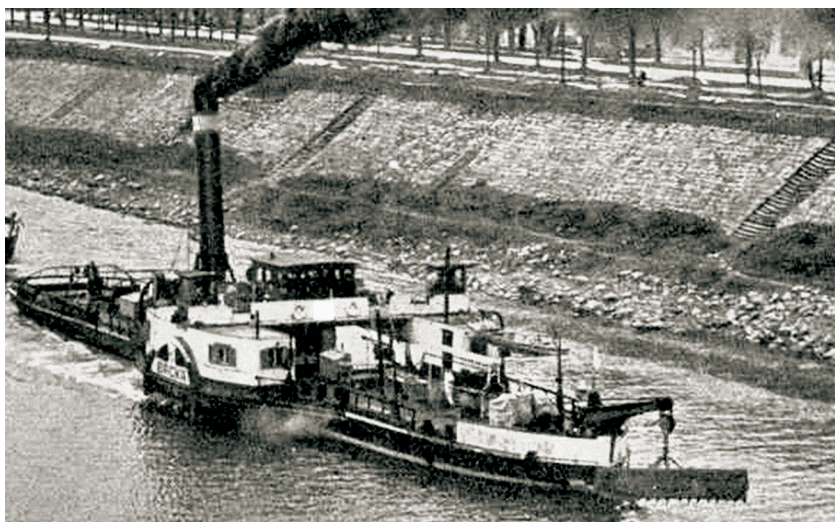


4.

OSNOVE BRODOGRADNJE I PROPULZIJA

4.1 OSNOVE BRODOGRADNJE

Brodogradnja je gospodarska grana koja proizvodi jedan od najsloženijih proizvoda – brod. Može se slobodno reći da je to kombinacija znanosti i umjetnosti te da odražava tehnološku moć jedne zemlje. Znanosti, jer osigurava brodu tražene osobine kao što su brzina, čvrstina, nepotonivost, stabilitet i upravljivost, nužne kako bi se brod mogao oduprijeti često teškim uvjetima plovidbe. Umjetnosti, jer brod mora biti estetski naočit i prepoznatljiv. Brodogradnja ima bitan udio u sigurnosti zemlje za vrijeme rata te u gospodarstvu za vrijeme mira i rata. Količina znanstvenih spoznaja u brodogradnji povećala se zadnjih nekoliko desetljeća na mnogim područjima, od hidrodinamike pa sve do teorije vjerojatnosti, koristeći ujedno iskustva i spoznaje mnogih pomoćnih grana tehničkih znanosti. U brodogradnju spada izgradnja i održavanje brodova, teglenica, platformi te ostalih vrsta plovila. Pogoni u kojima se obavlja brodogradnja, nazivaju se brodogradilišta. Rezališta su pogoni u kojima se stari brodovi režu u staro željezo.



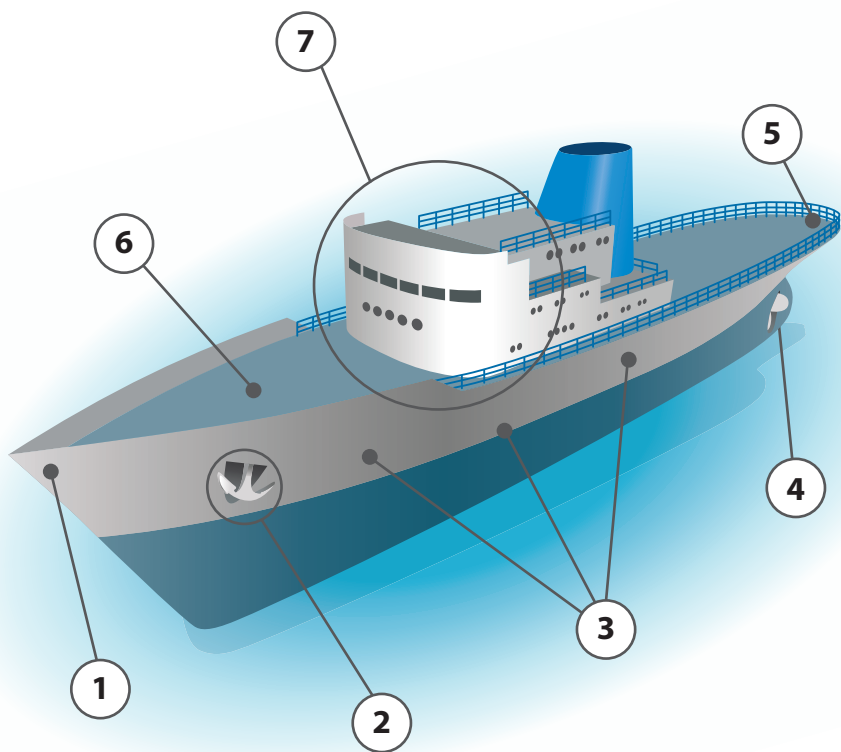
Slika 14, Tegljač Bačka u vožnji Kupom, 1959. godina

4.1.1 Brodske konstrukcije

Brod je plovno sredstvo sposobno za kretanje po morima, rijekama i jezerima koje služi za prijevoz robe i putnika (teretni i putnički brodovi), za ribolov (ribarski brodovi), za vojne operacije na vodama (ratni brodovi), za izvođenje posebnih poslova na morima, rijekama ili jezerima (brodovi za polaganje kabela, cjevovoda, istraživački brodovi, itd.) te za obavljanje raznih zadaća u vezi s plovidbom (teglači, ledolomci itd.).

Brodom se smatraju samo veći plovni objekti, dok se manji nazivaju čamci. Za razliku od splavi, brod, kao i čamac, ima koritast oblik koji mu daje uzgon potreban kako bi plutao na vodi. Svaki brod se sastoji od više međusobno spojenih dijelova koji čine cjelinu.

Prateći sliku dolje, mogu se izdvojiti, brojevima označeni važniji dijelovi broda:



Slika 15. Dijelovi broda

- **pramac** (1) – je krajnji prednji dio plovila, suprotno od krme;
- **sidro i sidreni uređaj** (2) – je jedan od važnijih sustava na brodu koji osigurava boravak broda na jednom mjestu, a u izvanrednim situacijama osigurava brzo zaustavljanje. Brod ga može imati i na krmi, a u tom ga slučaju zovemo „strujni sidreni uređaj“. Sidreni se uređaj sastoji od: sidara, sidrenih lanaca, sidrenog vitla, lančanika u kojem je smješten lanac, sidrenog ždrijela kroz koje prolazi lanac, sidrenog oka u kojem je smješteno sidro i štopera sidrenog lanca;
- **trup broda/korito** (3) – je nosivi dio broda, koji osigurava njegovu nepotopivost. Čine ga: dno, bokovi i paluba broda. U trup broda ne pripadaju: jarbol, kormilo, motor itd. Preciznije bi se moglo reći da ga čini kostur (rešetkasta konstrukcija sastavljena od odgovarajućih nosača i profila ovisno o vrsti broda) i oplata (oplati je s vanjske i unutarnje strane učvršćena na kostur na odgovarajući način, ovisno o vrsti broda). Unutrašnjost brodskog trupa podijeljena je po visini na palube, a po duljini na poprečne pregrade čija je uloga da podijele brod na potrebne površine, povećaju krutost i čvrstoću broda te u slučaju prodora vode u brod spriječe poplavljanje cijelog broda i njegovo potonuće;
- **pogonski vijak** (4) – je dio motornog pogona koji svojom vrtnjom pokreće plovilo. Vijak je preko brodske osovine spojen s unutarnjim motorom. Osnovne karakteristike brodskog vijka su: broj krila, smjer vrtnje, promjer i korak vijka. Iza vijka nalazi se kormilo broda, koje služi za upravljanje brodom;
- **krma** (5) – je krajnji stražnji dio broda, suprotno od pramca, ispod kojeg je smješten pogonski dio broda;
- **glavna paluba** (6) – je vodoravni pokrov brodskog trupa, kojim je u cijelosti ili djelomično natkrivena unutrašnjost plovila. Prostor ispod palube nazivamo potpalublje;
- **nadgrađe** (7) – je pokrivena i zatvorena nadgradnja iznad palube plovila. Ako se nadgradnja pruža od jedne do druge bočne strane broda naziva se nadgrađe, a ako je uža naziva se palubna kućica. U pravilu se na najvišem nadgrađu nalazi zapovjedni most s komandnim uređajima za upravljanje brodom. Nadgrađe pridonosi povećanju čvrstoće broda;

Osim gore navedenih i označenih dijelova, navest ćemo još neke ne manje važne dijelove i sklopove kao što su:

- **ugradnja** – svi dijelovi na i u brodu koji ne doprinose povećanju čvrstoće broda (unutarnje obloge, stropovi, podovi, čvrsto ugrađeni namještaj...);
- **pogonski dio** – svi dijelovi koji omogućuju brodu kretanje (npr. kod motornog broda tu spada motor, vod vratila i brodski vijak);
- **pomoćni uređaji** – svi oni uređaji, strojevi i instalacije koji služe za pomoćne djelatnosti strojarnice i palube (agregati za električnu struju, razne crpke, pogon sidra, kormilarnica, vodovodne i električne instalacije i sl.);
- **pokretna oprema** – navigacijska oprema, sigurnosna oprema, strojarska oprema i slično.

Osnovne značajke i izmjere broda

U osnovne značajke broda spadaju:

- vlastita masa – izražava se u tonama;
- istisnina (deplasman) – izražava se u tonama ili m^3 ;
- nosivost – izražava se u tonama;
- prostornost – izražava se u m^3 , a može se izraziti i u registarskim tonama.

Vlastita masa broda označava masu potpuno opremljenog broda bez mase goriva, sanitarne, pitke i balastne vode, zalihe namirnica, tereta i mase posade s njihovom prtljagom. Izražava se u tonama.

Istisnina broda (deplasman) može se definirati na dva načina

- kao volumen (∇), izražava se u m^3 ;
- kao masa, odnosno težina (Δ), izražava se u tonama.

Nosivost broda označava razliku između deplasmana i vlastite mase broda. Izražava se u tonama. Razlikuju se dvije vrste nosivosti:

- korisna nosivost – masa robe (tereta) i putnika s njihovom prtljagom, tj. ona masa za koju se plaća prijevoz;
- ukupna nosivost – zbroj korisne nosivosti i mase goriva, hrane, namirnica i posade s njihovom prtljagom.

Prostornost broda označava volumen svih zatvorenih brodskih prostora. Izražava se u m^3 , a može se izraziti i u registarskim tonama.

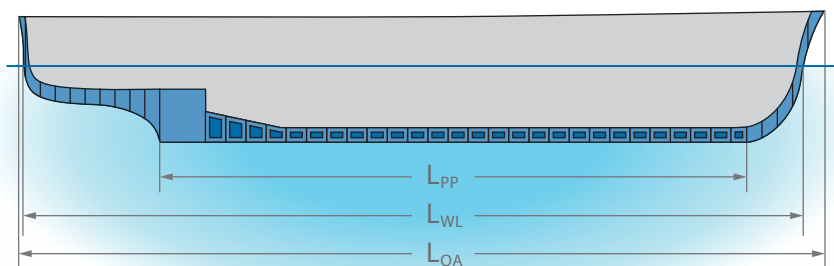
Registarska tona je jedna od mjernih jedinica koja u pomorstvu označava volumen svih zatvorenih prostora, a jednaka je $2,83 m^3$. Ova jedinica izvedena je iz anglosaksonskih jedinica gdje $1 \text{ rt} = 100 \text{ stopa}^3 = 2,83 m^3$.

Razlikuju se dvije vrste registarskih tona:

- bruto registarska tona (brt)
 - označava volumen svih zatvorenih brodskih prostora;
- neto registarska tona (nrt)
 - označava volumen zatvorenih prostora za smještaj putnika i robe.

U osnovne izmjere broda spadaju:

1. Uzdužne izmjere



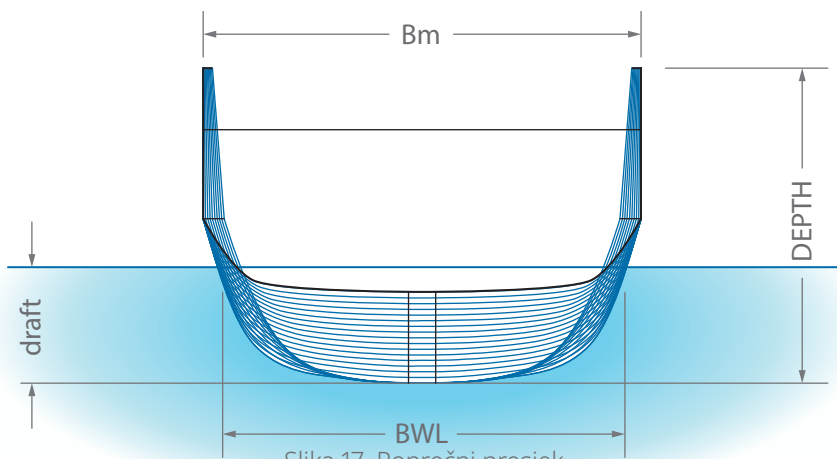
Slika 16. Uzdužni presjek

L_{OA}	(Lenght over all) – duljina preko svega. Jednaka je međusobnoj udaljenosti dviju ravnina rebara položenih kroz najudaljeniju pramčanu točku, koje pripadaju strukturi broda, paralelno konstrukcijskoj vodnoj liniji.
L_{PP}	(Lenght between perpendiculars) – duljina između okomica (perpendikulara), jednaka je udaljenosti između pramčane i krmene okomice.
L_{WL}	Duljina na projektiranoj vodnoj liniji. Jednaka je udaljenosti između presjecišta konstrukcijske vodne linije s obrisom (konturom) pramčane statve i analognog presjecišta iste vodne linije s konturom krmene statve.

Isto tako, ne manje važne izmjere su i:

L_P	Duljina paralelnog srednjaka – duljina nepromjenjivog poprečnog presjeka trupa ispod konstrukcijske vodne linije.
L_R	Duljina krmenog zaoštrenja, mjeri se od paralelnog srednjaka ili od rebra najveće ploštine (ako nema paralelnog srednjaka) do pramčanog kraja konstrukcijske vodne linije.
L_E	Duljina pramčanog zaoštrenja, mjeri se od paralelnog srednjaka ili od rebra najveće ploštine (ako nema paralelnog srednjaka) do pramčanog kraja konstrukcije vodne linije.

2. Poprečne izmjere:



Slika 17. Poprečni presjek

B_M	Najveća širina broda mjerena na vanjskom rubu rebra.
B_{OA}	Najveća širina broda bez obzira na kojem mjestu, nalazi se ispod ili iznad vodne linije.
B_{WL}	Najveća širina na konstrukcijskoj vodnoj liniji, bez obzira na kojem se položaju nalazi.
B_x	Širina na konstrukcijskoj vodnoj liniji na mjestu rebra najveće ploštine.

3. Vertikalne izmjere:

$D_M (H)$	Visina broda – mjeri se u ravnini glavnog rebra, od gornjeg ruba kobilice do gornjeg ruba sponje najviše neprekinute palube na boku broda. Kod drvenih brodova visina se mjeri od vanjskog utora oplata na kobilici do gornjeg ruba sponje na boku.
F_M	Nadvođe – visina nadvodnog dijela broda mjerena na polovici duljine LPP, od konstrukcijske vodne linije do gornjeg ruba opločenja palube (uključujući drvenu oblogu palube ukoliko postoji).
T_A	Gaz na krmi – mjeri se na krmenoj okomici od osnovice do vodne linije.
T_F	Gaz na pramcu – mjeri se na pramčanoj okomici od osnovice do vodne linije.
T_M	Srednji konstrukcijski gaz – visina uronjenog dijela broda, mjeri se na polovici L_{PP} , od gornjeg ruba kobilice do konstrukcijske vodne linije.
T_x	Konstrukcijski gaz na rebru najveće ploštine – visina uronjenog dijela broda, mjeri se na položaju rebra najveće ploštine, od gornjeg ruba kobilice do konstrukcijske vodne linije.

4.1.2 Hidrodinamika plovila

Hidrodinamika plovila izučava:

- Kretanje plovila kroz vodu i pojave koje nastaju tijekom kretanja;
- Probleme pokretnosti plovila i kormilarenje;
- Ponašanje plovila na valovima.

Pokretljivost plovila je njegova sposobnost premještanja po vodi pod djelovanjem sile poriva, a za proračun sile poriva potrebno je poznavati veličinu otpora plovila te svojstva propulzora.

Otpor plovila je sila (N) koja se suprotstavlja kretanju broda. Da bi se tijelo kretalo određenom brzinom u tekućini, za svladavanje otpora potrebno je upotrijebiti određenu silu. Kretanju plovila kroz tekućinu suprotstavljaju se hidrodinamičke sile tekućine i aerodinamičke sile zraka. Pri plovidbi plovila kroz tekućinu zapažaju se osnovne pojave:

- U neposrednoj blizini trupa formiraju se vrtlozi zbog trenja vode o trup (granični sloj);
- Po krmi plovila se opažaju veliki virovi;
- Stvaraju se valovi koji prate plovilo.

Otpor plovila dijeli se na:

- Otpor podvodnog dijela plovila (otpor kretanja kroz vodu) R_V ;
- Otpor nadvodnog dijela plovila (otpor kretanja kroz zrak) R_Z ;
- Dodatne otpore R_O .

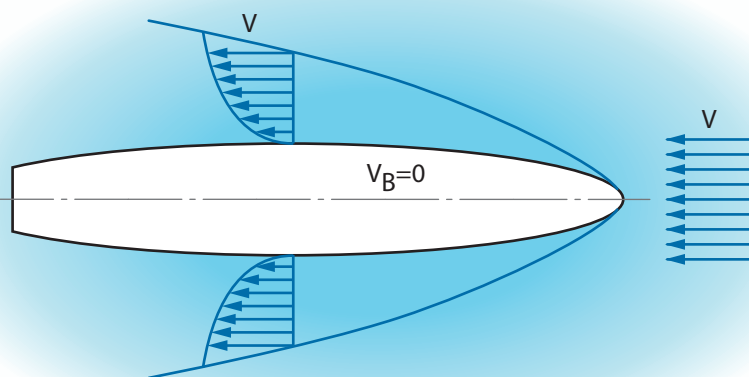
Dodatno otpor plovila dijeli se na:

- Otpor trenja R_F ;
- Otpor valova R_V ;
- Otpor tlakova R_P ;
- Otpor privjesaka R_{PR} .

Osnovna jednačba za otpor plovila:

$$R = R_V + R_Z + R_O = R_F + R_W + R_P + R_{PR} + R_Z + R_O$$

Otpor trenja osnovna je komponenta ukupnog otpora za većinu plovila te iznosi od 50% do 90% ukupnog otpora.



Slika 18. Karakter otpora trenja broda

Otpor trenja R_f je posljedica viskoznosti vode koja se za vrijeme gibanja plovila prikazuje kao unutarnje trenje. U tankom sloju vode uz površinu tijela, koji se zove *pogranični sloj*, odvija se prijenos energije s plovila na okolnu vodu i stvara se otpor trenja.

Pogranični sloj se proširuje od krme prema pramcu jer se povećanjem duljine broda povećava i površina vode obuhvaćena trenjem. Na otpor trenja utječe sljedeće:

- Hrapavost vanjske oplata plovila – povećanje otpora trenja zbog hrapavosti vanjske oplata iznosi prosječno od 15% do 20%;
- Veličina oplakane površine – povećanjem površine povećava se otpor trenja;
- Brzina plovila – povećanjem brzine povećava se otpor trenja;
- Duljina plovila – povećanjem duljine povećava se otpor trenja.

Pri proučavanju procesa gibanja vode, kojim gibanjima upravljaju sile viskoziteta i sile inercije, važnu ulogu ima bezdimenzionalni Reynoldsov broj (Re):

$$Re = \frac{L \cdot V}{\nu}$$

L – duljina broda (m);

V – brzina broda (m/s)

$\nu = \mu \cdot \rho$ – kinematički koeficijent viskoznosti (m^2/s)

μ – dinamički koeficijent viskoznosti ($N \cdot s/m^2$)

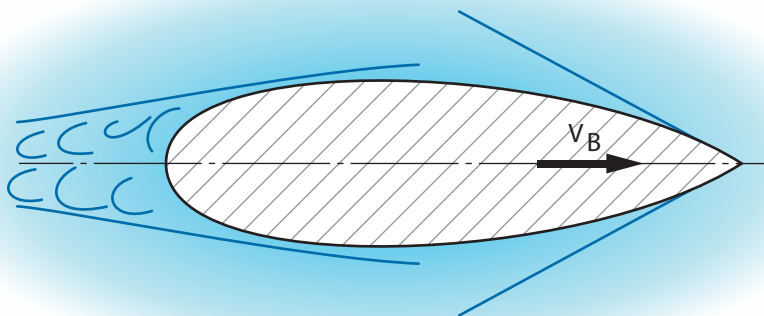
ρ – gustina tekućine (kg/m^3)

Ovisno o veličini Reynoldsovog broja i stupnju hrapavosti trupa, strujanje u pograničnom sloju može biti laminarno ili turbulentno. Karakteristika laminarnog strujanja je klizanje pojedinih slojeva tekućine jednog po drugom, slijedeći obrise oplata plovila, bez značajnih promjena brzine. Turbulentno strujanje karakterizira neustaljeno gibanje čestica, koje izaziva neprestano miješanje masa tekućina i vrlo velikih oscilacija brzine u svakoj točki. Otpor trenja je znatno veći u turbulentnom području. U praksi, gotovo je isključivo prisutno turbulentno strujanje, a laminarno strujanje se već u području pramca vrlo brzo destabilizira i nestane. Zato je važno da oplata plovila, posebno na pramcu, ima što veću glatkoću. Povećanje otpora trenja zbog povećanja hrapavosti plovila prosječno iznosi od 15% do 20%, a može biti i preko 40%.

Otpor valova R_v nastaje zbog otpora vode koja se odupire promjeni vlastitog stanja. Povećanjem brzine plovila, povećavaju se valovi, odnosno otpor valova.

Postoje dvije vrste valova:

- razilazni valovi i
- poprečni valovi.



Slika 19. Oblik povoljan za otpor valova

Kod malih brzina poprečni valovi su slabo uočljivi, dok se razilazni primjećuju. Porastom brzine raste i intenzitet poprečnih valova pa se njihovi dolovi i brijegovi počinju jasno ocrtavati uz bok broda. Broj poprečnih valova po duljini plovila raste povećanjem brzine, što kod velikih brzina rezultira pojavom samo jednog vala po duljini broda.

Valovi se javljaju samo kod plovila koja plove površinom. Ako je plovilo (npr. podmornica) udaljeno od površine za jedan i pol do tri vlastita promjera, valovi nestaju, pa nema ni otpora valova.

Otpor valova ovisi o:

- Brzini kretanja plovila – povećanjem brzine progresivno raste veličina poprečnih valova, a time i njihov otpor;
- Formi plovila – porastom omjera širine i gaza (B/T) raste i otpor valova;
- Duljini plovila – povećanjem duljine smanjuje se otpor valova (ali povećava otpor trenja i to je nešto što traži optimalno rješenje).

Otpor valova se smanjuje i primjenom pramčanog bulba koji pri većim brzinama kretanja plovila smanjuje ukupni otpor i do 18%.

Otpor tlakova (virova) R_p , odnosno otpor forme, nastaje jer strujnice vode na krmi ne prijanjaju točno uz formu trupa plovila. Zbog toga tlak na krmi nema istu vrijednost kao i tlak na pramcu. Ova razlika tlakova čini otpor virova.

Otpor virova ovisi o brzini, te prvenstveno o formi krme odnosno načinu na koji je izvedeno "zaoštrenje" trupa plovila od paralelnog srednjaka prema krmi. Glavni uzrok stvaranja virova kod plovila uobičajenih formi je širenje graničnog sloja, što izaziva promjenu režima osnovnog strujanja.

Na krmi plovila pune forme, strujnice u graničnom sloju ne mogu slijediti formu tijela, pa se granični sloj otkida od površine tijela a strujnice se zakreću i stvaraju virove. Kod oštrijih formi krme debljina graničnog sloja raste postupno, otkidanje nastaje na nekoj točki u samoj blizini krme, pa i otpor virova postaje manji.

Otpor zraka R_z , nastaje zbog kretanja nadvodnog dijela kroz zrak. Da bi se postigao što manji otpor zraka potrebno je:

- Izgraditi što niže nadgrađe;
- Zaokružiti nadgrađe i dati mu strujni oblik;
- Izvesti strukturu nadgrađa stepenasto prema pramcu i prema krmi.

Otpor privjesaka R_{PR} , čini zajednički otpor ljuljne kobilice, skrokova, kormila, stabilizatora i slično. S obzirom na malu površinu privjesaka otpor trenja je mali, međutim, veći utjecaj na otpor ima pojava virova na privjescima i iza njih pa se nastoji privjeske na podvodnom dijelu broda projektirati da budu vitki i bez oštih rubova.

4.1.3 Brodovi i konvoji u unutarnjoj plovidbi

Brodove unutarnje plovidbe **prema namjeni** dijelimo na:

- **trgovačke brodove** – plovila namijenjena za prijevoz putnika i robe (duljine 20 m i više, tegljači i potiskivači bez obzira na duljinu);
 - Teretni brodovi – namijenjeni prijevozu isključivo raznih vrsta tereta;
 - Putnički brodovi – namijenjeni prijevozu više od 12 putnika (mogu biti izletnički ili kabinski brodovi);
- **specijalne brodove** – plovila namijenjena za posebne poslove i zadaće – javna plovila (plovila kapetanija, policije, vatrogasne službe), tehnička plovila (jaružala, elevatori, plovne dizalice), ribarski brodovi, ledolomci, skele i slično;
- **ratne brodove** – plovila namijenjena za provođenje ratnih operacija na rijekama i jezerima.

Nadalje **teretni brodovi** mogu se podijeliti na:

- **brodove s vlastitim pogonom (motorni brodovi)** – plovila koja koriste svoj vlastiti mehanički pogon za plovidbu, izuzev plovila koja koriste motore isključivo za manja premještanja (u luci, na sidrištu) ili za povećanje manevarskih sposobnosti u konvojima;
 - **tegljači** – plovila posebno konstruirana i opremljena za pokretanje tegljenih konvoja;
 - **potiskivači** – plovila posebno građena za pokretanje potiskivanih konvoja;
 - **samohotke** – motorni brodovi namijenjeni za prijevoz tereta u vlastitim skladištima.

Napomena: U praksi se pojavljuju i kombinirani brodovi koji prevoze teret u vlastitim skladištima i istodobno su osposobljeni za pokretanje potiskivanih konvoja.

- **brodovi bez vlastitog pogona** – plovila koja ne koriste vlastiti mehanički pogon za plovidbu i izgrađena su i opremljena za plovidbu u konvojima koje pokreću motorni brodovi

- **potisnice** – plovila posebno izgrađena i opremljena za plovidbu u potiskivanim konvojima tj. da ih se potiskuje;
- **teglenice** – plovila posebno izgrađena i opremljena za plovidbu u tegljenim konvojima tj. da ih se tegli.

Neke od posebnih vrsta trgovačkih teretnih brodova sa i bez vlastitog pogona su:

Tankeri – namijenjeni za prijevoz različitih vrsta robe u tekućem stanju, kao što su:

- nafta i derivati,
- kemijski proizvodi,
- tekući plinovi.

Većina spomenute robe opasni su tereti koji se prevoze putem specijalnih tankerskih plovnih jedinica s odgovarajućim sigurnosnim svojstvima. Europski propisi i preporuke poput ADN, ADN-R i ADN-D, kao i nacionalni zakoni koji propisuju prijevoz opasnih tereta, posebno su važni u ovom kontekstu.

Moderna plovila imaju dvostruku oplatu koja sprječava istjecanje tereta, ukoliko dođe do oštećenja vanjske oplata. Brodsko skladište je često podijeljeno u nekoliko zasebnih spremnika koji mogu biti odvojeni u individualna područja. To znači da su sustavi punjenja spremnika i gašenja požara (plinska povratna cijev, cijevi za ostatak tvari i spremnik za ostatak tvari) međusobno odvojeni. Ovi sustavi su neophodni kako bi se spriječilo da otrovni preostali plinovi i tekućine ne dođu u kontakt s okolinom. Spremnici od nehrđajućeg čelika ili brodska skladišta s posebnom prevlakom koriste se kako bi se spriječilo da opasni tereti reagiraju s površinom spremnika. Grijači i ventili se koriste kod prijevoza tereta koji se lako zamrzne zimi, a sustav prskalice na palubi štiti spremnike od ljetnih vrućina. Prijevoz tekućih tereta zahtjeva najnoviju tehnologiju.

Kontejnerska plovila su namijenjena za prijevoz svih tipova kontejnera u kojima se uglavnom prevozi visokotarifna roba koja zahtijeva visok stupanj očuvanosti. Kontejnerski prijevoz se smatra jednim od glavnih rastućih tržišta za prijevoz unutarnjim plovnim putovima. Dok sektor tradicionalnog rasutog tereta ima tendenciju zasićenja, kontejnerski

prijevoz pokazuje najveći potencijal rasta. Razvijeni su namjenski brodovi kako bi se moglo nositi s povećanom potražnjom. Na dobro razvijenim riječnim sustavima s dobrim navigacijskim uvjetima, kontejnerska plovība ima tendenciju biti ekonomičnija.

RoRo plovila su namijenjena uglavnom za prijevoz cestovnih vozila svih vrsta. Glavna prednost RoRo prijevoza najizraženija je u manje razvijenim zemljama Istočne Europe; potrebne su relativno male investicije u lučku infrastrukturu pa time RoRo predstavlja hitno intermodalno rješenje za zemlje sa slabije razvijenom lučkom infrastrukturom. Glavni nedostaci RoRo plovībe uključuju iskorištenost prostora na brodovima blizu optimalnog te priključivanje skupih sredstava kao što su prikolice.

Osnovni tipovi konvoja na Savi

Radi optimalnog stupnja iskorištenosti plovnog puta rijeke Save kao i transportnih sredstava, posebno kod transporta niskotarifnih roba (građevinski materijal, drvo, ruda, žito i slično), plovila (potisnice i teglenice) se povezuju u konvoje (sastave). Osnovne tipove konvoja čine:

Potiskivani konvoj koji čini čvrsto povezan sastav plovila od kojih je najmanje jedno plovilo postavljeno ispred motornog plovila koje pokreće konvoj, a koje se naziva potiskivač. Konvoj formiran od potiskivača i potiskivanih plovnih objekata čiji spoj omogućuje kontrolirani i djelomični otklon (zakret) plovnih objekata od smjera kretanja potiskivača, također se smatra čvrstim.

Na Savi se obično povezuju 2, 4 ili 6 potisnica kojima upravlja potiskivač odgovarajuće snage. Standardne potisnice koje se obično koriste na Savi imaju duljinu od 76,5 m širinu od 11,0 ili 11,4 m i nosivost od oko 1650 tona za gaz od 2,5 m. Veliki konvoj od 6 potisnica ima duljinu od oko 185 m (potiskivač i dvije potisnice u duljinu, tri usporedno). Potiskivani konvoji prevladavaju na Donjoj Savi i Srednjoj Savi do Slavonskog Broda. Veličina potiskivanog sastava ovisi o stanju i gabaritima plovnog puta.

Tegljeni konvoj koji čini svaki sastav formiran od jednog ili više plovila, plutajućih objekata ili plovećih tijela koje tegli jedno ili više motornih plovila, pri čemu motorna plovila čine dio konvoja i nazivaju

se tegljačima. Teglenice vučene tegljačima danas su gotovo potpuno napuštene na europskim plovnim putovima, dok se, u manjoj mjeri, na Savi još uvijek koriste za prijevoz sirove nafte.

Bočni konvoj koji čini grupu plovila vezanih bokom uz bok od kojih se nijedno ne nalazi ispred motornog plovila koje pokreće konvoj. Često se formira u svrhu manevriranja u lukama, prevodnicama i na sidrištima.

4.2 OPREMA BRODA

Kako bi se plovila mogla namjenski koristiti neophodno je da budu opremljena tzv. opremom broda, što podrazumijeva brodski pribor i uređaje. Raznovrsnost opreme broda ovisi i o veličini i vrsti plovila, sektoru plovidbe te namjeni plovila. Oprema mora biti u ispravnom stanju i na predviđenim mjestima kako bi se mogla efikasno koristiti.

Uređaji na plovilu su uglavnom pomoćni strojevi i druge naprave, ugrađene ili pričvršćene za palubu.

Za razliku od opreme koju čine krupniji ugrađeni ili pokretni predmeti, pribor čine sitniji pokretni predmeti raznovrsne opće namjene. Svi navedeni uređaji ili predmeti mogu služiti za više namjena.

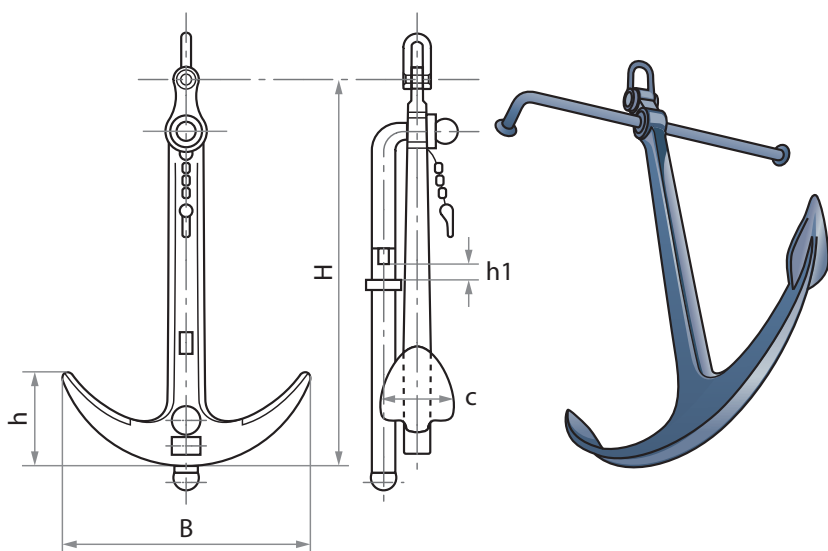
Ovisno o glavnoj namjeni i lokaciji, u osnovnu opremu plovila ubrajaju se:

- oprema i uređaji za sidrenje;
- oprema i uređaji za izvezivanje (vez);
- oprema i uređaji za sprečavanje prodora vode;
- oprema i uređaji za borbu protiv požara;
- oprema i uređaji za spašavanje;
- oprema i uređaji za navigaciju;
- oprema i uređaji za brodsku vezu i signalizaciju;
- oprema i uređaji za vuču i potiskivanje;
- oprema i uređaji za utovar i skladištenje;
- oprema i uređaji za održavanje pogona i instalacija;
- oprema i uređaji opće namjene;
- oprema za prvu pomoć.

Oprema i uređaji za sidrenje: nalaze se na pramcu i krmi i većim su dijelom smješteni na glavnoj palubi. Čine je: sidreno vitlo (koje može biti električno, motorno ili ručno), glavno sidro, rezervno sidro (80% težine glavnog sidra), pomoćno sidro (20% težine glavnog sidra), sidreni lanci (debeli i tanki), grotlo, čiga, pomoćna bitva, osigurači, lančani i drugo. Duljina sidrenog lanca u pravilu treba biti duljina i pol sidrenog objekta. „Registar brodova“ ili drugo, od države ovlašteno „Tehničko nadzorno tijelo“, propisali su temeljem „Tehničkih pravila“ standarde za odnose mase broda i mase sidra te prekidnu čvrstoću sidrenog lanca.

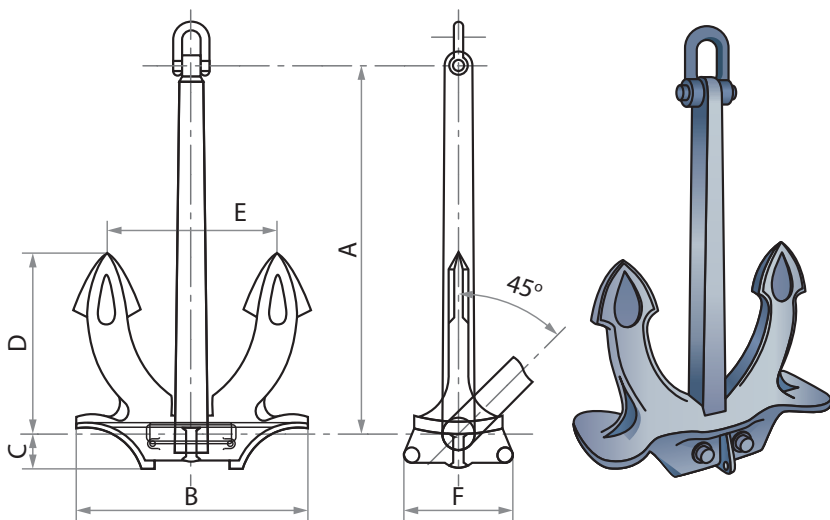
Općenito sidra dijelimo na:

- Admiralitetno sidro, naziv je dobilo po engleskom admiralitetu koji je prvi propisao dimenzije ovog tipa sidra. Sastoji se od struka, krune, krakova, lopata, pandže, klade s jabukama i spojne karike (škopca). Ova sidra dobro drže, ali im se lanac lako zapetlja oko klade ili kraka. Nedostatak ovog sidra je otežano rukovanje radi čega se pribjeglo izvedbama s jednim krakom (tzv. polusidro) koje se još koristi i kod sidrenja plutača kao i drugih fiksnih plovniha objekata i oznaka sigurnosti plovidbe;

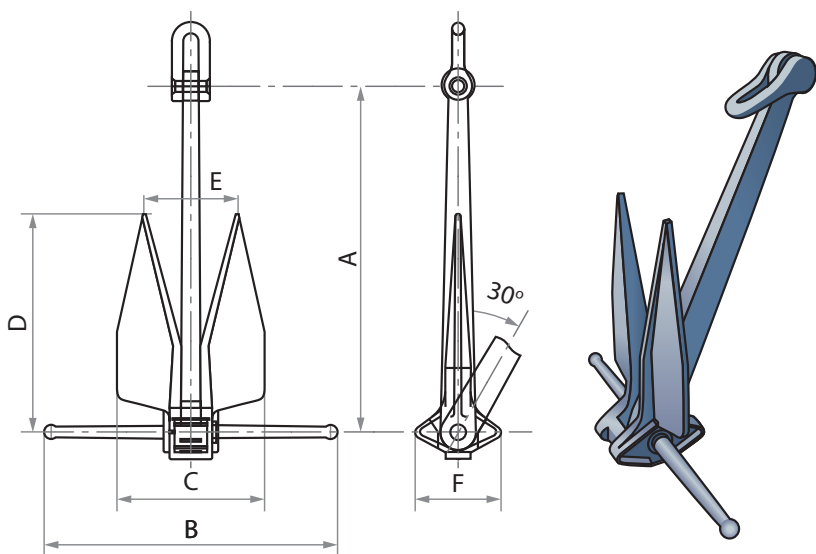


Slika 20. Admiralitetno sidro

- Patentna ili zglobna sidra, čija izvedba omogućuje uvlačenje struka u oko broda te laku i jednostavnu upotrebu u svakom trenutku. Od patentnih sidara najbolje rezultate postigli su Hall i Danforth sidra.



Slika 21: Hall sidro



Slika 22. Danforth sidro

Oprema i uređaji za izvezivanje (vez): smješteni su i simetrično raspoređeni na glavnoj palubi (pramac, krma, bokovi) kako bi se što sigurnije mogao obaviti postupak izvezivanja plovila. Osim priteznih vitala, užadi i bitvi koji čine osnovu opreme prema tehničkim pravilima, tu se još ubrajaju: izbacivač s užetom, kalem za užad, kolac (kazuk) okovan, malj okovan, odupirači okovani, koloturnik čelični okovan, odbojnik čaklja, odbijač – štica, lopata, spojnica – klanfa, krstača (jednostruka i dvostruka), ambus, radla i dr.

Užad za izvezivanje može biti čelična (čela), usukana i pletena užad. Svako uže ima svoju namjenu pa se tako čelična užad koristi kod tegljenja, potiskivanja, privezivanja, povezivanja itd. Usukana ili pletena užad koristi su kod izvezivanja u prevodnicama kod izvezivanja bok uz bok, ali ne u plovidbi već samo kod noćenja.

Osim užadi, na brodu je potrebno imati odupirač i kazuk, drveni kolac zašiljen i okovan na vrhu, koji služi za izvezivanje na obalu ukoliko ne postoji odgovarajuća pristanišna infrastruktura.

Oprema i uređaji za sprečavanje prodora vode: od velike su važnosti i podrazumijevaju opremu za ispumpavanje vode (ručne, električne i mehaničke crpke) te oprema za sprečavanje prodora vode u trup broda (ponjava za spašavanje, drveni klinovi, tovatna mast, brzovezujući cement itd.). Treba imati u vidu da se zbog specifičnosti same unutarnje plovidbe (mali broj članova posade) i plovne infrastrukture teško mogu koristiti sredstva i pribor za borbu protiv prodora vode u trup broda pa se u slučaju havarije uglavnom koriste crpke i manevar nasukanja u pliće dijelove vodnog puta.

Oprema i uređaji za borbu protiv požara: moraju biti na svakom plovilu. Ovisno o veličini i namjeni, projektira se i ugrađuje sustav orošavanja, postavljaju se spremnici s inertnim plinom i pjenom te raspoređuje određena količina mobilnih aparata za gašenje. Koriste se različiti mediji za gašenje različitih vrsta požara (el. instalacije, nafta i naftni derivati, kemikalije, drvo itd).

Oprema za spašavanje: mora biti pristupačna i redovito održavana. Čine je: vijenci i prsluci za spašavanje, čamac i splav za spašavanje s propisanom opremom

Oprema i uređaji za navigaciju i kormilarenje: nalaze se na palubi ili u kormilarskoj i zapovjedničkoj kabini na mjestima gdje je dobra vidljivost. Osnovni elementi navedene opreme su zapovjedni pult s instrumentima, uređaji za prijenos informacija u strojarnicu te kormilo s transmisijom, perom kormila i njegovom osovinom. Uređaji i oprema koji se nalaze u kormilarnici detaljnije su opisani u poglavlju 6, koje šire obrađuje navigaciju.

Oprema i uređaji za brodsku vezu i signalizaciju: se nalaze u kormilarnici ili na pogodnom mjestu na nadgrađu plovila do kojega se iz kormilarnice lako pristupa. Najznačajniji su: sirena, zviždaljka, klakson, truba, brodsko zvono, brodski razglas, brodska radio stanica, jarboli, signalna i navigacijska svjetla, zastave i zastavice (prema međunarodnom signalnom kodeksu), signalne rakete i drugo.

Oprema i uređaji za vuču i potiskivanje: raspoređenisu na glavnoj palubi i nadgrađu plovila. Na krmenom se dijelu postavlja uređaj i oprema za tegalj, dok je na pramčanom dijelu oprema za potiskivanje. Neki od važnijih uređaja:

- uređaj za vuču – vučno vitlo – obvezno za tegljače jače od 200 KW;
- uređaj za vuču – vučna automatska kuka s osiguračem otvaranja;
- čelično uže – vučnik duljine od 80 do 350 m i debljine od 12 do 32 mm, ovisno o snazi tegljača;
- zateg za vučnik;
- lučni branik (goling);
- pomoćna bitva za osiguranje vučnika;
- dodatna svjetla i dnevne oznake;
- zatezna vitla.

Vučno i zatezno vitlo mogu biti: ručno (steznik – niper), motorno, električno, hidraulično vitlo (steznik – kalem) kao i kombinacija nekog od navedenih.

Oprema i uređaji za utovar i skladištenje: kao i njihov raspored ovise o namjeni plovila i vrsti tereta koji se prevozi. Pored opreme i pribora za ručni utovar (rijetko se viđa na plovilima) danas se uglavnom koristi moderna električna, hidraulična i pneumatska oprema koja se kombinira ovisno o veličini i namjeni. Prilikom manipulacije teretom kod utovara/istovara pored dizalica koriste se:

- palete, daske, ploče i kopnjevi, za slaganje tereta;
- kuke i kliješta (oštre i tupe);
- hvatače (grajferi) i žvale za rasute terete;
- cijevi, žljebovi i lijevci za utovar/istovar;
- mreže, platnjače, košare, sanduci i slično za lakšu i glomaznu (kabastu) robu;
- klade, magneti, poluge i slično;
- ručna, električna, i motorna kolica, viličari i slično za razvoz i slaganje robe u skladištima.

Oprema i uređaji za održavanje pogona i instalacija: su raznovrsni, uglavnom vezani za pogon, glavne i pomoćne motore te prateće instalacije na plovilu. Najveći je dio ove opreme smješten u brodskoj radionici, a čine je razne vrste alata i instrumenata kojima se mjere parametri i otkrivaju kvarovi. Na plovilu se mora nalaziti i određena količina rezervnih dijelova koji se mogu zamijeniti u kratkom vremenu.

Oprema i uređaji opće namjene: sve ono što nije navedeno u prethodnim grupama a koristi se svakodnevno tijekom eksploatacije plovila. Najznačajniji su:

- čamac s lancem, veslima, ispolcem, sidrom i ručnom svjetiljkom;
- skela za izlaz – siz (daska 6 m x 40 cm), ograda, spajač, nogare, stepenice – lojtre;
- hladnjak, ledenica, vjetrovnik za vodu s konopom duljine 6 m;
- radio i TV prijemnik, antene i slično;
- sjekira, kliješta, sjekač, pila, uvrtač, strugalica, lopata za snijeg, čelična četka i slično;
- komplet univerzalnog alata, pribor za razbijanje leda (ledolom, sjekira i pila);
- pribor za održavanje čistoće palube i nadgrađa (metle, kefe, brisači, stupa i slično, te boje, razrjeđivač s priborom za bojanje);
- pribor za održavanje čistoće i higijene zajedničkih i prostorija (salon, kormilarnica, hodnici, kabine i slično);
- posebni pribor za održavanje higijene i čistoće kuhinje i smočnice

Nekima od navedenih dijelova opreme i uređaja zajedničko je da se moraju periodično prekratati, te da se mora kontrolirati njihova ispravnost, a rukovanje pojedinom opremom se redovno uvježbava u okviru vježbi kojima se posada i plovilo drže u stanju uvježbanosti u slučaju nesreće ili drugog izvanrednog događaja.

4.3 POGONSKA POSTROJENJA

Pogonskim uređajima plovila nazivaju se energetske uređaji koji proizvode odgovarajuću vrstu energije potrebne plovilu u eksploataciji, a dijelimo ih na:

- Glavne energetske uređaje, koji služe za pogon (propulziju) plovila – glavni strojevi;
- Pomoćne energetske uređaje, koji služe za zadovoljavanje svih ostalih potreba za energijom na plovilu – pomoćni strojevi.

Potrebna snaga glavnih strojeva ovisi o veličini i brzini plovila, dok snaga pomoćnih strojeva uglavnom ovisi o namjeni i tehnološkoj opremljenosti plovila.

Glavni pogonski strojevi, imaju ulogu ostvarivanja propulzije pomoću motora s unutarnjim sagorijevanjem, parnih ili plinskih turbina. Kao pogonski motori na trgovačkim plovilima se uglavnom ugrađuju *dvotaktni jednoredni dizel motori*. Osnovne karakteristike propulzionog motora su:

- Mogućnost mijenjanja broja okretaja u širokom rasponu;
- Mogućnost sigurnog prekratanja u kratkom vremenu;
- Mogućnost rada pri malom broju okretaja;
- Sigurno upućivanje, kako u toplom tako i u hladnom stanju;
- Pouzdan rad pri valjanju, odnosno, posrtanju plovila.

Dizelski motori su (toplinski) strojevi u kojima se kemijska energija goriva pretvara u mehanički rad. Kemijska energija sadržana u gorivu izgaranjem (oksidacijom) pretvara se u toplinsku. Na brodovima se uvijek susrećemo s dva različita načela rada motora. To su četverotaktni dizel-motori koji mogu biti glavni porivni strojevi i služe za pogon generatora, i dvotaktni dizel-motori koji su u pravilu glavni porivni strojevi.

Ekspanzijom plinova djeluje se na stap ili klip, čije se pravocrtno kretanje uzduž košuljice pomoću stapnog ili klipnog mehanizma pretvara u kružno gibanje koljeničastog vratila. Do zapaljenja i izgaranja goriva dolazi najčešće u samom cilindru, ali kod nekih konstrukcija u pretkomorama ili vrtložnim komorama stoga se svrstavaju u motore s unutarnjim izgaranjem. U tu grupu svrstavaju se i motori koji koriste lake frakcije nafte (benzinski, Otto motori), no ovdje se neće razmatrati.

Podjela dizelskih motora može se provesti prema više kriterija ali dizelski motori koji se najčešće koriste za poriv brodova imaju sljedeće značajke: dvotaktni su, jednoredni, koriste tekuće gorivo (uglavnom teško), s turbopunjenjem, izravnim ubrizgavanjem goriva u cilindarski prostor, izvide se s križnom glavom, i sporookretni su.

Parne turbine toplinski su strojevi pomoću kojih se toplinska energija pare pretvara u mehanički rad a brže su se počeli razvijati u 19. stoljeću premda je princip rada bio poznat puno ranije. Princip rada toplinskih turbina sastoji se u tome da se toplinska energija pare najprije pretvori u kinetičku energiju posredstvom sapnica na statorskom dijelu turbine, a potom se vođenjem radnog medija (pare) kroz zakrivljeni strujni kanal na rotru turbine izazove sila koja zakreće rotor što rezultira mehaničkom radnjom.

Osnovna i najveća prednost parnih turbina je što su to pogonski strojevi najvećih snaga. U trgovačkoj mornarici koriste se uglavnom na tankerima gdje i inače postoje zahtjevi za velikim količinama pare za grijanje tereta, pa je i to razlog što se kod većih tankera primjenjuje parni pogon.

Prednosti parne turbine su vrlo miran i tih rad, sigurnost u pogonu, manji troškovi održavanja, veća trajnost, dobar zakretni moment i pri malom broju okretaja, te mogućnost vožnje s vrlo malim brojem okretaja propelerne osovine. U pogonu je parna turbina znatno elastičniji stroj od dizel-motora.

Nedostaci parnih turbina su viši potrošak goriva i potreba posebne turbine za vožnju krmom, jer se parne turbine mogu okretati samo u jednom smjeru. Snaga turbine za vožnju krmom je obično 40% snage turbine za vožnju naprijed, nadalje, vrijeme potrebno da se propeler

počne okretati u suprotnom smjeru kod turbinskih brodova znatno je dulje. Sam podatak da je snaga turbine za vožnju krmom 40% snage turbine za vožnju naprijed, (za razliku od dizel-motora kod kojih je ona 100%) te da promjena smjera okretaja iziskuje znatno više vremena, ustvari znači da brodovi s turbinskom propulzijom mogu znatno lošije manevrirati od brodova s dizel-motornom propulzijom.

U pogledu opće ekonomičnosti parna turbina postaje ozbiljan takmac dizel-motorima na području snaga preko 15 000 kW s time što je njezina prednost izrazitija što je snaga veća, dok je na području ogromnih snaga bez konkurencije. Donja ekonomski opravdana granica primjene parnih turbina je 8 000 kW.

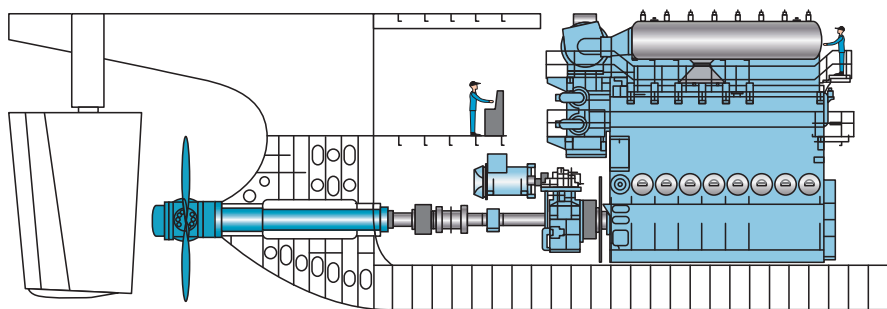
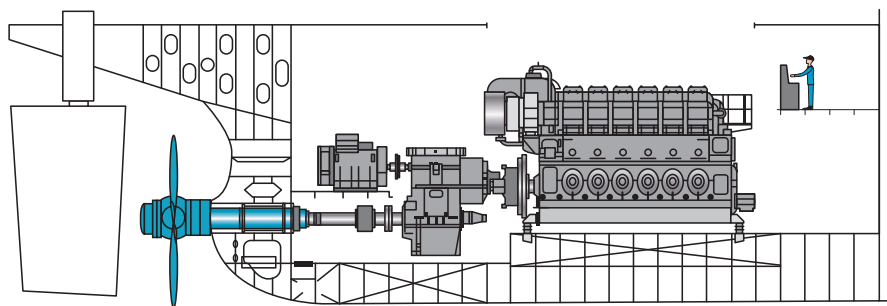
Plinske turbine nisu našle širu primjenu na trgovačkim plovilima i uglavnom se koriste kod ratnih brodova kako bi se postigle maksimalne brzine i velika koncentracija snage pa se često koriste u kombinaciji s dizel motorom. Prvu plinsku turbinu koja se mogla koristiti, konstruirao je norveški inženjer Ellin 1903. godine, a ideju da se plinske turbine mogu koristiti za pogon turbopuhala razvio je švicarski inženjer Buchi 1905. godine.

Istraživački rad na razvoju mlaznih avionskih motora pridionio je većem zanimanju pomorskih krugova diljem svijeta za korištenje plinskih turbina na brodu. Ranih sedamdesetih godina prošlog stoljeća razvoj sustava omogućio je korištenje dizel goriva za rad plinskih turbina na brodu što je pridonijelo većoj uporabi plinskih turbina na brodovima.

Ukratko, atmosferski zrak se usisava u kompresor te se komprimirani zrak uvodi u komoru za izgaranje do koje dolazi i preostali zrak. U komoru se ubrizgava gorivo ta nakon izgaranja plinovi se uvode u turbinu. Prije uvođenja u turbinu, topli plinovi izgaranja prolaze kroz vodeni hladnjak a para proizvedena u hladnjaku miješa se s plinovima izgaranja.

Od do sada spomenutih toplinskih strojeva plinske turbine imaju najmanji toplinski stupanj korisnosti. Priprema i upućivanje je relativno kratko pa je to razlog da su se uglavnom koristile na već spomenutim vojnim plovilima gdje korisnost nije toliko bitna. Nadalje, pomoćni sustavi su najjednostavniji, dakle najjeftiniji i najlakši za održavanje.

Plinske turbine uglavnom koriste kvalitetnije i skuplje dizelsko gorivo pa manje zagađuju okoliš. Eksploatacijski troškovi su veliki jer tehnološki nije u potpunosti riješeno trošenje (odgaranje) lopatica rotora turbine. Gorivo izgara pri visokim temperaturama pa se lopatice statora hlade (zrakom), a lopatice rotora izrađuju od visoko legiranog čelika na koji se (na toplinski najopterećenijem dijelu lopatice) lijepe pločice stelita. Vijek trajanja, s obzirom na cijenu proizvodnje je premali pa se, osim kod kombiniranih porivnih sustava, rijetko ugrađuju na brodove.



Slika 23. Smještaj brzohodnog i sporohodnog motora u strojarnici

Nadolazeće nove tehnologije

Regulativa koja se bavi pitanjem emisija iz ispušnih plinova postala je sve stroža posljednjih godina. Uredba Europskog parlamenta o zahtjevima koji se odnose na ograničenja emisija plinovitih i krutih onečišćujućih tvari i homologaciju tipa za motore s unutarnjim izgaranjem za necestovne pokretne strojeve (NRMM uredba) definira granične vrijednosti emisija ispušnih plinova u novim motorima. Obvezne granične vrijednosti vrlo su stroge, što će zahtijevati ugradnju tehnologija smanjenja emisija, kao što su naknadna obrada ispušnih plinova selektivnom katalitičkom redukcijom (SCR) i filteri za krute čestice ili korištenje novih tehnologija i alternativnih goriva.

Čini se ipak da će dizelski motori i u narednom srednjoročju ostati najčešći oblik pogona u unutarnjoj plovidbi. Dugoročno gledano, zamislivo je da će se koristiti i motori na plin i gorive ćelije koji će značajno smanjiti emisije štetnih plinova s plovila.

Moguće učinkovite mjere za smanjenje emisijskih karakteristika brodskih motora uključuju sljedeće (viadonau, 2019.):

- Smanjenje emisije sumpornog oksida pomoću goriva s niskim udjelom sumpora;
- Smanjenje emisija ugljikovodika i ugljičnog monoksida pomoću katalizatora oksidacije dizela (potrebno je gorivo s niskim udjelom sumpora);
- Smanjenje emisija dušikovog oksida, na primjer putem recirkulacije ispušnih plinova (zahtijeva gorivo s niskim udjelom sumpora), vlaženjem zraka na ulazu u motor, ubrizgavanjem vode u cilindar ili upotrebom selektivne katalitičke redukcije (tj. ubrizgavanje redukcijskog sredstva za učinkovito uklanjanje emisija dušikovog oksida);
- Smanjenje emisije čestica pomoću filtara za krute čestice.

Prema rezultatima međunarodnih istraživačkih projekata i pokusa, poput projekta PROMINENT (2015–2018), najučinkovitije tehnike u pogledu smanjenja emisija motora i potrošnje goriva su:

- Motori za ukapljeni prirodni plin (LNG);
- Upotreba goriva s niskim udjelom sumpora;
- Katalizatori oksidacije dizela;
- Selektivna katalitička redukcija;
- Filteri za krute čestice;
- Energetsko učinkovita plovidba uz potrebu računalno potpomognutih sustava za podršku odlučivanju.

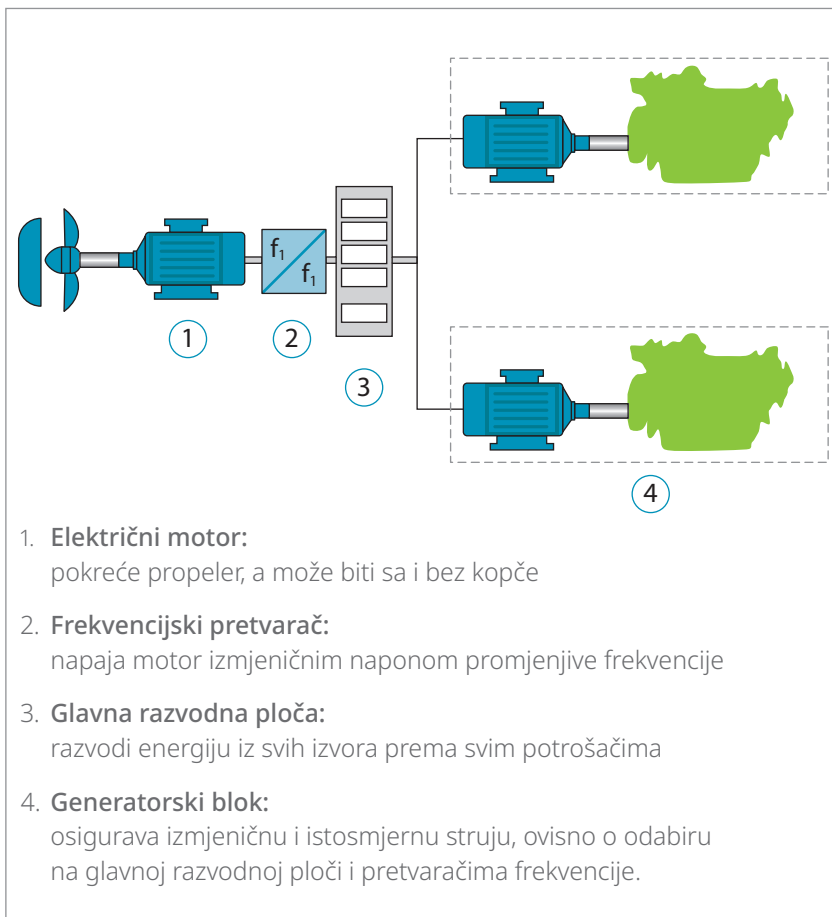
Projekti PROMINENT i GRENDEL (2019.) istaknuli su i razmatrali najperspektivnije tehnologije koje bi mogle smanjiti onečišćenja usljed plovidbe. U tom smislu odabrane su najperspektivnije ekološke ili najbolje dostupne tehnologije temeljem sljedećih kriterija:

- Učinci na potrošnju energije i emisije;
- Ekonomska izvedivost;
- Tehnička izvedivost;
- Tehnološka zrelost.

U nastavku su ispod navedene najbolje dostupne tehnologije identificirane na temelju gornjih kriterija.

Dizel-električni pogon kombinira visoku učinkovitost motora, nisku razinu buke i okolišnu održivost zbog potencijalno nižih emisija stakleničkih plinova i onečišćujućih tvari (GRENDEL, 2019). Za dizel-električni pogon mogao bi se koristiti bilo koji homologirani dizelski motor za plovila unutarne plovidbe (NRMM-razina V) ili marinizirani Euro VI kamionski motor. Takvi dizelski motori u kombinaciji s električnim generatorom poznati su kao generatorski set (genset) (GRENDEL, 2019). Ovisno o svakom pojedinačnom slučaju, dizel-električni pogon može značajno smanjiti potrošnju energije i s tim povezane emisije zbog svoje visoke učinkovitosti jer se potreba za pogonom i snaga neprestano prilagođavaju stvarnim uvjetima rada.

Troškovi ulaganja trenutno su relativno visoki, jer su električni pogonski sustavi više ili manje izrađeni po mjeri te prilagođeni operativnom profilu određenog plovila.



Plin i plinsko-električni pogon

Ukapljeni prirodni plin (LNG) je prirodni plin (uglavnom metan) koji se ohladi na $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$ i ukapljuje se kako bi se olakšalo skladištenje i transport. LNG kao gorivo je uglavnom predviđen za velika plovila koja imaju visoku godišnju potrošnju goriva. Visoki troškovi ulaganja u spremnik/ke za LNG i sustav goriva mogli bi se povratiti uštedom na razlici u cijeni goriva. LNG bi omogućio smanjenje emisije NOx za najmanje 70% u usporedbi s konvencionalnim CCNR II dizelskim motorom i smanjenje 95% do 100% čestica (PM). Emisije CO2 mogle bi se smanjiti za 25%. Neke europske zemlje nude sheme javne potpore za preuređenje plovila unutarnje plovidbe u pogon na LNG (Francuska, Njemačka, Češka) (GRENDDEL, 2019).

Iako veća plovila s velikom potrebom za energijom imaju relativno visok udio u emisijama u prometu na unutarnjim plovnim putovima u Europi, broj plovila pogodnih za LNG relativno je ograničen. Povrh toga, ulaganje u 100%-tni LNG motor rizično je zbog trenutne nesigurnosti u cjenovnoj razlici između LNG-a i dizela. Da bi se povratile dodatne investicije za prelazak na LNG motore (koje mogu iznositi 2 milijuna EUR), važno je imati dovoljno uštede na troškovima goriva. To ovisi o relativnoj cjenovnoj prednosti LNG-a u odnosu na dizel. U najgorem scenariju kretanja cijena, analiziranom u projektu PROMINENT, čak nema niti pozitivnog poslovnog slučaja za primjenu LNG-a (Ecorys, 2018).

Najnoviji napredak u konfiguraciji motora za unutarnju plovidbu je plinsko-električni pogon. Plinsko-električni pogon je sustav kojim plovalo unutarnje plovidbe koristi jedan ili više plinskih motora koji pokreću generatore (gensete) koji proizvode električnu energiju. Ova se električna energija provodi na elektromotore koji pokreću brod.

Pogon gorivim ćelijama

Gorive ćelije su pretvarači energije koji kemijsku energiju goriva (obično vodik, prirodni plin ili metanol) kontinuirano pretvaraju u električnu energiju. Gorive ćelije omogućuju lokalno stvaranje električne energije bez emisija. Pogon gorivim ćelijama ne uzrokuje mehaničko opterećenje na dijelovima motora jer gorivo ne izgara. Slijedom toga, nema habanja, vibracija ili stvaranja buke kao kod konvencionalnih motora (GRENDEL, 2019), a troškovi održavanja su niski. Nedostaci pogona gorivih ćelija trenutno su visoki investicijski troškovi i ograničeno operativno iskustvo.

Isto tako, u tijeku su rasprave o uvođenju potpuno električnih pogonskih sustava, iako je to povezano s izazovima u vezi s infrastrukturuom za opskrbu, regulatornim pitanjima, kapacitetom za pohranu energije, veličinom sredstava za pohranu, vremenom punjenja i dometom plovila.

Brodski pomoćni pogonski strojevi, su svi strojevi na brodu osim strojeva koji proizvode snagu za propulziju broda. Mogu se prema namjeni podijeliti na strojeve potrebne za pravilno funkcioniranje glavnog pogonskog stroja, strojeve za navigaciju i sigurnost broda, strojeve za transport tereta i strojeve koji su potrebni radi boravka posade i

putnika na brodu. Prema smještaju pomoćni strojevi mogu se podijeliti na palubne i potpalubne strojeve. Kako su palubni strojevi izloženi utjecaju atmosfere i vode, to se treba imati u vidu pri njihovom smještaju na brod. U najviše slučajeva brodski pomoćni strojevi služe za transport bilo čvrstog ili tekućeg tereta koji brod prevozi bilo tekućine ili plinova koje treba na brodu premještati. Zbog toga većinu brodskih pomoćnih strojeva čine dizalice, pumpe, ventilatori i kompresori. Broj, veličina i vrsta brodskih pomoćnih strojeva ovisi o veličini, namjeni i brzini broda. Najmanje brodskih pomoćnih strojeva imaju jedrenjaci, na kojima su oni ujedno i jedini strojevi, a najviše pomoćnih strojeva imaju putnički i ratni brodovi. Veličina većine brodskih pomoćnih strojeva raste s veličinom i brzinom broda. Broj i veličina većine brodskih pomoćnih strojeva određeni su Međunarodnom konvencijom o zaštiti ljudskih života na moru i propisima klasifikacionih društava.

4.4 PROPULZIJA

Teorija propulzije broda (ili kraće: propulzija broda) je znanost o djelovanju propulzora, tj. naprava koje proizvode poriv-pogon i time pokreću brod, i o hidrodinamičkim pojavama vezanim s pokretanjem broda. Da bi se brod kretao nekom određenom brzinom, treba primijeniti odgovarajuću silu koja će svladati otpor broda pri toj brzini. Izvor energije koji proizvodi silu potrebnu za pokretanje broda može biti izvan broda, kao npr. kada se brod tegli užetom ili pokreće silom vjetra i jedrima, ili može biti u samom brodu, pri čemu posebna naprava nazvana propulzor, najčešće brodski vijak (propeler), pretvara snagu preuzetu od pogonskog stroja u poriv. Danas postoji nekoliko tipova brodskih propulzora koji se među sobom znatno razlikuju po načinu djelovanja, smještaju na brodu i konstruktivnoj izvedbi. To su: vijčani propulzor (propeler) ili brodski vijak, kolo s lopaticama, cikloidni ili Voith-Schneiderov propeler, Kirsten-Boeingov propeler i mlazni propulzor.

Unutar brodske hidromehanike, uobičajeno je odvojeno promatrati pogon i kormilarenje ali cjelovito gledajući, skup svih sredstava za upravljanje na plovilu zove se upravljačko-propulzijski sustav.

U području propulzije vlada neopisiva zbrka pojmova (engleski stručni nazivi). Usmjerivi porivnik AT, u žargonu poznat kao „šotel“, na

englasom se naziva: azimuthig thruster, steerable thruster, fully steerable thruster, azimuthing propeller, azimuthing propulsor, swivelling thruster, rotatable thruster,... Zato nije jednostavno, osobama izvan struke, vladati širom terminologijom u ovom području.

Sigurno je da je u početku plovljenja isto sredstvo služilo i za pogon i za kormilarenje. Dok su naši davni preci sjedeći na oborenom stablu imali u rukama neku granu i trudili se veslajući ploviti prema cilju, primjenjivali su ono što se danas na engleskom zove „steering-propulsion unit – SPU“.

No, prevarili bismo se kad bismo pomislili da je to nešto potpuno novo, jer je i veslo jedan od SPU-a. Veslo, koje su ljudi napravili „usavršavajući“ granu, služilo je i za kormilarenje. Na starim grčkim, rimskim, vikinškim brodovima kormilarilo se veslom – ponekad zavezanim konopom. Stoga ne iznenađuje da u njemačkom jeziku riječ *das Ruder* znači i veslo i kormilo

Veslo je jedan od primjera SPU-a. Sastavni je dio trkaćih čamaca bez kormilara, barki na dva vesla, riječnih čamaca, eskimskih kajaka, venecijanskih gondola, indijanskih kanua itd. Ubrzan razvoj SPU-a razlog je što pripadajuća terminologija nije sasvim normirana. Fakultativno ih svrstavamo u 3 skupine:

1. Kombinacije propulzora i kormila;
2. Upravljačko-propulzioni sustavi;
3. Hibridni upravljačko-propulzijski sustavi.

4.4.1 Kombinacije propulzora i kormila

Ovaj sustav je kombinacija:

- a. propulzora (koji stvara različito velik poriv prema naprijed ili natrag, čime omogućuje plovidbu raznim brzinama, te ubrzavanje i kočenje plovila) i
- b. odgovarajućeg kormila (koje poprečnom silom djeluje na plovilo i tako mu mijenja smjer plovidbe). To je klasično rješenje za velika trgovačka plovila.

Neposredna blizina propulzora i kormila rezultira pozitivnom interakcijom pa propulzor profitira jer je kormilo smješteno u njegovu mlazu čime se smanjuje gubitak kinetičke energije rotacije, dok kormilo u mlazu vijka, zbog povećane brzine dostrujavanja, razvija veću poprečnu silu. Pri tome, kavitirajući vrtlozi glavine, a u manjoj mjeri i kavitirajući vršni vrtlozi, mogu izazvati kavitacijsku eroziju kormila (na brzim brodovima i ozbiljnu). Približavanje kormila vijku povoljno djeluje na smanjenje rotacije mlaza pa tako i na povećanje stupnja iskoristivosti propulzije. Međutim, ako su oni preblizu, mogu zajednički izazvati nepodnošljivu vibracijsku uzbudu trupa.

4.4.2 Upravljačko-propulzijski sustavi (Steering Propulsion Unit)

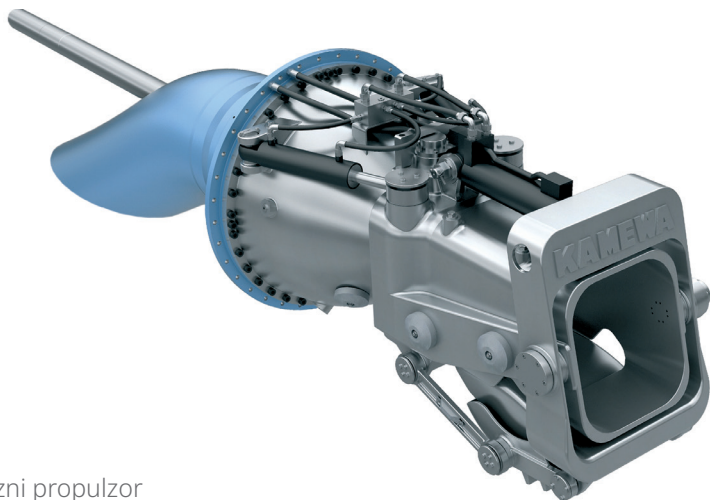
Steering-Propulsion Unit (SPU) je integralni uređaj koji obavlja zadaće pogona plovila i zadaće upravljanja plovilom. Takvi uređaji se već dugo primjenjuju na manjim i posebnim plovilima, no sada se njihova primjena širi prema plovilima sve većih tonaža.

SPU može pripadati jednoj od dvije podskupine: azimuthing SPU i nonazimuthing SPU.

Azimuthing SPU (ASPU) ostvaruje silu poriva u bilo kojem smjeru (ali ne jednaku u svim smjerovima), tj. u području kutova od 0° do 360° . Nonazimuthing SPU ostvaruje (pri plovidbi naprijed) silu poriva samo u ograničenom području kutova unutar dva krmena kvadranta.

Nonazimuthing SPU-NSPU podgrupi pripadaju: vodomlazni propulzori, djelomično uronjeni vijci – DUV i složeni propulzori „vijak i okretljiva sapnica“.

Vodomlazni propulzor (Waterjet propulsor) kraće „mlazni propulzor“ različitih tipova primjenjuje se u plitkim akvatorijima, posebno nereguliranim rijekama, no daleko više takvih propulzora ugrađeno je na brza i vrlo brza plovila na kojima dolaze do izražaja sljedeće njihove prednosti: jednostavan prijelaz vršnog (grbe) otpora, velika neosjetljivost na kavitaciju, nizak nivo šuma i vibracijske uzbude, dok su mu nedostaci velika težina i gubljenje istisnine na krmi.



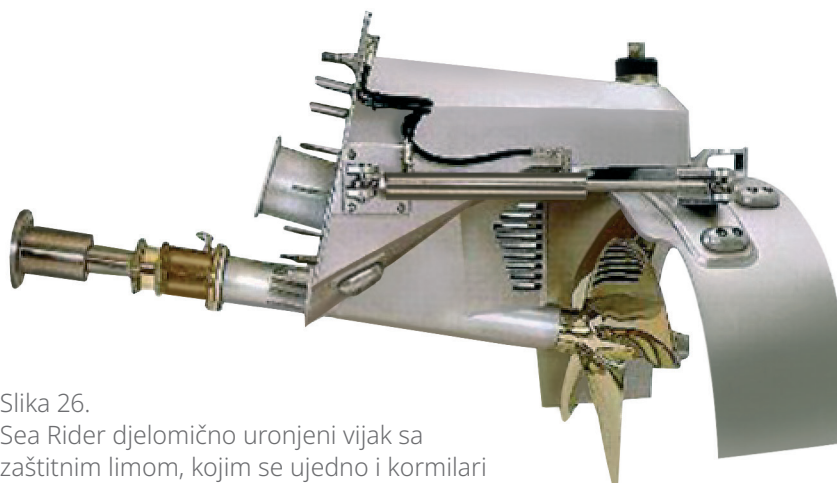
Slika 24.
Vodomlazni propulzor

Djelomično uronjeni vijci (**Surface piercing (semisubmerged) propeller SPP**) su vijci raznovrsnih izvedbi koji se ugrađuju na vrlo brza plovila jer se dobro prilagođavaju promjeni gaza pri glisiranju, postižu visoke stupnjeve korisnosti (nema gubitaka koji su posljedica otpora vijčane osovine, skrokov a i glavine vijka), ne ugrožava ih kavitacija, jednostavno prelaze grbu otpora i pogodni su za plitke vode.

Zaštita od preopterećenja pogonskog stroja pri plovidbi malim brzinama, kod kojih se zrcalo još nije očistilo, u praksi se postiže na dva načina. Prvi način primjenjuje se u hidrauličnim mehanizmima koji omogućuju vertikalno pomicanje vijka.



Slika 25.
Amerson pogon s
djelomično uronjenim
vijkom na kraju horizontalno
i vertikalno pomične osovine.
Crnim gumenim posuvratkom
(manšetom) zaštićen je kardanski zglobo



Slika 26.

Sea Rider djelomično uronjeni vijak sa
zaštitnim limom, kojim se ujedno i kormilari

Drugi način smanjenja opterećenja pogonskog stroja jest primjena zaštitnog lima u obliku obrnutog slova „U“ kojim je okružen vijak i u koga se dovode ispušni plinovi kako bi se izazvala umjetna kavitacija, te tako smanjila apsorpcija snage. Nedostatak svih izvedbi SPP je njihovo daleko protezanje iza krmenog zrcala i oblak vodene prašine koju propulzori U lima podižu pri nekim režimima rada.

Vijak u okretljivoj sapnici (Steerable ducted propeller SDP – screw propeller in steerable duct (nozzle)) primjenjuje se na plovilima na kojima su vijci jako opterećeni (na ribarskim brodovima, minolovcima, ledolomcima). Osim što se povećanjem brzine strujanja vode kroz vijak smanjuje opterećenje vijka i tako doprinosi ostvarenju većeg stupnja korisnosti, što i jest glavna zadaća sapnice, ona djeluje povoljno na homogenizaciju polja dostrujavanja, poboljšava stabilnost plovila na kursu (ali mu istodobno smanjuje okretljivost) i štiti vijak.

AziPod sustav (SPU–ASPU) obuhvaća četiri podgrupe, a to su:

Vertikalni propulzor (VSP) za razliku od svih ostalih ima vertikalnu osovinu. Na ploči učvršćenoj na donjem kraju spomenute osovine, uležištena (utemeljena) su okomito postavljena krila, odnosno lopatice, (zbog toga se VSP naziva i krilasti propulzor), i svaka se od njih sustavom poluga može zakretati oko svoje vertikalne osi, a promjena poriva ostvaruje se zakretanjem vertikalnih lopatica oko vertikalne osi svake lopatice.

Najpoznatiji predstavnik je Voith–Schneiderov porivni uređaj, koji se, zbog svoje skupe i komplicirane izvedbe, primjenjuje na manjim plovilima tipa tegljača, plovni dizalica, trajekata, ratnih brodova itd. Ova vrsta porivnog uređaja obiluje odlikama kao što su jednostavnost manevriranja brodom, točno i brzo izvršavanje zadanih parametara, te upravljanje sa zapovjedničkoga mosta, pa nema potrebe za ugradnjom dijelova kao što su kormilo, osovinski vod, statvena cijev s brtvenicama itd. Najbitnija prikladnost ovoga uređaja je u tome što su u njemu integrirani poriv i kormilarenje.

Vijak s vertikalnom osi umjesto glavčine ima valjak na kojemu su na donjoj vodoravnoj površini pričvršćene lopatice; one su postavljene okomito na donju površinu bubnja i svaka se od njih sustavom poluga može zakretati oko svoje vertikalne osi, a promjena poriva ostvaruje se zakretanjem vertikalnih lopatica oko vertikalne osi svake lopatice. Na taj se način dobiva porivna sila kojoj se smjer može mijenjati za svaki kut, u krugu od 360°, pa se time postiže velika sposobnost manevriranja. Tako se s dvije Voith–Schneiderove porivne jedinice brod može okretati

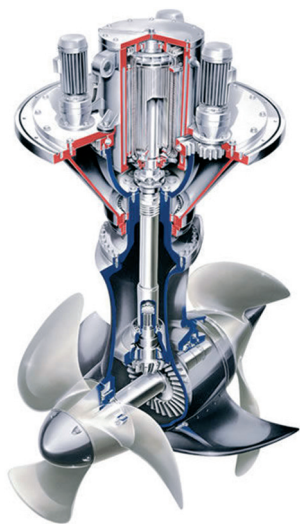


Slika 27.
Voith–Schneiderov
propulzor

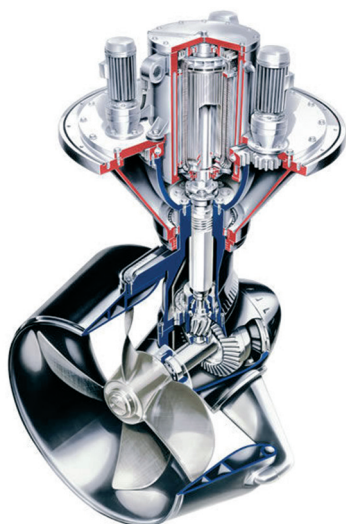
u mjestu i pri svemu tome nije potrebno kormilo. Pritom, brodski trup na mjestu ugradnje ovoga uređaja mora biti ravan. Sustav Voith-Schneiderova porivnog uređaja dosta je složen, pa se uglavnom ugrađuje na brodove koji plove u zaštićenim vodama, lukama i jezerima.

Azimuthing ili steerable ili rotateable thruster – AT je propulzor, zovu ga i porivnik, u kojem se snaga razvijena elektromotorom, dizelskim ili benzinskim motorom mehanički prenosi na vijak učvršćen na horizontalnoj osovinu. Za tu su svrhu, osim osovina, potrebni i stožasti zupčanci. Vijci mogu biti porivni, vučni i tandem (blizanci). Kod porivnih se vijaka često susreću sapnice. Neki proizvođači stavljaju na takve propulzore i suprotnovrteće (kontrarotirajuće) vijke.

Podded propulsor – POD po izgledu je sličan AT propulzoru pogonjenom elektromotorom, ali s bitnom razlikom što je elektromotor ugrađen u podvodno, strujno dobro oblikovano, tijelo engleski nazvano „pod“ (zato što je slično mahuni) tako da nisu potrebne uspravna i vodoravna osovina niti stožnici, jer je vijak nasađen neposredno na osovinu elektromotora.

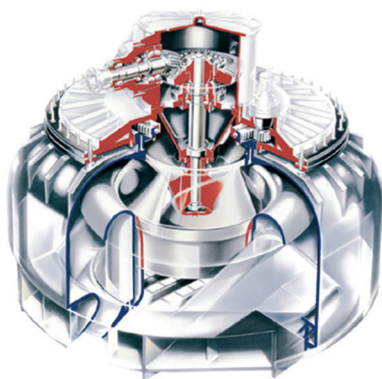


Slika 28.
Usmjerivi elektromotorom
gonjeni porivnik s tandem
vijcima – CD



Slika 29.
Usmjerivi, dizelskim motorom
gonjeni porivnik s porivnim vijkom
u sapnici – SRP

Pump-Jet propulzor je proizvod poznate njemačke firme Schottel. Bitno je različit od svih do sada spomenutih propulzora, a ukratko bi se mogao opisati kao centrifugalna crpka s vertikalnom osovnom, smještena na dnu plovila. Voda se kroz otvor na oplati usisava neposredno u crpku, a izlaz iz spirale crpke nagnut petnaest stupnjeva prema dnu broda, usmjerava se tako da se ostvari željeni smjer poriva. Proizvodi se za snage od 0,05 do 3,5 MW.



Slika 30.
Centrifugalna
propulzijska crpka –
Schottelov model SJP®

4.4.3 Hibridni Propulzijski Sustav (HSPS)

HSPS je kombinacija nekog običnog (jednostavnog) propulzora, vijka i azimuthing SPU-a, najčešće je to *podded propulsor* POD, ali može biti i *azimuthing thruster* (steerable thruster) AT. Za ovaj sustav je bitno da je azimuthing SPU suosan (koaksijalan) običnom propulzoru, smješten tik iza njega i da se vrti u smjeru suprotnom smjeru vrtnje propulzora. Na razvoju HSPS se intenzivno radi i u skoroj se budućnosti očekuje njegova široka primjena, pa mu je namijenjeno posebno poglavlje.

4.4.4 Dobre i loše strane ASPU i HSPS

Dobre strane zajedničke svim ASPU i HSPS, zbog kojih su ovi sustavi za propulziju i upravljanje brodovima osvojili tako veliko polje primjene, nabrojane su u nastavku. Zajedničke su vrline:

- izvrsna upravljivost mirujućeg plovila pri plovidbi vrlo malim brzinama;
- brzo zaustavljanje;

- bitno smanjenje kruga okreta pri punoj brzini;
- posljedica nepostojanja kormila je smanjenje otpora, izbjegavanje opasnosti od kavitacijske erozije kormila, te smanjenje troškova i težine;
- smještaj vijka u vrlo jednoobraznom polju brzina povisuje njegov stupanj korisnosti i smanjuje štetne posljedice kavitacije (vibracije, erozija, buka);
- kod viševijčanih brodova nema otpora privjesaka;
- budući da ne postoji statvena cijev smanjen je gubitak snage u transmisiji;
- nepotrebni su kormilo i kormilarski stroja, pa su troškovi manji, a nosivost veća;
- jednostavna montaža (nema centracije osovinog voda);
- nepotreban poprečni porivnik na krmi.

Mane ASPU i HSPS općenito su različite kod pojedinih tipova i ne može ih se svesti na zajednički imenitelj pa ih ovom prilikom i na ovoj razini posebno ne razmatramo.

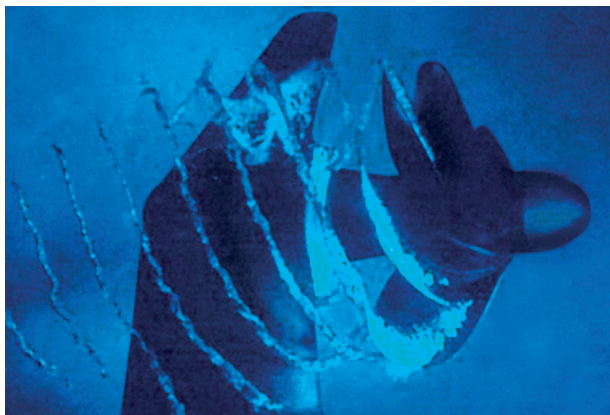
4.4.5 Kavitacija

Kavitacija, je pojava isparavanja vode i stvaranja mjehura vodene pare. Nastaje u trenutku kada tlak vode postaje jednak ili manji od tlaka zasićenja vodene pare. Prilikom pada tlaka vode oko lopatica vijka na vrijednost pritiska isparavanja vode, pojavljuju se mjehurići pare koji su nošeni u područje višeg tlaka gdje implodiraju (ponovo prelaze u kapljično stanje). Implozijom u blizini lopatica vijka dolazi do oštećenja stijenke vijka a oštećenja se prvo javljaju na vrhovima krila gdje su strujanja i najveća. Ovu pojavu prate vibracija i buka a posljedice su pad korisnosti vijka i njegovo oštećenje.

Osnovni oblici kavitacije su:

- slojasta kavitacija,
- mjehuričasta kavitacija,
- magličasta kavitacija,
- vrtložna kavitacija na vrhu krila ili na glavini.

Slika 31.
Kavitacija



Rizik nastanka kavitacije najveći je kod visoko opterećenih vijaka odnosno vijaka koji daju vrlo veliki poriv. Rizik nastanka kavitacije načelno je manji ako se umjesto jednog vijka na krmu broda ugrade dva ili više vijaka. Kavitacija nastaje iznad određenog broja okretaja pri čemu nastupa razgrađivanje tekućine i gubitak poriva. Kavitacija može za krajnju posljedicu imati nemogućnost postizanja zadane brzine broda. Međutim, prije toga kavitacija se očituje kroz buku, šum, vibracije i eroziju vijčanih krila, skrokova i kormila. Nekoć su se problemi kavitacije odnosili samo na brodove velike brzine, ali kako su s vremenom brzine i snage rasle tako su i efekti kavitacije postajali sve izraženiji. To se posebno odnosi na jednovijčane brodove s velikom snagom propulzije. Kod takvih brodova izražena je velika promjenljivost polja brzina unutar vijčane plohe što pogoduje kavitaciji pa je stoga potrebno obratiti pažnju na udaljenosti površine vijka od trupa.

Najvažnija posljedica djelovanja kavitacije je erozija. U početku se zapažena erozija vijčanih krila u praksi pripisivala djelovanju korozije. Suvremena znanost dala je objašnjenje mehanizma kavitacije čija posljedica su pored erozije i neka druga oštećenja.

4.4.6 Rezime

Na temelju svega navedenog može se primijetiti da je ovo područje u brodogradnji možda i „najpropulzivnije“ i da ima najsnažniju tendenciju razvoja. U konstrukcijskom smislu (materijali, konstrukcija, istisnina...) brodogradnja svakim danom napreduje, ali pogon i njegova pouzdanost predstavljaju područje koje bitno određuje budućnost i

konkurentnost brodarstva i komercijalne plovidbe općenito. Pogon za plovila unutarnje plovidbe posebno se brzo razvija i optimizira sukladno zahtjevima koji se pred konstruktore postavljaju, a koje nameće razvoj transportnih i prometnih tehnologija. Ugradnja i korištenje pramčanih propulzora na novosagrađenim plovilima unutarnje plovidbe olakšavaju manevar i vođenje plovila te doprinose većem stupnju sigurnosti plovidbe što je veoma važno u uvjetima frekventnijeg (gušćeg) prometa na uskim ili ograničenim plovnim putovima ili njihovim dijelovima.

4.4.7 Kormilo

Kormilo je uređaj koji služi za usmjeravanje plovila u željeni pravac te omogućuje držanje plovila u zadanom pravcu.

Kormilo je bitan element, koji osim primarne svrhe upravljanja putanjom broda, može činiti i dio propulzorskog sklopa. Uz to spada i u red pomičnih privjesaka. Uvođenjem mehaničkog pogona, sve te attribute kormilo dijeli s propelerom. Kormilo sa svim elementima sklopa, mora izdržati tlakove, sile i momente koji nastaju otklonom pri najvećoj brzini broda. Tomu treba dodati superponirajuće sile na listu kod nevremena, uslijed gibanja, poglavito zanošenja, zaošijanja i ljuljanja. U suvremenoj se brodogradnji primjenjuje nekoliko različitih izvedbi kormila, ovisno o tipu, veličini i brzini broda. Izvedba i oblik kormila može također ovisiti o drugim faktorima – o preferenciji graditelja i brodovlasnika, o području plovidbe, dubini vode itd.

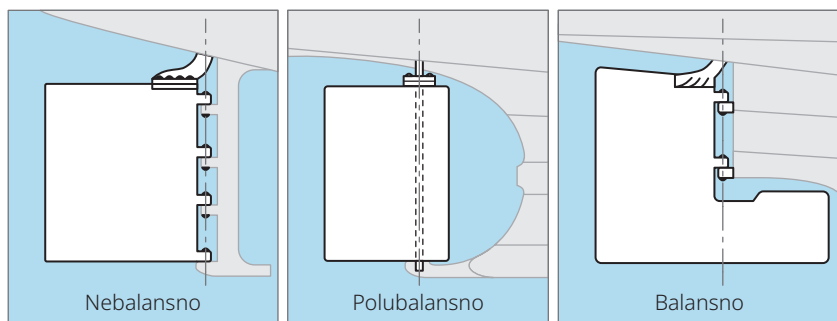
Zajedničko za gotovo sva današnja kormila, bez obzira na tip, jest hidrodinamička profiliranost horizontalnog presjeka.

Jednovijčani brodovi imaju kormilo postavljeno izravno iza vijka. Na taj se način iskorištava povoljan utjecaj vijčanog mlaza na djelovanje kormila.

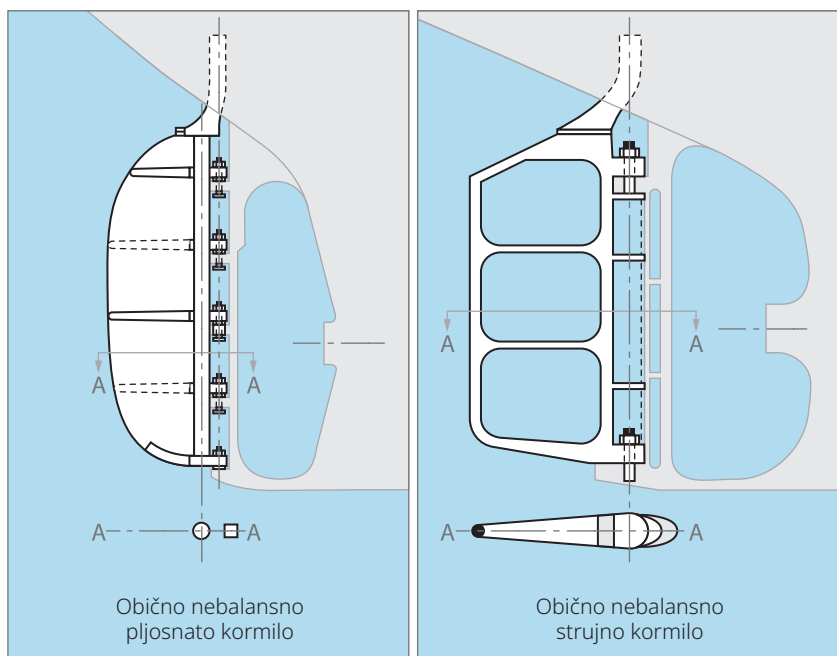
Na dvovijčane brodove ugrađuje se jedno ili dva kormila, a ako se želi veća okretljivost dvovijčanog broda, na njega se ugrađuje iza svakog vijka po jedno kormilo.

Prema položaju kormila, s obzirom na njegovu os, razlikujemo: nebalansna, polubalansna i balansna kormila.

- *Nebalansna kormila*, imaju cijelu površinu iza osi rotacije kormila;
- *Polubalansna kormila*, imaju 10% – 15% površine ispred osi rotacije kormila i
- *Balansna kormila*, imaju 20% – 25% površine ispred osovine kormila.



Slika 32. Podjela kormila prema položaju, s obzirom na os



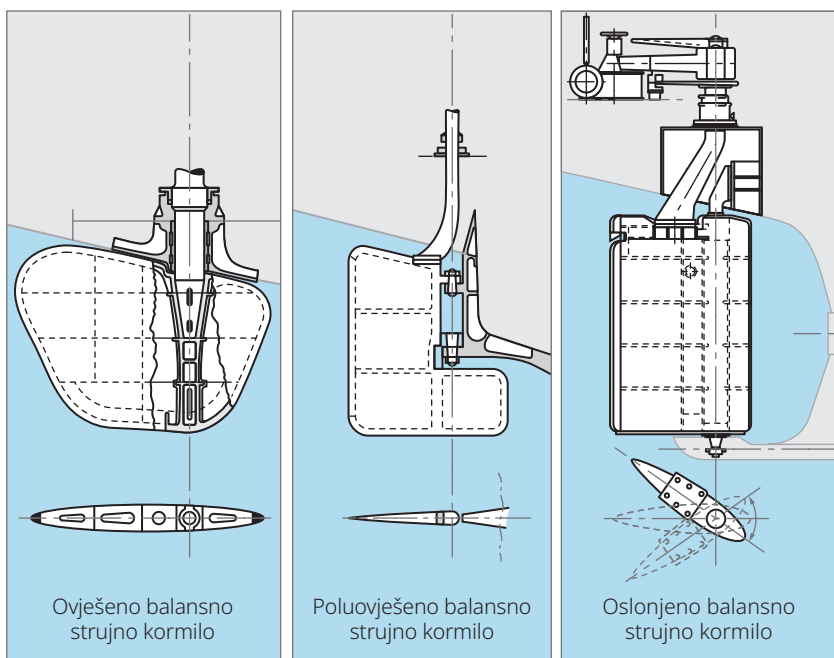
Slika 33. Podjela kormila prema obliku poprečnog presjeka tijela

Prema obliku poprečnog presjeka tijela, kormila dijelimo na:

- *Jednoplložna*, koja imaju presjek pravilnog plosnatog profila i s obzirom da imaju veći otpor od strujnih kormila, danas se rijetko susreću u praksi i to uglavnom kod malih plovila ili plovila bez vlastitog pogona;
- *Strujna*, koja imaju presjek simetričnog strujnog profila koji znatno smanjuje otpor, ali se zbog šuplje strukture javljaju problemi održavanja nepropusnosti.

Prema načinu na koji su pričvršćena na trup, kormila dijelimo na:

- *Oslonjena ili obična* kormila pričvršćena preko jednog ili više ležajeva na statvu kormila, a preko struka kormila za trup broda;
- *Ovješena ili viseća* kormila, pričvršćena za trup samo preko struka kormila i
- *Poluovješena* kormila, oslonjena dodatno na statvu ili rog kormila, s izdankom povezanim na krmu.



Slika 34. Podjela kormila prema načinu na koji su pričvršćena na trup



5.

STABILITET I KRCANJE TERETA

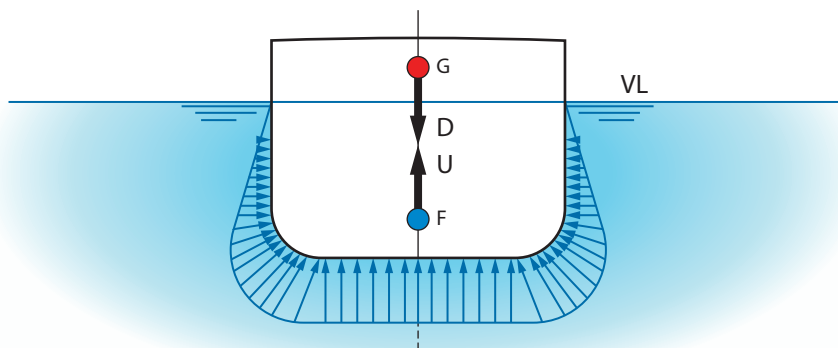
5.1 OSNOVE STABILITETA

Stabilitet broda je sposobnost broda da se prilikom prestanka djelovanja vanjskih sila, koje su izazvale naginjanje broda, ponovo vrati u prvobitni, ravnotežni položaj. Stabilitet broda može se shvatiti kao suprotstavljanje broda naginjanju. Vanjske sile koje mogu izazvati naginjanje broda su: vjetar, valovi, neravnomjerno raspoređen teret, centrifugalna sila pri zaokretu, prodor vode u trup, poprečni položaj vučnika kod tegljača, podizanje teških tereta bočno itd. Važnost izračuna stabiliteta broda se vidi po tome što brod koji nema stabilitet ne može ploviti (prevrnuo bi se), a brod s malim stabilitetom predstavlja opasnost za osobe i teret koji prevozi. Gubitak stabiliteta je jedan od najčešćih razloga gubitka brodova. Većina najtežih nesreća nastala je prevrtanjem plovila uslijed gore navedenih razloga.

Stabilitet broda ovisi o dva faktora:

- *Stabilitetu forme* – forma podvodnog dijela njegova trupa;
- *Stabilitetu težina* – razmještaj težina.

Prilikom proračuna stabiliteta broda, osnovne veličine koje su potrebne za razmatranje ovoga problema su udaljenost između težišta sustava G (*engl. center of gravity*), u kojem djeluje sila teže (D) i težište zapremine istisnine F , u kojem djeluje sila uzgona (U). Položaj težišta broskog sustava (G) definiran je udaljenošću od krmene okomice (perpendikulara) i visinom iznad unutarnjeg lica kobilice broda. Po Arhimedovom zakonu na svako tijelo uronjeno u tekućinu djeluje sila uzgona (U) koja je jednaka težini istisnute tekućine.



Slika 35. Osnovne veličine potrebne za proračun stabiliteta

Stabilitet broda može se podijeliti u dvije osnovne skupine:

- ovisno o djelovanju momenata na: *statički* (ovisno o formi broda i rasporedu težina dijelimo ga na stabilitet oblika (forme) i stabilitet težina)) i *dinamički* stabilitet;
- po smjeru nagnjanja broda razlikujemo: *poprečni* (kada dolazi do nagnjanja broda oko uzdužne osi) i *uzdužni* stabilitet (kada se brod nagnje oko poprečne osi).

5.2 STATIČKI STABILITET

Statički stabilitet je stabilitet kod kojega vanjski momenti djeluju statički, tj. ne mijenjaju veličinu s vremenom ili se mijenjaju polagano i postupno te možemo zanemariti nastala ubrzanja i sile inercije, koje uslijed tih ubrzanja nastaju. Statički stabilitet možemo definirati i kao otpor broda djelovanju momenata koji pomiču brod iz ravnotežnog položaja.

Trup broda se uslijed djelovanja vanjskih sila nagiba i izranja na jednom boku a uranja na suprotnom. Dio istisnine se premješta s izronjenog dijela na uronjeni dio. Istisnina se pri nagnjanju ne mijenja, jer nije došlo do promjene težina. Moment nastao premještanjem dijela uzgona stvara stabilizirajući moment. Kada se uspostavi statička ravnoteža, tj. kada se statički moment nagnjanja vanjske sile (M_v) izjednači sa statičkim momentom sile uzgona (momentom stabiliteta, M_{st}), brod će se prestati nagnjati, ali ostaje u nagnutom položaju. Po prestanku djelovanja vanjskih sila, nestaje i moment nagnjanja, pa moment stabiliteta vraća brod u prvobitni (ravnotežni) položaj.

Tijekom plovidbe, zbog utjecaja valova javljaju se i inercijske sile koje su u statičkom slučaju zanemarene (pretpostavlja se da statičko nagibanje traje vrlo dugo). Brod mora biti u stanju preuzeti energiju koju valovi prenose na njega tj. mora imati dinamički stabilitet.

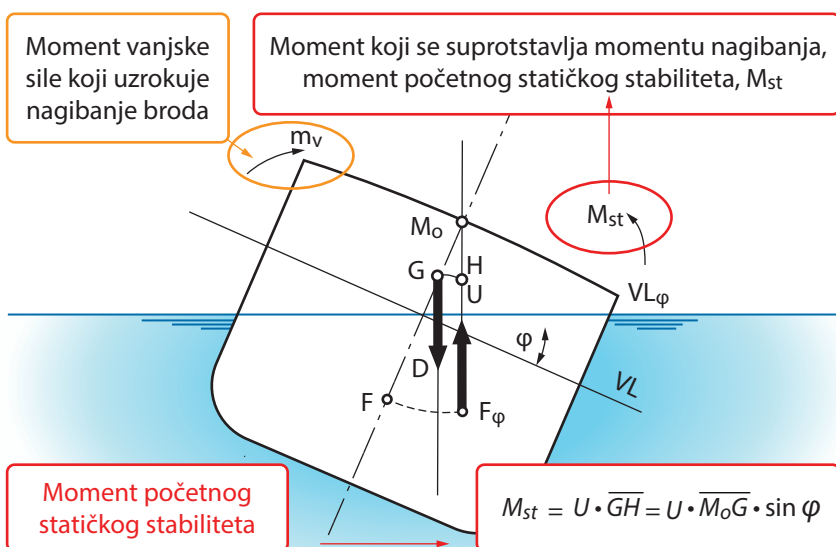
5.2.1 Poprečni stabilitet

Razlikuju se početni stabilitet i stabilitet pri većim nagibima. Početni stabilitet brod ima kada se nalazi u uspravnom stanju ili malo nagnut.

Vrijednost početnog stabiliteta u uspravnom stanju je udaljenost metacentra od težišta sustava, a kada je brod malo nagnut vrijednost početnog momenta statičke stabilnosti je **M_{st0}**. Kod početnog stabiliteta kut nagiba (ϕ) je mali i kreće se u opsegu od 6° do 8° .

Pri ovim nagibima, uronjeni i izronjeni klin imaju istu zapreminu i oblik. U većini slučajeva dovoljno je ispitati samo početni stabilitet.

Točka M_o , u kojoj smjer sile uzgona siječe simetralu broda, zove se početni metacentar. Udaljenost MoG zove se početna metacentarska visina. Početna metacentarska visina MoG je mjerilo za veličinu početnog stabiliteta te o njoj ovisi ljuljanje plovila.



Slika 36. Poprečni stabilitet broda

Opći uvjeti stabiliteta broda su:

1. Težina broda (D) jednaka je sili uzgona vode (U) odnosno

$$D = U; U = V \times \rho \times g$$

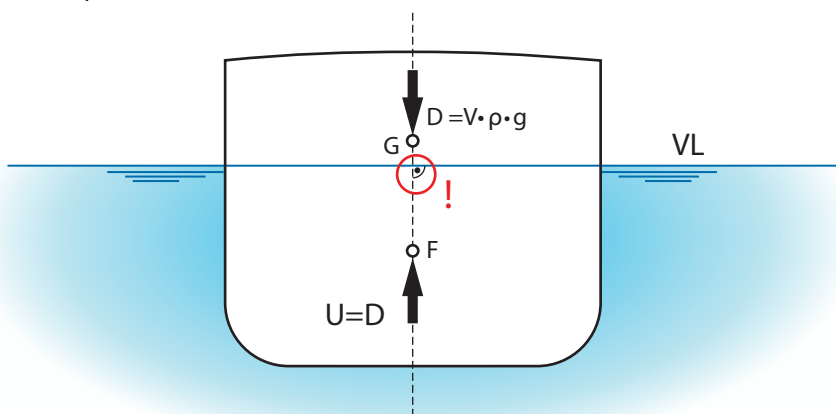
Gdje je:

V – volumen uronjenog dijela trupa (m^3)

ρ – gustoća vode (kg/m^3)

g – težno ubrzanje

2. Sile uzgona i težine moraju ležati na istom pravcu koji je okomit na trenutnu vodnu liniju. U protivnom slučaju javit će se spreg sila koji naginje brod i koji u najnepovoljnijem slučaju može prevrnuti brod.



Slika 37. Odnos sile uzgona i mase (težine) istisnute tekućine

3. Metacentar (M_o) se mora uvijek nalaziti iznad težišta sustava (G).

Brod je u **stabilnom položaju**, ako je Mst (moment statičkog stabilite-
ta) pozitivan. To će biti samo u slučaju ako je: $MoF > FG$, odnosno, težište
sustava G mora biti ispod početnog metacentra M_o , što je i opći uvjet
za ravnotežu nekog plovila. Tada postoji moment stabiliteta koji nastoji
vratiti brod u prvotni uspravni (ravnotežni) položaj.

Brod je u **indiferentnom položaju** ako se metacentar (Mo) i težište sustava broda (G) poklope: $MoF = FG$. Ovde ne postoji moment stabilizacije tako da brod ostaje nagnut sve dok ga neka sila ne postavi u neki drugi položaj.

Brod je u **labilnom položaju**, ako je metacentar (Mo) ispod težišta sustava broda (G), tj. $MoF < FG$. Tada se javlja negativni moment stabilizacije ($-Mst$), koji će težiti da poveća kut nagiba i tako prouzroči prevrtanje broda.

Od najveće važnosti za promatranje stabilizacije broda je upravo položaj težišta sustava (G). Kod većine brodova, težište sustava (G) leži iznad težišta istisnine (F). Ovakav položaj uvjetovan je smještajem težina u brodu, kao i samim stabilizacijskim osobinama broda. Međutim, kod brodova čiji je stabilitet ugrožen, npr. kod jedrilica, težište sustava (G) mora ležati ispod težišta istisnine (F), što se postiže određenim raspoređivanjem težina (dodavanjem balasta).

Iz svega navedenog, možemo zaključiti da je plovilo stabilnije što je težište sustava G niže, a početni metacentar Mo viši, odnosno početna metacentarska visina MoG veća.

Međutim, u praksi plovilo treba ispunjavati dva "suprotna" uvjeta:

- početna metacentarska visina (MoG) mora biti dovoljno velika kako bi brod bio sposoban oduprijeti se vanjskim momentima;
- početna metacentarska visina (MoG) mora biti umjerena kako bi plovidba bila što ugodnija. U protivnom, ovakvi brodovi, zbog velike inercije, mase prebacuju preko svog početnog položaja i tako još jače ljuljaju nego npr. znatno manje stabilni brodovi.

5.2.2 Uzdužni stabilitet

Uzdužni stabilitet je onaj stabilitet koji vraća brod u uspravan položaj ako se nagne oko poprečne osi. Razlika između poprečnog i uzdužnog stabilizacije očituje se u tome što brod nije simetričan s obzirom na glavno rebro (poprečna os), kao što je u odnosu na simetralu, te je u uzdužnom smislu vrlo stabilan jer ima veliku uzdužnu metacentarsku visinu MLG .

Sve što vrijedi za poprečni stabilitet vrijedi i za uzdužni stabilitet, ali postoje dvije bitne razlike:

- Plovilo je simetrično s obzirom na uzdužnu simetralnu ravninu broda, dok je s obzirom na glavno rebro vrlo rijetko simetrično;
- Momenti stabiliteta u slučaju naginjanja pramcem ili krmom neće biti jednaki.

Naginjanja broda u uzdužnom smjeru su manja, a uzdužna metacentarska visina puno veća nego u poprečnom pa se može zaključiti da je uzdužni stabilitet mnogo veći od poprečnog.

5.2.3 Stabilitet forme i stabilitet težina

Stabilitet plovila ovisi o formi trupa i o rasporedu mase plovila i tereta. Raspored tereta na plovilu mora biti usklađen s mogućnošću forme plovila da generira stabilizirajući moment koji će brod nakon naginjanja vanjskim silama vratiti u uspravno stanje.

Forma plovila utječe na stabilitet na više načina. Najveću ulogu kod malih nagiba ima širina plovila na vodnoj liniji, a također i punoća vodne linije. Povećanjem širine, za isti kut naginjanja povećava se moment stabiliteta i to povećanjem volumena uronjenog klina.

Kod većih kutova nagiba klinovi više nisu pravilni jer uranja paluba ili izranja uzvoj pa se javlja veći utjecaj nadvođa. Volumen forme plovila iznad plovne vodne linije (rezervna istisnina) uranja kod velikih nagiba. Velika rezervna istisnina daje veliki opseg stabiliteta tj. brod zadržava stabilitet i kod velikog nagiba.

Za promjenu stabiliteta forme (oblika) mjerodavna je jedino širina broda.

Moment stabiliteta težine negativno utječe na stabilitet broda. Iz tog razloga, neophodno je težište sustava (G) spustiti što niže i tako smanjiti moment stabiliteta težina, odnosno povećati ukupni moment stabiliteta. Ovo se praktički postiže utovarom tereta na dno tovarnog prostora, zabranom utovara na palubu, a ako ni to nije dovoljno, onda se po dnu brodskog trupa stavlja tzv. „balast“ i na taj način umjetno snižava težište.

5.3 DINAMIČKI STABILITET

U trenutku kada se veličina sila ili momenata koji djeluju na brod naglo mijenja, dolazi do ubrzanja masa, pa govorimo o dinamičkom djelovanju sila i o dinamičkom stabilitetu broda. Kod dinamičkog stabiliteta vanjske sile deluju na mahove, u naletima (impulsima). U tom slučaju, brod će se nagnuti za neki kut ϕ_1 , ali pri prestanku djelovanja dinamičke sile, brod se ne vraća u ravnotežni položaj, već se pod djelovanjem inercije i dalje naginje do određenog kuta ϕ_2 . To znači da će se brod i dalje, poslije uspostavljanja statičke ravnoteže, naginjati sve dok se ne izjednače mehanički utjecaji vanjske sile i sile uzgona, tj. dok se ne uspostavi dinamička ravnoteža. Stabilitet je osobina broda da se protivi silama koje ga nastoje nagnuti i svojstvo da se ponovno automatski vraća u ravan položaj kad prestanu djelovati te sile. Brod koji nema takvo svojstvo ne može uopće ploviti, a brod koji ga nema u dovoljnoj mjeri nije siguran u plovidbi.

5.4 SLOBODNE POVRŠINE I NJIHOV UTJECAJ NA STABILITET

U slučaju kada brod prevozi tekući ili rasuti teret, skladišta mogu biti do vrha ispunjena teretom, ili može ostati određena praznina uslijed koje će se stvoriti tzv. slobodne površine.

Kada je tank pun presiran (voda izašla na odušnike) ponaša se kao kruto tijelo i kao takvo se tretira pri izračunu kod kontrole stabiliteta. Međutim kada tankovi nisu puni tekućina, slijedi nagibe plovila. Tada teret mijenja svoj oblik, a time i težište. Uslijed toga, doći će do skraćivanja metacentarske visine, odnosno do pogoršanja stabiliteta pa čak i do njegovog gubitka. Treba istaknuti da skraćivanje metacentarske visine, tj. pogoršanje stabiliteta ne ovisi o količini tereta, već samo o momentu tromosti slobodne površine i specifičnoj težini tereta. Zbog toga i najmanja količina tereta na dnu broda ima isti negativni utjecaj kao i teret koji je tovarni prostor ispunio skoro do vrha. Utjecaj slobodnih površina izražava se ispravkom za utjecaj slobodnih površina koji se izračunava pomoću volumetričkog momenta tromosti površina tekućina u tankovima koji se označava s i . Moment tromosti površina tekućina u tankovima određuje se za svaki tekućinom djelomično ispunjeni tank na brodu po sljedećem izrazu:

$$i = I \times B^3 / 12$$

Gdje je:

i – moment tromosti slobodne površine,

I – udaljenost od jedne do druge
poprečne pregrade,

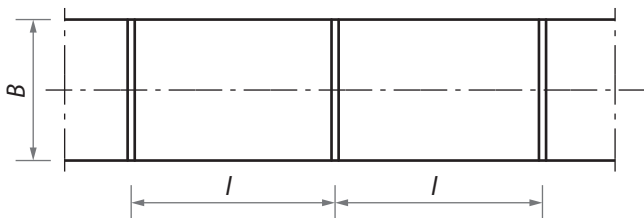
B – širina broda

Vidimo iz jednačine za moment tromosti vodne linije da širina broda utječe na treću potenciju, pa zbog toga svako, pa i najmanje, smanjivanje širine broda značajno utječe na stabilitet.

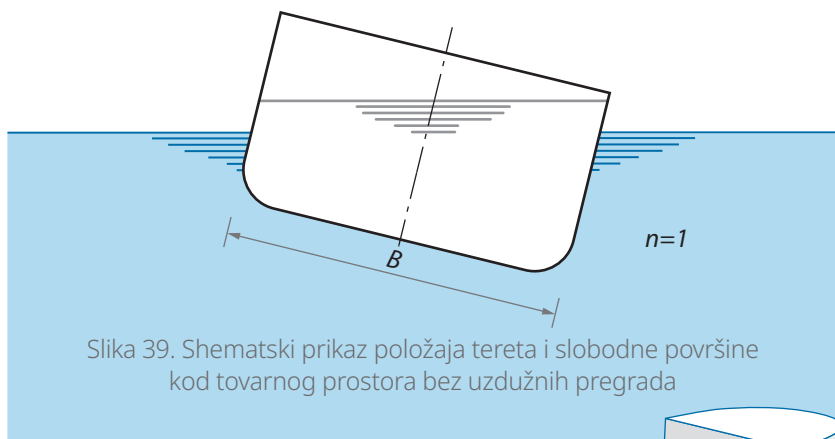
Neki brodovi imaju tzv. krila, pa kada se nagnu do krila površina vodne linije se naglo poveća a time se poveća i metacentarska visina. Kod čamaca ako opteretimo pramac koji je uži da zaroni značajno se smanji stabilitet, jer se smanji površina vodne linije, pa se to u čamcu prijeti kada se ljudi premjeste na pramac. Kod riječnih brodova težište sustava G je nad glavnom palubom, ali pošto imaju mali volumen istisnine i veliku površinu vodne linije stabilni su jer im je metacentarski polumjer jako visoko.

Slobodnim površinama smatraju se sve nepokrivene tekućine, tankovi goriva, maziva (oni nikada niti ne smiju biti puni do vrha), sanitarne vode te voda koja pri prodoru vode ili gašenju požara uđe u brod. Slobodnim površinama se smatraju i žitarice i neki drugi rasuti tereti. Sve slobodne površine osjetno smanjuju početni stabilitet broda, a naročito opasan slučaj je kod plovila koja imaju od boka do boka uzduž cijelog plovila štive, pa ako voda prodre u takva skladišta postoji realna mogućnost prevrtanja. Isto tako je kod trajekta gdje voda naplavi garažu jer prednja vrata nisu dobro zabrtvljena i dolazi do prevrtanja (ne tako rijedak primjer). Zato kod takvih plovila u gradnji treba primijeniti sve mjere opreza kako do toga ne bi došlo. Ovaj problem se rješava postavljanjem uzdužnih pregrada u svim prostorijama gdje se mogu pojaviti slobodne površine.

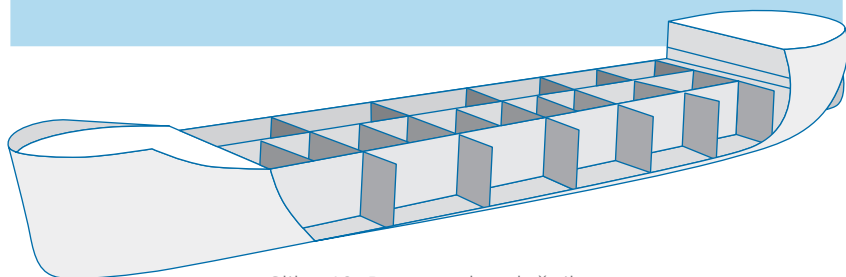
U svakom slučaju slobodne površine smanjuju metacentarsku visinu i to se mora uzeti u obzir kod računanja stabiliteta.



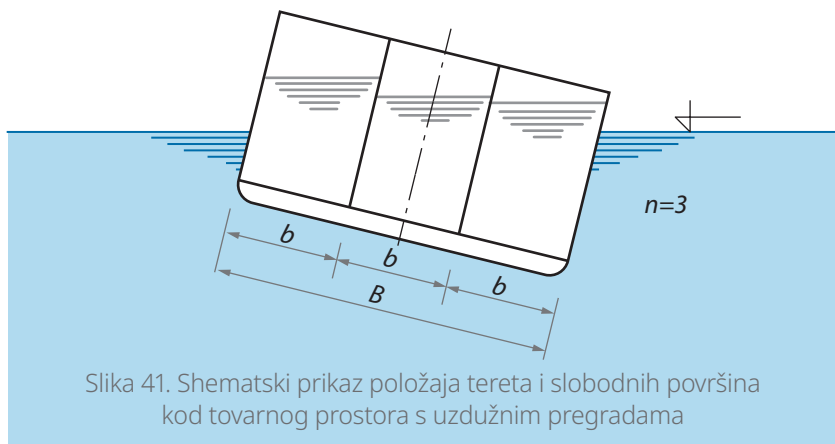
Slika 38. Izgled poprečnih pregrada u horizontalnoj projekciji



Slika 39. Shematski prikaz položaja tereta i slobodne površine kod tovarnog prostora bez uzdužnih pregrada



Slika 40. Raspored uzdužnih i poprečnih pregrada kod tankera



Slika 41. Shematski prikaz položaja tereta i slobodnih površina kod tovarnog prostora s uzdužnim pregradama

5.5 KRCANJE TERETA

Krcanje tereta je posebno osjetljivo područje, za koje je neophodno dobro razumijevanje prethodno obrađena stabilizeta. Isto tako, odgovorni za krcanje tereta moraju pažljivo planirati i provoditi proces krcanja vodeći računa i uzimajući u obzir posebnosti tereta kao i samog plovila. U daljnjem tekstu bit će riječi o pojedinim pojmovima vezanim za krcanje broda.

5.5.1 Raspored tereta na brodu

Raspored tereta s obzirom na poprečni stabilizet broda: Poprečni stabilizet izravno ovisi o veličini metacentarske visine, pa što je metacentarska visina veća to je veći i stabilizet. To znači da položaj težišta sustava izravno utječe na stabilizet plovila i što je težište niže metacentarska će visina biti veća, a time i stabilizet.

Iz ovoga se može zaključiti da teži tereti moraju biti smješteni niže, no valja uzeti u obzir da i prevelika metacentarska visina tj. stabilnost znači povećano lutanje što nije dobro za teret, plovilo i posadu. Umjerena metacentarska visina, koja je i optimalna, postiže se opterećenjem međupalubla. Za krcanje na gornju palubu, prethodno je neophodno osigurati poprečnu stabilnost (punjenje tankova dvodna vodom ili krcanje donjih paluba).

Raspored tereta s obzirom na uzdužni stabilizet broda: Naginjanja po duljini nisu tako velika pa su zato vanjski i unutarnji momenti nastali pri takvom naganjanju mali i čine pramčanu pretegu ili krmenu zategu (trim) broda. Pramčani trim znači veći otpor i smanjen utjecaj vijka u plovību, a umjeren krmni trim pojačava djelovanje vijka i treba ga planirati prilikom krcanja.

Raspored tereta s obzirom na čvrstoću brodskog trupa: Čvrstoća brodskog trupa znači njegovu otpornost na deformacije uslijed djelovanja vanjskih sila. Razlikujemo poprečnu, uzdužnu i lokalnu čvrstoću, koje se osiguravaju čvrstinom kobilice, rebara, pregrada, temelja pogonskog stroja kao i materijalima korištenim tijekom gradnje, ovisno o namjeni plovila.

Za uzdužni raspored tereta i mogućnost krcanja (uglavnom iskustva iz pomorske plovidbe) koristimo jednostavan obrazac

$Q_s = C_s \cdot \frac{Q_k}{C} (t)$	gdje je: Q_s – masa tereta u brodskom skladištu C_s – kapacitet jednog skladišta Q_k – korisna nosivost; ukupna masa komercijalnog tereta C – ukupni kapacitet svih brodskih skladišta (m^3)
-------------------------------------	--

Ukupni kapacitet i kapacitet pojedinačnog skladišta dobivaju se iz kapacitivnog plana o kojemu će biti riječi nešto kasnije.

Raspored tereta s obzirom na poprečni stabilitet:

Za poprečni raspored od važnosti je ravnomjerno krcanje na obje strane broda kako prilikom plovidbe, odnosno ljuljanja i valjanja broda, ne bi došlo do pomicanja tereta i narušavanja stabiliteta te oštećenja armature skladišta.

Raspored tereta s obzirom na brzinu krcanja/iskrcavanja:

U načelu to se odnosi na krcanje/iskrcaj na više mjesta na brodu vodeći pri tome računa o stabilitetu. U slučaju krcanja/iskrcaja tereta u više luka, njihovoj se pripremi pristupa planski i uzima se u obzir dostupnost tereta za svaku narednu luku.

5.5.2 Teške i lake vrste tereta

Slaganje tereta: Za pravilno slaganje tereta veoma je važan **faktor slaganja** (Stowage Factor) To je broj koji pokazuje koliko prostora (kapaciteta) zauzima masa dobro složenog tereta pakiranog za prijevoz. Faktor slaganja se izražava u kubičnim metrima a pri njegovom određivanju treba uzeti u obzir specifičnost tereta kao i ambalažu odnosno zaštitni materijal potreban za slaganje na brodu.

Izgubljeni prostor: Kako se teret ne može idealno složiti za sve vrste tereta (u većoj ili manjoj mjeri) postoji izgubljeni prostor (broken stowage).

Smatra se da izgubljeni prostor za teret u vrećama iznosi 7–10%, žitarice do 2%, dok za generalni teret iznosi 10–15%. Izgubljeni prostor nastaje i zbog nepravilnog oblika pramčanog i krmenog skladišta, a treba uzeti u obzir da kroz neka od skladišta prolaze instalacije, osovine vijka, cjevovodi i slično.

Vozarinska tona i kotiranje vozarine: Kada se kapacitet broda podijeli s korisnom nosivošću za koji se plaća vozarina, dobije se *prostor po toni nosivosti*. Ako bi se brod natovarilo teretom čija jedna tona zauzima tako proračunati prostor, sva bi skladišta bila ispunjena, a brod uronio do linije najvećeg dozvoljenog gaza. Za takav se brod kaže da je nakrcan „*full and down*“.

Vozarinska tona (measurement ton) se i dalje koristi u pomorskom prometu kada se naplaćuje po prostoru (40 kubičnih stopa po jednoj toni ili 1,133m³). Zbog ovoga je i nastala podjela na lake i teške terete.

Teške vrste tereta zapremaju manje od 1,133 m³ po toni i tu spadaju: razne rude, čelični profili i limovi, bakrene šipke, cement i slično. Kada se brod nakrci takvim teretom, uronit će do linije najvećeg gaza, a skladišta neće biti puna.

Lake vrste tereta zapremaju više od 1,133 m³ prostora po jednoj toni i to su većinom generalni tereti. U ovom slučaju nosivost broda neće biti potpuno iskorištena iako su skladišta puna.

U novije su se vrijeme stvari promijenile, jer suvremeni brodovi imaju više kapaciteta za teret tako da se kapacitet i nosivost mogu potpuno iskoristiti i teretom čija jedna tona zauzima 1,4 do 1,7 m³ prostora. U ovim se slučajevima vozarina naplaćuje po toni mase, a radi se o teškim teretima. Imajući u vidu da se vozarina za lake terete naplaćuje po vozarinskoj toni, terete je potrebno što bolje slagati.

Brodar prema vlastitom izboru odlučuje da li će vozarinu naplaćivati prema vozarinskoj stopi ili toni mase, a taj se izbor naziva „*kotiranje vozarine*“. Uobičajeno je da brodari imaju vlastite tarife u kojima je naznačena vrsta vozarine. Za pojedine vrste tereta vozarina se naplaćuje i u m³ kao i po komadu (*koletu*) za specifične terete.

5.5.3 Uzdužni raspored tereta

Faktor kapaciteta: je broj koji se dobiva kada se kapacitet svakog pojediniog skladišta podijeli ukupnim kapacitetom svih brodskih skladišta

$$f_c = \frac{C_s}{C}$$

gdje je:

C_s – kapacitet jednog skladišta

C – ukupni kapacitet svih skladišta

Ako se korisna nosivost broda tj. ukupna masa komercijalnog tereta za koji se plaća vozarina pomnoži faktorom kapaciteta skladišta dobiva se masa tereta po jednom skladištu

$$q = Q_k \cdot f_c (t)$$

gdje je:

Q_k – korisna nosivost broda

f_c – faktor kapaciteta skladišta

q – masa tereta po jednom skladištu

Kada se svi faktori zbroje mora se dobiti jedinica (1), a kada se zbroje sve mase (q), dobiva se korisna nosivost broda (Q_k). Ovime se provjerava valjanost proračuna.

5.5.4 Priprema broda za krcanje tereta

Pripremi broda za krcanje tereta mora se pristupiti krajnje ozbiljno i ona u velikoj mjeri ovisi o vrsti skladišta te vrsti tereta koji se planira ukrcati. Imajući sve to u vidu, razlikujemo brodska skladišta i međupalublje. Brodovi posebno građeni za prijevoz rasutih tereta i ruda nemaju međupalublje jer bi ono ometalo rad grabilica (dizalica) kojima se takvi tereti pretovaraju. Skladišta zauzimaju prostor od dvodna do jedne od paluba, a po širini sve do bokova broda. Brodovi uglavnom imaju više skladišta, a obilježavaju se od pramca prema krmi. Kroz skladišta prolaze razni cjevovodi i instalacije, a otvori skladišta se nazivaju *teretna grotla* kroz koja se teret krca i iskrcava.

Skladišta se, ovisno o namjeni, prije krcanja odnosno iskrcaja tereta, moraju počistiti i posušiti koristeći za to predviđene načine, vodeći računa o sprječavanju zagađenja okolnih voda. Određene vrste tereta zahtijevaju i provjetravanje prije i poslije ukrcaja odnosno iskrcaja. U slučaju da se teret slaže na palube, isto se odnosi i na njih uz uvjet da se posebno pazi na odvodne kanale i rešetke, te da teret ne zapriječi pristup protupožarnim uređajima, oknima i vratima.

Priprema broda za krcanje tereta u nadležnosti je zapovjednika broda, a u nekim prilikama nadležni inspekcijski službenici, po potrebi, mogu obaviti pregled skladišta. Priprema i zaštita tereta je vrlo bitna i u tu svrhu se koriste razne obloge koje su uglavnom od drveta (daske, letve i slično) a svrha im je zaštititi instalacije i cjevovode od oštećenja. Obloge, isto tako odvajaju teret jedan od drugog i sprječavaju pomicanje tereta uslijed gibanja broda.

Sam tijek krcanja tereta vodi član posade odgovoran za teret i postupak krcanja i on mora biti u stalnoj komunikaciji sa svim osobama uključenim u ovaj proces bilo da se nalaze na brodu, obali ili poslužuju uređaje za pretovar. Također, on je odgovoran da teret ostane sačuvan od trenutka preuzimanja i daljnje manipulacije do trenutka predaje.

Svaki član posade ima točno određene zadaće, kako u fazi pripreme za krcanje, tako i tijekom samoga krcanja.

Čuvanje tereta tokom prijevoza je vrlo važno te se kod same pripreme moraju predvidjeti i poduzeti sve potrebne mjere kako bi teret zadržao svoj oblik, kvalitetu i uporabnu vrijednost. Za tu svrhu uglavnom se radi tzv. *pakiranje* za koje se koriste razne vrste omota i ambalaže.

5.5.5 Nadzor nad teretom u plovidbi

Za vrijeme plovidbe neophodno je neprekidno nadzirati teret kako ne bi došlo do njegova oštećenja, kvara osjetljivih proizvoda i slično. Posebno na to utječe duljina plovidbe i klimatske te mikroklimatske prilike koje vladaju tijekom plovidbe.

Osnovne mjere koje se poduzimaju u tu svrhu možemo svrstati u nekoliko kategorija i to:

1. prirodno i umjetno provjetravanje skladišta;
2. zaštita tereta od vlage;
3. zaštita tereta od topline;
4. zaštita tereta od trenja;
5. zaštita tereta od tlačenja drugog tereta;
6. zaštita tereta od glodavaca i insekata;
7. zaštita od krađe tereta.

5.5.6 Krcanje, slaganje i prijevoz raznih vrsta tereta

Generalni (opći) teret podrazumijeva najraznovrsniju robu kao što su: vreće, bačve, bale, sanduci, kutije svežnjevi, automobili i druga vozila, poljoprivredni i pogonski strojevi te njihovi dijelovi, strojevi i uređaji za kućanstvo itd. Također, opći teret podrazumijeva i razne vrste odljeva-ka, profila cijevi, dasaka i drugi građevinski materijal. Krcanje, odnosno iskrcaj ovakvog tereta je nešto složeniji postupak u odnosu na rasuti ili tekući teret pa se za manipulaciju njime koriste brodske dizalice a na obali viličari, karete (kolica) ili druga lučka vozila.

Rasuti teret podrazumijeva robe koje nisu pakirane, već se krcaju u rasutom stanju kao na primjer: ugljen, koks, ruda, žitarice, sol, šećer, pijesak, šljunak, kamen itd. Kada je rasuti teret upakiran, on se smatra općim (generalnim) teretom (sol, žitarice, cement i sl.). Ova se vrsta tereta uglavnom prevozi u velikim količinama, a manipulacija njime je modernizirana pa je boravak u lukama skraćen u odnosu na neka prethodna vremena.

Pojedine važnije vrste rasutog tereta zahtijevaju posebnu pažnju i postupke. U te vrste spadaju: žitarice, ruda ugljen, drvo, šećer, riža, kava itd. Za ove se terete poduzimaju posebne protupožarne mjere te zaštita od vlage, odnosno visoke temperature. Neki od navedenih tereta podložni su samozapaljenju, zbog čega se poduzimaju posebne mjere njihova nadziranja.

Isto tako, teret pakiran u bale/rolne/vreće, bačve, sanduke zahtijeva poseban tretman i odlaganje ovisno o materijalu od kojeg je napravljen te se zbog ekonomičnosti i iskoristivosti prostora pomno planira njegov smještaj i čuvanje u skladišnim prostorima.

Tekući teret se uglavnom prevozi u tankovima posebno građenim za određenu vrstu tekućeg tereta (tankeri, cisterne), a najčešće se radi o: nafti i naftnim derivatima, različitim vrstama ulja, vodi, alkoholu, vinu, ukapljenim plinovima, bazama voćnih sokova i slično. Pojedini navedeni tereti se prevoze i u posebnim metalnim bačvama. Za prevoz propana, butana, vode, vina i baza voćnih sokova koriste se posebni brodovi i poduzimaju se specifične mjere nadzora nad ovom vrstom tereta.

Opasni tereti su posebno tretirani i zbog svoje specifičnosti njihov prijevoz uređen je Europskim sporazumom o međunarodnom prijevozu opasnih tvari na unutarnjim vodnim putovima (ADN) koji je klasificirao opasan teret.

Klase opasnih tereta prema ADN su:

1. eksplozivne tvari i predmeti;
2. plinovi;
3. zapaljive tekućine;
- 4.1 zapaljive krute tvari, samoreagirajuće tvari
i kruti desenzibilizirajući eksplozivi;
- 4.2 samozapaljive tvari;
- 4.3 tvari koje u dodiru s vodom stvaraju zapaljive plinove;
- 5.1 oksidirajuće tvari;
- 5.2 organski peroksidi;
- 6.1 otrovne tvari;
- 6.2 zarazne tvari;
7. radioaktivne tvari;
8. korozivne tvari;
9. ostale opasne tvari i predmeti.

Zbog važnosti i specifičnosti prijevoza navedenih tvari poduzimaju se posebne mjere sigurnosti koje ovise o konkretnoj vrsti opasne tvari koja se prevozi. Mjere i postupci prilikom prijevoza opasnih tvari uređeni su međunarodnim (ADN) i nacionalnim propisima.

Rashlađeni teret se prevozi u smrznutom stanju ili ohlađen do određene temperature kako bi ostao svjež pa razlikujemo:

1. duboko smrznut (temperatura do -40°C),
2. smrznut (temperatura do -8°C),
3. svjež (temperatura u granicama od -2°C do $+12^{\circ}\text{C}$).

Duboko smrznut i smrznut teret čine razne vrste mesa i ribe, a svjež teret predstavljaju: voće, povrće, jaja, mlijeko, i mliječni proizvodi, mast i drugo. Rashladni uređaji na suvremenim brodovima koncipirani su tako da skladišta hlade ohlađenim zrakom, a postoji direktni i indirektni sustav hlađenja. Razlika između ova dva sustava je u načinu kako se freon (ili neki drugi ekološki prihvatljiviji inertni plin) koristi za razmjenu temperature na isparivačima i usmjeravanju rashlađenog zraka u skladišne prostore (hladnjače).

Danas postoje i posebni brodovi tzv. hladnjače kod kojih je cjelokupan sustav hlađenja smješten na jednome mjestu, a upravljanje sustavom je automatizirano i daljinski nadzirano.

5.5.7 Najčešći sustavi pakiranja u suvremenom vodnom transportu

Najčešći sustavi pakiranja u suvremenom vodnom transportu su paletni sustav i kontejnerski sustav koji su zbog svoje jednostavnosti rukovanja i ekonomičnosti zauzeli važno mjesto u ukupnom brodskom transportu.

Paleta obično imaju dimenzije 80 x 120 cm, a teret se slaže do visine 150 cm. Imaju žljebove i kuke te ih se može hvatati viličarom odnosno podići samaricama ili dizalicom. Manipulacija teretom je sigurna i brza, smanjen je rizik od oštećenja i gubitka robe, a jedini nedostatak čini to što je zbog samih paleta koristan prostor u skladištima smanjen za 10–15%.

Kontejneri su se pojavili krajem pedesetih godina te danas predstavljaju najsuvremeniji način pakiranja tereta, pa je manipulacija ubrzana i pojednostavljena. Sastavljanje cargo planova je programirano i doprinosi smanjenju troškova transporta što za posljedicu ima jačanje konkurentnosti vodnoga u odnosu na druge vrste transporta. Razvijeno je mnogo vrsta kontejnera u smislu izvedbe, izolacije, hlađenja, čvrstine i

slično pa se gotovo sve vrste općih tereta (izuzev specijalnih i gabaritnih) mogu u njih pakirati. Posebno je robotiziran i automatiziran sustav vertikalnog upravljanja kontejnerima, kako na brodu tako i na terminalima. Skraćeno je na najmanju moguću mjeru vrijeme lučkih operacija i daljnjeg upravljanja teretom. Danas su najzastupljeniji 20-stopni i 40-stopni kontejneri.



Slika 42. 20-stopni (6,1 m) ISO kontejner odgovara 1 TEU



Slika 43. 40-stopni kontejneri na 20-stopnim kontejnerima

Posljednjih 20 godina povećana je gradnja velikih brodova za prijevoz kontejnera tzv. „matica“ koje prevoze i do 24 000 TEU jedinica i koje prevoze kontejnere u velike logističke centre odakle se manjim brodovima (do 3000 TEU jedinica) dalje razvoze prema manjim lukama. Iako dominantno zastupljeni na moru, kontejneri sve više nalaze svoje mjesto i u unutarnjoj plovidbi.

RO-RO brodovi, (Roll on/off brodovi ili skraćeno RoRo brodovi) su dizajnirani za prijevoz kotrljajućeg tereta kao što su automobili, prikolice i sl. (brodovi s horizontalnim sustavom pretovara). Namijenjeni su za prevoz teretnih vozila, odnosno kontejnera na vlastitim prikolicama sa ili bez vučnih vozila. Ova vrsta transporta zastupljena je trenutno u većoj mjeri na moru, ali njezina primjena polako nalazi svoje mjesto i na unutarnjim vodnim putovima. RoRo plovila imaju ugrađene unutarnje rampe koje omogućuju da se teret izveze iz broda.

Transport tereta „potisnicama pomorskih brodova“

U pomorsko-riječnom prijevozu razvijena je posebna tehnologija transporta tereta „potisnicama pomorskih brodova“ (engl. „shipborne barge“ – potisnica koja je izgrađena tako da se može prevoziti pomorskim brodom i da može ploviti unutarnjim vodama¹), koje se unutarnjim plovnim putovima dovoze do specijalnih brodova za prijevoz potisnica. Potisnice koje se zajedno s teretom prevoze specijalnim brodovima u biti su plutajući kontejneri nosivosti 300 do 850 tona, najčešće su pravokutnog oblika i u većini slučajeva građene su od čelika. Dimenzije potisnica nisu standardizirane, tako da mogu biti različitih veličina, ovisno o veličini broda, tehnologiji prijevoza i načinu prekrcaja.

Brodovi ove vrste namijenjeni su prijevozu potisnica između zemalja koje pored morskih putova imaju i unutarnje plovne putove. Prema načinu prekrcaja potisnica, grade se dva osnovna tipa broda: s vertikalnim načinom prekrcaja – sustav LASH i s horizontalnim načinom prekrcaja – sustav SEA BEE. U prvome slučaju potisnice se prekrcajavu velikom mosnom dizalicom a u drugom slučaju velikom hidrauličkom dizalicom koja istodobno može podići dvije potisnice. U primjeni su i dva podtipa broda za prijevoz potisnica: BACAT i CAPRICORN

1 Definicija prema pravilima plovidbe u slivu rijeke Save i Europskim pravilima plovidbe – CEVNI. U pomorstvu se upotrebljavaju i izrazi barže, maone.



6.

NAVIGACIJA, MANEVAR I VOĐENJE PLOVILA

6.1 POJAM I PODJELA

Navigacija je znanost koja se bavi proračunavanjem i izračunavanjem pozicije i kretanja u prostoru i vremenu te vođenjem broda od jedne do druge točke. Navigacija nije temeljena samo na znanstvenim spoznajama, nego se pri rješavanju navigacijskih situacija koristi i iskustvo navigatora.

Razlikujemo tri vrste navigacije:

- Navigacija na rijekama i kanalima;
- Navigacija u priobalnom moru;
- Navigacija na otvorenom moru;

Za potrebe ovog priručnika razmatrat ćemo isključivo navigaciju na rijekama i kanalima.

Riječnu navigaciju bi se moglo definirati i kao vještinu vođenja broda najkraćim i najsigurnijim putem uz primjenu teorijskih i praktičnih znanja kao što su: upravljanje brodom, umijeće korištenja raznih navigacijskih pomagala za snalaženje na rijeci i kanalima, poznavanje pravila plovidbe, plovni i obalnih znakova, poznavanje karakteristika rijeke, vodene struje, limana, prirodnih i umjetnih prepreka na plovnom putu, načina isplavljenja, pristajanja, vezivanja i sidrenja, postupak u izvanrednim okolnostima i slično.

Plovidba na rijekama, kanalima ili nekom drugom zatvorenom plovnom putu, smatra se najjednostavnijim oblikom navigacije, ali, ujedno predstavlja i jedan od najopasnijih načina vođenja broda.

Razlog jednostavnosti su striktno obilježeni i definirani plovni putovi, manja potreba za uporabom elektroničke opreme za navigaciju i skoro nikakva potreba za optičkim pomagalima za navigaciju. Isto tako, od

velike je važnosti informiranost o stanju vodnih putova (prohodnost, na primjer) i manja ovisnost o vremenskim prilikama. Razvoj riječnih informacijskih servisa značajno je promijenio način vođenja brodova i sastava u navigacijskom smislu što za sobom povlači utrenirane i tehnički osposobljene zapovjednike i posadu.

Primjereno navedenom, opasnost se ogleda u lošem poznavanju riječnog toka, neinformiranosti u vezi signalizacije i obilježavanja, ograničenost širine plovni putova, promjenljivom vodostaju, a time i promjenljivosti dubine vode na plovnim putovima, smanjenoj vidljivost kod veoma čestih izmaglica, vodenim nanosima i slično. Sve to može uzrokovati loš ili nikakav manevar u plovnom putu, veću mogućnost sudara, potapanje, nasukanje, oštećenje plovila, blokiranje ili zatvaranje plovni putova.

Za pouzdano i pravilno vođenje broda na rijekama i kanalima, prije svega se mora obratiti pozornost na signalizaciju i obilježavanje plovni putova. Mora se voditi računa o propisima i pravilima za navigaciju, i to posebice ako ih propisuje nadležno državno tijelo za određeni dio plovnog puta, te odlično poznavati riječni tok.

Udaljenosti nije teško izračunati. Dovoljno je pratiti kilometarske oznake plovnog puta i veoma lako možete izračunati brzinu plovila u odnosu na pređeni put i preostalu udaljenost i vrijeme dolaska na cilj. Ako je brzina toka vode promjenljiva na pojedinim dionicama puta, u kalkulaciju morate unijeti ispravke radi dobivanja što točnijeg rezultata.

Nije jednostavno pribaviti karte za navigaciju na rijekama, a ako ih i imate, moraju biti što novijeg izdanja zbog toga što se te karte stalno dopunjuju i korigiraju. Dva osnovna razloga čestih korekcija su prohodnost plovni putova, što ovisi o vodostaju i promjena toka (korita) same rijeke, zbog čega se pak često vrše promjene signalizacije i obilježavanja. U novije vrijeme, u okviru riječnih informacijskih servisa (RIS), izrađuju se i elektronske navigacijske karte (ENC) koje se jednostavnije i brže ažuriraju i često su dostupne putem web-a.

Pri navigaciji noću, ukoliko ne postoji mogućnost korištenja radara, posebnu pozornost valja obratiti na sljedeće:

- Obvezno imati upaljena svjetla za navigaciju, a ostala svjetla trebaju biti ugašena ili prigušena da ne bi ometala osmatranje;
- Redovito kontrolirati prosječnu brzinu te štopericom kontrolirati karakteristike rada svake svijetleće plutače ili svjetionika;
- Ako se plutača ili svjetionik nalazi bliže desnoj obali (vaša desna strana), ona vam obvezno mora ostati s desne strane kod prolaska pored nje;
- Kada su dvije plutače postavljene jedna do druge (jedna bliže desnoj a druga bliže lijevoj obali), obvezno prođite između njih. Tako postavljene plutače obilježavaju krivine na rijekama, plovni put s dobrom dubinom, prolaze ispod mostova i slično;
- Obratite pažnju na ostala plovila i ovisno o njihovoj signalizaciji, poštujujte prometna pravila i propise;
- Osmatrajte redovito, okom i dvogledom, okolinu koju prolazite, noću su na vodi veoma česte optičke varke;
- Ukoliko procijenite da je daljnja plovidba opasna, svakako napustite obilježeni plovni put. Potrebno je udaljiti se od plutača, ali tako da vam ostanu u vidnom polju, usidriti brod i propisno ga signalizacijom obilježiti.

6.2 NAVIGACIJSKA OPREMA

Moderna navigacijska oprema standard je svakog plovila i velika pomoć u navigaciji i sigurnoj plovidbi. Kako su zbog visokog postotka vlage i prisustva nečistoća uvjeti za elektroniku na plovilima teški, tako su i zahtjevi stavljeni pred proizvođače i one koji opremu održavaju poprilično visoki. Pravilno postavljena i korištena oprema je preduvjet pouzdane orijentacije i navigacije. Navigacijska oprema doživjela je tehnološku revoluciju, što je pridonijelo razvoju tzv. „*Integrated Bridge*“ platforme koja podrazumijeva više mogućih kombinacija povezivanja navigacijske opreme i programskih paketa radi sukladnosti svih potrebnih parametara navigacije, tako da pojedini integrirani sustavi mogu biti složeni od različitih komponenti. Općenito, može se reći da integrirani navigacijski sustav povezuje sva raspoloživa navigacijska

sredstva na pojedinom plovilu u jednu cjelinu. Na primjer, prikupljaju se podaci o poziciji s GPS ili nekog drugog raspoloživog sustava za pozicioniranje, navigacijska situacija s radara, nadzor kretanja s žiro (gyro) kompasa, podaci o dubini s dubinomjera te brzini s brzinomjera.

Općenito, u navigacijsku opremu ubrajamo sve one uređaje kojima se služimo tijekom vođenja plovila, navigacije, manevriranja i orijentacije. Pobrojat će se samo oni najvažniji.

6.2.1 Dubinomjer

Dubinomjer je jedno od najstarijih pomagala za vođenje plovila a metode određivanja dubine u osnovi dijelimo na:

Klasične metode: hidrografskom ili sondnom motkom u brodarstvu poznatom kao „lec“.

„Lec“ je drvena ili aluminijska motka kružnog presjeka debljine 4–6 cm, duljine 4–6 m, namijenjena za mjerenje dubine rijeke. Lec je podijeljen na decimetre i metre koji su naizmjenično obojeni crveno, bijelo i crno radi lakšeg očitavanja.



Slika 44.
Sondna motka,
u brodarstvu poznata kao „lec“

Akustičke metode

Ultrazvučni dubinomjeri, koji su danas u širokoj primjeni, koriste tri akustična frekventna područja: infrazvučno $f < 20$ Hz, čujno $20 \text{ Hz} < f < 20 \text{ kHz}$ i ultrazvučno $f > 20 \text{ kHz}$. Od 1925. godine počinju se koristiti ultrazvučni dubinomjeri koji se i danas koriste, jednostavni su za uporabu i održavanje, jeftini i dostupni vlasnicima malih plovila. Da bi se došlo do preciznog očitavanja dubine koristi se:

Doplerov efekt, koji se primjenjuje na način da se nakon emitiranog zvučnog impulsa s plovila i njegovog ponovnog prijema na hidrofona nakon odbijanja od dna, temeljem protoka vremena Δt izračunava dubina (h)

$$h = c \cdot \frac{\Delta t}{2}$$

Gdje je:

c – brzina prostiranja zvuka u vodi
(1480 m/s za slatku vodu)

Rezolucija dubinomjera je njegova mogućnost odvojenog raspoznavanja dvaju bliskih objekata na dnu. Razlikujemo vertikalnu i horizontalnu rezoluciju a greške uslijed rezolucije su manje ako se koriste moderni višesnopni dubinomjeri.



Slika 45.
Ultrazvučni
dubinomjer

Sonari/ehosonderi (Sound Navigation And Ranging) su uređaji koji koriste propagaciju zvuka pod vodom za navigaciju, kartografiju, komunikaciju ili detekciju drugih brodova, u čiji se razvoj i unapređenje u nautičkom sektoru u posljednje vrijeme najviše ulaže. Pored funkcije mjerenja dubine ispod i ispred plovila (do 400 m) sonari imaju i funkciju detekcije jata riba, temperature vode ili na dnu ležećih predmeta.

Ehosonderi posljednje generacije omogućuju rezultate koji su donedavno bili nezamislivi. To se posebno odnosi na zaslone s tekućim kristalima, koji su povećali vrijednost upotrebe „fishfindera“ čak i kod proizvoda srednje i niže kvalitete. Za pravilnu upotrebu bilo kojeg instrumenta, presudno je početno podešavanje ovisno o izboru namjene.



Slika 46. Moderan dvofrekventni višenamjenski ehosonder – dubinomjer (sonar)

6.2.2 Radar

Radar (Radio Detecting and Ranging) je suvremeno navigacijsko sredstvo široke primjene, posebno u uvjetima slabe vidljivosti, vođenja plovila uskim i frekventnim područjima, prilikom izbjegavanja drugih plovila i slično. Funkciju otkrivanja objekata i mjerenja udaljenosti do njih ostvaruje putem radio signala, a pojam „radar“ je prvi put korišten tijekom II svjetskog rata kada je prvobitno korišten u vojne svrhe. Radar je danas na plovilima nezaobilazan uređaj čiji je cilj olakšati posao sigurnog vođenja plovila, a radarski sustavi su toliko automatizirani da čovjek ima

tek ulogu kontrolora. Čovjek je oslobođen poslova koje je ranije morao raditi, čime je znatno umanjena mogućnost subjektivne pogreške.

Povijest i razvoj radara povezujemo s 1864. godinom kada je James Clark Maxwell objavio jednadžbe i zapise o ponašanju radio valova. 1866. godine Heinrich Herz je dokazao da se elektromagnetni valovi mogu reflektirati poput svjetlosti, zatim je 1904. godine Christian Huelsmayer iskoristio tu osobinu elektromagnetskih valova u funkciji izbjegavanja sudara te konstruirao i patentirao neku vrstu radiolokatora (telemobilscope), da bi 1922. godine Guglielmo Marconi izumio radio prijemnik na principu elektromagnetne refleksije kratkih valova. Prava era radara počinje 1935. godine kada je britanski fizičar Robert Watson – Watt konstruirao sustav za otkrivanje aviona putem radio impulsa, a 1939. fizičar Henri Butt i biofizičar John T. Randall stvaraju magnetron. Daljnjim tehnološkim razvojem, otkrićima i modifikacijama radarska je tehnologija ušla je u široku primjenu. Nadalje, pažnja će biti usmjerena na radare konstruirane za potrebe navigacije.

Princip rada radara: u predajniku se u impulsima stvara visokofrekventna energija koja zrači usmjereno putem antene. Valovi putuju pravolinijski i nakon odbijanja od prepreke se veoma malim dijelom vraćaju u vidu jeke prema osjetljivom prijemniku radara gdje se nakon pojačanja i obrade prikazuju na pokazivaču kao svijetleći odraz (mrlja). Prema položaju ove mrlje na zaslonu, određuje se azimut (smjer), pramčani kut i udaljenost od opaženog objekta.

Da bi radar za potrebe plovidbe zadovoljio kriterije treba: otkrivati objekte na što manjoj udaljenosti, postići što veći domet odnosno daljinu otkrivanja, dobro razdvajati objekte po azimutu i po udaljenosti i moći otklanjati smetnje nastale uslijed atmosferske refleksije od površine vode kako bi se i mrlje od malih objekata jasno vidjele.

Karakteristike radarskog sustava su: maksimalni i minimalni domet radara, točnost mjerenja kutova i udaljenosti, razdvajanje objekata prema kutu i udaljenosti. Radari mogu biti opremljeni i posebnom računalnom tehnikom koja im omogućuje rješavanje problema kod izbjegavanja sudara. Takvi sustavi u stručnoj terminologiji imaju oznaku CAS (Collision Avoidance System).



Slika 47.
Suvremeni
riječni radar

Radarski horizont, u navigacijskom smislu, predstavlja najveću udaljenost od mjesta emisije EM valova do koje bi stizali ti valovi na zemljinu površinu. Ova udaljenost, osim geometrije zemlje, ovisi i o: visini antene, valnoj duljini EM valova, impulsnoj snazi radara kao i atmosferskim prilikama.

Radarske smetnje, prema izvoru nastajanja su: smetnje izazvane odjekom od padalina i površine vode, šum nastao radom električnih elemenata radara te interferencija ostalih radara.

Lažni odjeci, ovisno o načinu njihova nastajanja su:

- *Indirektne jeke*, nastale refleksijom vlastitog plovila, većih objekata na obali te drugih plovila u neposrednoj blizini
- *Višestruke jeke*, nastaju ako se u blizini našeg objekta nalazi objekt s velikim koeficijentom refleksije;
- *Lažne jeke* nastaju refleksijom radarskih valova od bliskih dijelova broda koji se nalaze u visini radarskoga snopa ili od istaknutoga i bliskoga kopna. Javljaju se dvije jeke jednako udaljene od središta zaslona, ali u različitim smjerovima pri čemu je lažna jeka manja i po intenzitetu slabija od prave jeke.

- *Radarske interferencije*, su pojava prijama signala drugog radarskog uređaja u blizini broda i njegove interferencije s lokalnim oscilatorom vlastitog radara. Posljedica interferencije su snažne smetnje zrakastog ili srpolikog oblika koje se šire iz središta zaslona radara i šire se konvergentno prema rubu zaslona radara. Najizraženije su kada u blizini radi radar približno iste valne duljine. Smetnje su izraženije na većim dometima jer je na malim dometima vremenska baza tako brza da se svjetle točkice razvuku u jedva vidljive tonske linije. Smetnje od interferencije je nemoguće otkloniti.

Radarske sjenke, predstavljaju tamna mjesta na zaslonu katodne cijevi između odraza, iako one fizički pripadaju istom objektu. Nastaju zbog oblika prepreka, njihova položaja i nemogućnosti EM valova da se reflektiraju od geometrijskih zaklonjenih površina.

Slijepi sektori, predstavljaju kružne isječke na zaslonu katodne cijevi u kojima nema prijema EM valova, pa se u njima ne mogu detektirati bilo kakvi objekti. Nastaju ako se blizu antene nalaze prepreke kao što su: jarboli dimnjaci dizalice i slično.

Odrazi od površine vode, predstavljaju mnogobrojne točkaste odraze koji su promjenljivi i nestalni, a nastaju uslijed refleksije od prednjih rubova valova oštih kutova i javljaju se na manjim udaljenostima. Ove smetnje nestaju sa smanjenjem pojačanja bliskih odraza gumbom „*Anticlater Sea*“ (smetnje od mora).

Smetnje od atmosferskih pojava se manifestiraju kao brojni točkasti odrazi nepravilna oblika na dijelu zaslona katodne cijevi koja odgovara stvarnom položaju atmosferske pojave. Zajedničke osobine ovih smetnji (kiša, niski kišni oblaci, grad, snijeg, magla....) su: razvučeni odrazi bez izraženih rubova (bridova) i velika brzina kretanja na zaslonu katodne cijevi u odnosu na stvarne odraze objekata, pri čemu je jačina odraza manja nego kod stvarnih objekata. Uklanjaju se linearnim smanjenjem pojačanja na cijelom području rada gumbom „*Anticlater Rain*“ (smetnje od kiše). Ovime slabe i pravi odrazi, ali smetnje nestaju prije pravih odraza.

Radarski odrazi se razlikuju po: veličini, daljini otkrivanja, obliku, fluktuaciji, oštirini i pokretljivosti.

Karakteristike odraza od kopnenih objekata su: pojava na očekivanim mjestima na temelju vlastite pozicije, nepokretnost, ne fluktuiranje te veliki i gusti odrazi čiji se međusobni položaj ne mijenja.

Karakteristike odraza od plovila su: kretanje, promjena položaja u odnosu na ostale odraze, neočekivana pojava, fluktuacija ali i postojanost, uski su i pojavljuju se na srednjim udaljenostima, jedan rub odraza je tup dok je rub u smjeru kretanja plovila uvijek oštar.

Karakteristike odraza od malih plovila su: pojava na malim udaljenostima, izražena fluktuacija uz nestajanje u pojedinim prijelazima EM snopa kod valovite površine, jači odrazi nego odrazi smetnji, pri magli su daljine otkrivanja manje za 15–20%.

Relativni prikaz kretanja (Relative Motion), možemo objasniti kroz dva moda prikaza i to:

- *Relativno nestabilnu sliku*, gdje: je vlastito plovilo nepokretno i uvijek u centru zaslona a odrazi svih nepokretnih objekata se kreću suprotnim vektorom vlastite brzine, je pramčanica uvijek usmjerena prema nuli fiksne skale bez obzira na kurs, je pomoću ploče azimuta moguće očitavati samo desne pramčane kutove, je vidljivost objekata desno od pramca vidljiva na desnoj strani uzdužnice zaslona (pramčanice), pri promjeni kursa pramčanica i dalje ostaje u ranijem položaju, a svi odrazi se zakreću suprotno od strane promjene kursa. Ovakav prikaz je pogodan u slučajevima rješavanja situacija – problema izbjegavanja sudara.
- *Relativno stabilnu sliku*, gdje: je vlastito plovilo nepokretno i uvijek u centru zaslona, se odrazi svih nepokretnih objekata kreću suprotnim vektorom vlastite brzine, je pramčanica usmjerena u (pokazuje) kurs pravi (kurs žira) što se očitava na fiksnoj skali, je radarska slika obale orjentirana prema meridijanu (kao i navigacijska karta), se pomoću azimut (smjerne) ploče očitavaju radarski azimuti na sve objekte, pri promjeni kursa odrazi na zaslonu zadržavaju položaj a pramčanica se zakreće u smjeru promjene kursa do vrijednosti novog kursa. Ova slika je najpogodnija prilikom manevra izbjegavanja sudara.

Pravi prikaz kretanja (True Motion) prikazuje stvarna kretanja u ograničenom prostoru, a da bi se to postiglo potrebno je rastaviti vlastito kretanje u komponente u smjeru N-S i E-W, za što je neophodna kontinuirana dobava podataka o vlastitom kursu i brzini sa žiro kompasa i brzinomjera.

To znači da se položaj vlastitog plovila nalazi u točki odakle započinje otklanjanje vremenske baze, a taj se početak pomiče proporcionalno vlastitom kretanju. Karakteristike ovog načina prikaza su:

- svi nepokretni objekti su nepokretni odrazi na zaslonu;
- svi pokretni objekti, uključujući i vlastito plovilo, se kreću u odnosu na nepokretne objekte stvarnim kursevima i brzinama;
- cijela slika je orjentirana, kao i navigacijska karta, prema meridianu što zahtijeva dodatno kolo za mjerenje kutova jer se ne može koristiti fiksna podjela s oboda zaslona. Azimuti se mjere elektronskom smjernicom koja se prikazuje kao pravac iz točke razvoja vremenske baze, a vrijednosti se očitavaju na posebnom digitalnom pokazivaču;

6.2.3 Žirokompas – Žiroskop

Žiroskop je instrument koji za identifikaciju meridijana koristi određena fizička svojstva masivnog tijela koje rotira (žiroskopa ili zvrka). Pojavio se u prvom desetljeću XX. stoljeća za potrebe polarnih ekspedicija. Žiroskop je dinamičko tijelo koje slobodno rotira velikom brzinom. Najčešće je izveden kao simetrični rotor s velikom obodnom brzinom, koji je ovješten u kardanskom sustavu.

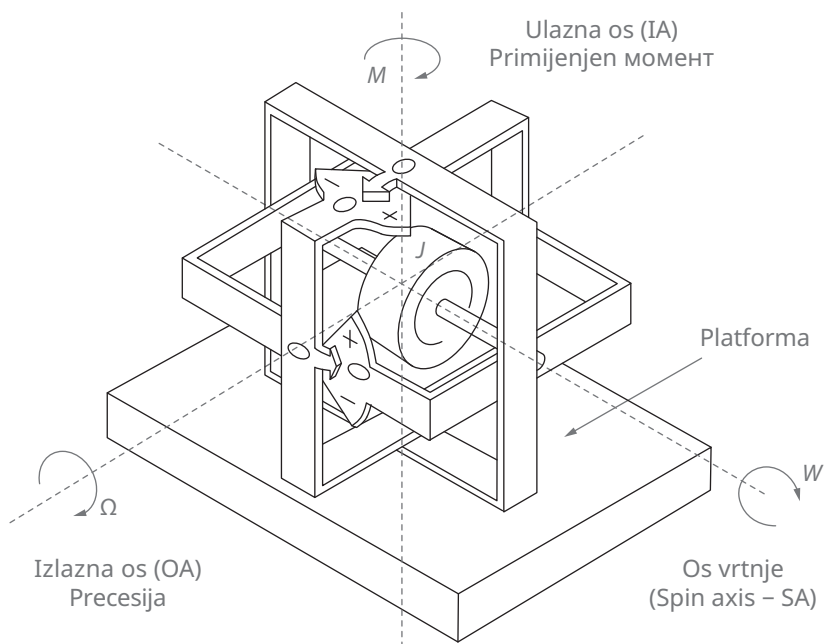
Os rotacije zvrka je glavna ili osnovna os, dok su osi u kojima su učvršćeni prsteni kardanskog sustava: horizontalna ekvatorijalna os i vertikalna ekvatorijalna os. Kod zvrka s tri stupnja slobode sve se osi sjeku u istoj točki, pa je takav zvrk uravnotežen. Zvrk pokazuje dva osnovna svojstva: **inerciju i precesiju**.

Inercija je osobina žiroskopa da os rotacije uvijek zadržava isti smjer u prostoru, ovisno o tome u kojem smjeru se postavila platforma na koju je zvrk s tri stupnja slobode pričvršćen. Pri tome zvrk zadržava tu

osobinu bez obzira na sva kretanja, pa tako i na kretanje Zemlje, što znači da će os rotacije zvrka zadržati pravac u prostoru neovisno i o kretanju Zemlje.

Precesija je osobina zvrka da se os rotacije otkloni za 90° od smjera djelovanja sile koja djeluje na tu os. Te dvije osobine iskorištene su za rad žirokompasa. Ograničavanjem slobodnog rotiranja zvrka postiže se da se os rotacije postavlja u pravcu meridijana. Za postavljanje osi rotacije u horizontalni položaj, na os rotacije djeluje se silom teže, a za usmjeravanje u meridijan silom ustrajnosti u smjeru rotacije Zemlje.

Greška žirokompasa (devijacija) je ukupni otklon glavne osi (osi rotacije) od pravog meridijana. Pozitivna je ako je os žirokompasa otklonjena prema istoku, a negativna ako je otklonjena prema zapadu.



Slika 48. Žirokompas – žirooskop

Na otklon osi rotacije od pravog meridijana mogu utjecati slijedeće pogreške: greška vožnje, greška geografske širine, balistička greška, kvadrantna devijacija i greška instalacije.

Autopilot, uređaj za automatsko kormilarenje brodom najbolji je primjer upotrebe žirokompasa u unutarnjoj plovidbi. S jedne je strane spojen

na žiro kompas, a s druge na električni ili hidraulički kormilarski stroj. Ako brod skrene s kursa, aktivira se kormilarski stroj koji brod vraća u zadani kurs. U kompasnom ponavljaču nalazi se kontakt koji uspostavlja spoj s lijevim ili desnim kontaktnim prstenom, ovisno o skretanju broda. Kada se kormilo počne okretati preko povratne veze, aktiviraju se kontaktni prstenovi koji prekidaju vezu s kormilarskim strojem. Naizmjeničnim uključivanjem i isključivanjem može se pri kormilarenju po mirnom vremenu održavati kurs s oscilacijama od $\pm 0,5^\circ$. Osjetljivost autopilota postavlja se ručno. Kod plovidbe pri nemirnom vremenu potrebno je smanjiti osjetljivost autopilota. Automatskim kormilarenjem smanjuju se gubici i povećava srednja brzina broda.

6.2.4 Brzinomjer

Brzinomjer je instrument pomoću kojega se mjeri brzina plovila, a uglavnom postoje 3 tipa:

- *Patentni brzinomjer*, koji se tegli i mjeri brzinu okretanjem vlastitog propelera. Prijenos do pokazivača je mehanički, a brzinu plovidbe daje na osnovu broja okretaja propelera u jedinici vremena. Ovakvi brzinomjeri su nepraktični, zastarjeli i više se ne koriste;
- *Propelerni električni brzinomjer*, koji također mjeri brzinu plovidbe pomoću propelera pričvršćenog na dnu trupa broda. Vrtanja propelera pokreće mali dinamo koji šalje pokazivaču (voltmetru baždarenom u čvorovima ili kilometrima) električnu vrijednost u vidu električnog impulsa;
- *Hidrodinamički brzinomjer*, mjeri brzinu plovidbe pomoću „pitove cijevi“, a mjeri se razlika između statičkog i dinamičkog pritiska, koja je na pokazivaču prikazana u čvorovima ili kilometrima u jedinici vremena.

Brzina plovidbe prikazana na brzinomjeru pokazuje brzinu kroz vodu, a ne brzinu u odnosu na dno ili obalu, uglavnom zbog utjecaja struje vode. Tako na primjer, da bismo dobili stvarnu brzinu kretanja u odnosu na obalu, u uzvodnoj plovidbi (uz rijeku), očitane brzinu plovidbe treba umanjiti za brzinu toka rijeke, a obrnuto, dodati brzinu toka ako se plavi nizvodno.

Brzina plovidbe na rijekama i kanalima može se mjeriti očitavanjem kilometarskih oznaka za utvrđivanje prijeđenog puta u jedinici vremena. Na primjer, od rkm 255 do rkm 262 na rijeci Savi plovi se jedan sat, što znači da je brzina plovidbe, u odnosu na obalu 7 km/h. Za preciznija mjerenja, kada se testiraju novosagrađeni brodovi, koriste se mjerni kilometri ili mjerne milje, posebno određeni za tu namjenu.

6.2.5 Brodski barometar

Barometar je mjerni instrument za mjerenje atmosferskog tlaka, to jest tlaka zraka koji čini atmosferu.

Prvi barometar je bio tzv. vodeni barometar (nazvan još Goetheov jer ga je Goethe popularizirao) koji je radio na principu posude s nešto zraka koja je uronjena u vodu, te je stupac vode u posudi porastao kad je opao tlak zraka jer se tada stupac zraka smanjio. Najčešće se koristi živin barometar (stupac žive koji se povisuje ili smanjuje ovisno o promjeni tlaka zraka). Otkrio ga je Evangelista Torricelli. Postoji još i suhi (aneroidni) barometar.



Slika 49. Moderni metalni aneroidni barometri

Barometar je nezamjenljiv instrument u meteorologiji. Koristan je i u tzv. narodnoj meteorologiji jer se obično smatra da s porastom tlaka zraka slijedi sunčanije vrijeme, a s padom oblačnije. Barometar najavljuje kako dolazak kiše ili vedrog vremena, tako i tendenciju promjene tlaka uslijed strujanja zračnih masa (vjetra). Svejedno da li je promjena tlaka pozitivna ili negativna, vjetar i nevrijeme bit će veći ukoliko je promjena tlaka velika u kratkom vremenskom razdoblju.

6.2.6 Dalekozor – *Binocular*

Jedno od najčešće upotrebljivanih pomagala u vođenju navigacije svakako je dalekozor (dvogled). To je vrsta optičkog instrumenta koji se sastoji od 2 mala teleskopa spojena tako da kada se promatra kroz njih (s oba oka istovremeno) formiraju samo jednu sliku. Prednost dalekozora pred teleskopom je u tome što on prirodnije povećava sposobnosti ljudskih očiju (ne oka), upravo zato što se koriste oba oka.

Povećanje x i promjer objektiva: su brojevi koji karakteriziraju svaki dalekozor i obično su utisnuti na tijelu dalekozora pored okulara.



Slika 50.
Dalekozor/binokular
Velika Britanija, 20. st.,
željezo, staklo, mjed

Prikazani su u obliku produkta brojeva npr. 7x30, 7x50, 11x80 i slično. Prvi broj oznake je povećanje dalekozora, a drugi je promjer objektiva u milimetrima. Možemo slobodno reći da je povećanje zapravo približavanje objekta oku za navedenu vrijednost. Dalekozori s povećanjem od 8 će objekt koji se promatra povećati 8 puta, tj. kut pod kojim se vidi neki objekt će biti 8 puta veći nego gledan golim okom.

Drugi broj (30, 50, 80 itd.) je promjer objektiva u milimetrima. Što je promjer veći, to više svjetla ulazi u dalekozor i bolje se vide manje sjajni objekti. Vrijednost „light grasp“ ili sposobnost hvatanja svjetla, upravo najviše ovisi o promjeru objektiva. Tako dalekozor s promjerom objektiva 50 mm hvata 2,8 puta više svjetla od dvogleda s promjerom objektiva 30 mm. Za plovidbu su optimalni dalekozori srednje jačine.

6.2.7 Radiotelefonski uređaj

Radiotelefonski uređaj se ubraja u tehnička pomagala za vođenje plovila, a preko njega se, između ostaloga, primaju hidrometeorološki izvještaji i prognoze vremena koje javne radijske postaje svakodnevno objavljuju. U riječnom i pomorskom prometu plovila koriste:

Kratkovalni radiotelefonski uređaj (KV) koji radi na frekvenciji od 1,6 do 3,8 MHz (pozivna frekvencija je 2,12 MHz). Standardni tip ima vrlo velik domet. Ovaj KV radiotelefonski uređaj u prošlosti se više koristio u profesionalnom brodarstvu – brodskim kompanijama čija plovila plove na velikim udaljenostima.

Ultrakratkovalni radiotelefonski uređaj (UKV) koji radi na frekvenciji od 156 – 162 KHz. Pozivna frekvencija je 156,8 KHz – kanal 16 (kanal sigurnosti plovīdbe). Standardni UKV radiotelefonski uređaji imaju 55 kanala za komunikaciju, a namijenjeni su za radio komunikaciju na manjim udaljenostima, komunikaciju plovilo – plovilo ili plovilo – obala (kapetanija, tvrtka, marina, luka itd.). Domet predajnika je 50 km dok je potrošnja struje mala i može je podnijeti svaki brodski akumulator. Motorna plovila (osim čamaca i skela) i tehnička plovila smiju ploviti na rijeci Savi samo ako su opremljena s dva ispravna radiotelefonska uređaja ili radiotelefonskim uređajem na kojem se mogu istodobno pratiti dva UKV kanala.

Rad s UKV uređajem pobliže je opisan u „Priručniku o radiotelefonskoj službi u slivu rijeke Save“ koji je Savske komisije izdala u skladu s priručnikom koji se koristi na mreži europskih plovnih putova zajednički priređenim i izdanim od strane Rajnske, Dunavske i Mozelske komisije.



Slika 51.
UKT uređaj

6.3 PRIRUČNICI ZA PLOVIDBU

Od velike su koristi za svakog nautičara, bilo da se radi o zapovjednicima ili rekreativnim nautičarima a osnovna im je svrha pružiti potrebne nautičke informacije kako u pripremi, tako i pri izvođenju plovidbenog pothvata. Posebna se pozornost mora pridati ažurnosti i točnosti svih priručnika kako bi sigurnost plovila, posade i drugih sudionika bila najveća moguća. U priručnike se ubrajaju i navigacijske publikacije koje opisno daju podatke važne za sigurnost plovidbe koji se ne mogu prikazati na plovidbenoj karti i u pravilu se koriste zajedno s plovidbenom kartom. Osim priručnika za plovidbu izdaju se i ostale publikacije korisne za unutarnju plovidbu.

6.3.1 Navigacijske karte

Do današnjih dana navigacijske karte predstavljale su okosnicu i osnovni navigacijski priručnik te se velika pažnja pridavala njihovoj detaljnosti, ažurnosti i trajnosti u brodskim uvjetima. U pravilu su ih izdavala ovlaštena državna tijela, odgovorna za točnost navedenih podataka. U biti, danas su u upotrebi:

Papirna karta, do kraja devedesetih godina prošlog stoljeća jedino korištena, dok je posljednjih godina uglavnom u funkciji pomoćnog priručnika za navigaciju. Jedina do sada prava nautička karta izrađena isključivo za orijentaciju i vođenje plovila je „Pilotska karta rijeke Dunav“ u izdanju Dunavske komisije iz Budimpešte. Karta je izrađena u mjerilu 1:10000, što je omogućilo visoku razinu detaljnosti. Pored prikaza plovnog puta, takva karta sadrži cijeli niz informacija za orijentaciju i vođenje plovila kao na primjer: vrstu obale, položaj regulacijskih hidrograđevina, os plovnog puta, dubinu po osi plovnog puta, položaj plicaka, stijene, smjer toka rijeke, kilometarske oznake, plovne svijetleće i nesvijetleće oznake, korito rijeke od ureza visokog i niskog plovidbenog nivoa (VPN i NPN), te oznake za reguliranje plovidbe. Za rijeku Savu do sada nisu rađene nautičke, već se koriste hidrotehničke karte s daleko manjom razinom detaljnosti koje su daleko nepouzdanije.

Elektronska plovidbena karta – ENC (Electronic Navigational Charts) predstavlja bazu podataka standardiziranu kako po sadržaju, tako i po

strukturi i formatu, koja se izdaje na korištenje uz **Elektronski prikaz navigacijskih karata u informacijskom sustavu (ECDIS)**. Nastala je na standardima Međunarodne pomorske organizacije (IMO) te je usklađena sa standardima S-57 i S-52 Međunarodne hidrografske organizacije (IHO).

Za potrebe unutarnje plovību razvijene su **Elektronske navigacijske karte za unutarnju plovību – Inland ENC (Inland *Elektronik Navigational Chart*) uz Inland ECDIS**. Inland ENC je također usklađena s IHO standardima S-57 i S-52 te poboljšana dodacima i objašnjenjima ovog standarda za Inland ECDIS. Inland ENC sadrži sve bitne kartografske informacije, a također može sadržavati dodatne informacije koje se mogu smatrati korisnima za plovību.

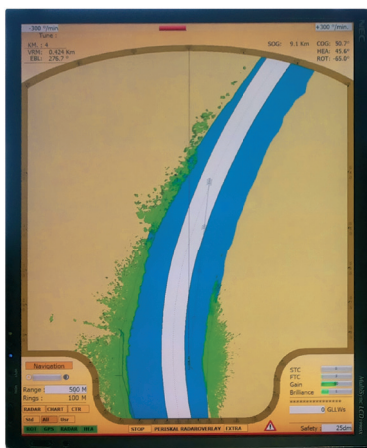
Inland ECDIS je elektronički prikaz navigacijskih karata i informacijski sustav za unutarnju plovību. Svrha mu je dati doprinos sigurnosti i efikasnosti unutarnje plovību te na taj način također doprinijeti i zaštiti okoliša. Nastao je temeljem nalaza europskog projekta INDRIS (Inland Navigation Demonstrator for River Information Services) i njemačkog projekta ARGO 2001. godine kada su Dunavska i Rajnska komisija usvojile Inland ECDIS za Elektronske navigacijske karte za unutarnju plovību – Inland ENC za Rajnu i Dunav. 2001. godine Gospodarska komisija UN-a za Europu (UNECE) usvojila je Inland ECDIS standard kao preporuku za europsku mrežu unutarnjih plovniĸ putova. Do studenoga 2013. izrađene su elektronske navigacijske karte za unutarnju plovību prema Inland ECDIS standardu, koje pokrivaju gotovo 10.000 kilometara europskih plovniĸ putova, uključujući rijeke Rajnu, Dunav, Mosel, Majnu, Elbu, Savu i Dravu u Nizozemskoj, Francuskoj, Belgiji, Švicarskoj, Austriji, Slovačkoj, Mađarskoj, Hrvatskoj, Srbiji, Bugarskoj, Rumunjskoj i Ukrajini.

Za razliku od papirnih karata, koje su ograničene na svega četiri boje u prikazivanju podataka, elektronske navigacijske karte mogu navigacijski korisne podatke prikazati u znatno više boja, a korisniku je omogućen prikaz samo onih podataka koje odabere. Prilikom korištenja Inland ECDIS-a, mora se prikazivati minimum podataka koje su propisali IMO i Međunarodna hidrografska organizacija (IHO).

U sustavu Inland ECDIS propisano je da se na zaslonu istovremeno s korisnim informacijama prikazuje i navigacijska situacija s podacima kao što su pozicija, brzina smjer, situacija u okolini plovila (raspored plovila, njihovi smjerovi i brzine) te drugi važni podaci. Danas se koriste dva načina prikaza, relativni i pravi.

Kod relativnog prikaza, kao i kod radara, položaj plovila fiksiran je u sredini zaslona, konture obale (elektronska karta) pomiču se u istom smjeru brzinom koja je jednaka brzini plovila. Ovakav prikaz iziskuje velik kapacitet memorije računala s obzirom da se velika količina podataka mora stalno pomicati po zaslonu.

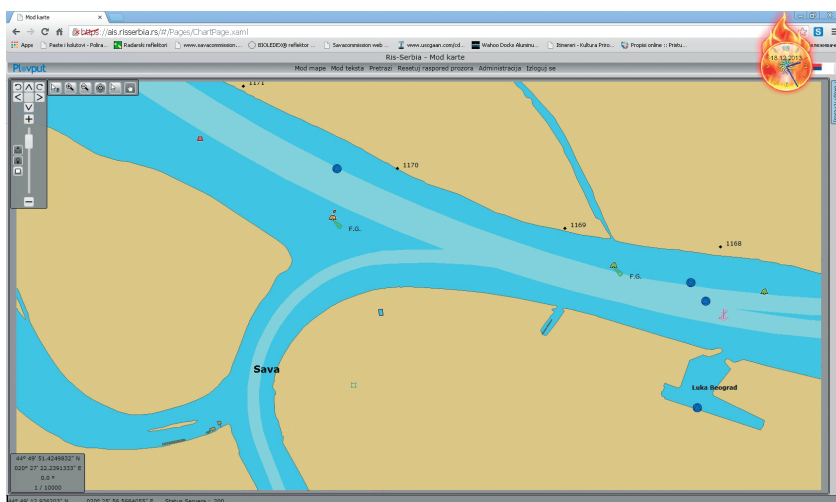
Kod pravog prikaza, koji koristi „north up“ orijentaciju, elektronska karta je nepomična, a na zaslonu se pomiče plovilo. Svaki put kada plovilo priđe rubu zaslona slika se reprogramira tako da se proširi područje u smjeru plovidbe, suzi područje suprotno smjeru kretanja, a položaj plovila namjesti blizu suprotnog ruba zaslona. Poseban zaslon ili poseban okvir na zaslonu ECDIS-a namijenjen je za prikaz podataka o smjeru, brzini, dubini ili poziciji u alfanumeričkom digitalnom obliku. Mogu se koristiti i izdvojeni prikazi područja kojim se trenutno plovi ili pogled u područja u koja plovilo treba uploviti, istovremeno dok se na glavnom zaslonu prikazuje opća navigacijska situacija.



Slika 52.
ENC u sprezi s radarom

Općenito, elektronske navigacijske karte moraju zadovoljiti slijedeće kriterije:

- ENC moraju biti kompatibilne s Inland ECDIS standardom;
- Informacije na ENC-u moraju biti aktualne;
- Moraju u sebi sadržavati tzv. osnovni set podataka (minimal data set) nužan za efikasno i pouzdano korištenje elektronskih navigacijskih karata.



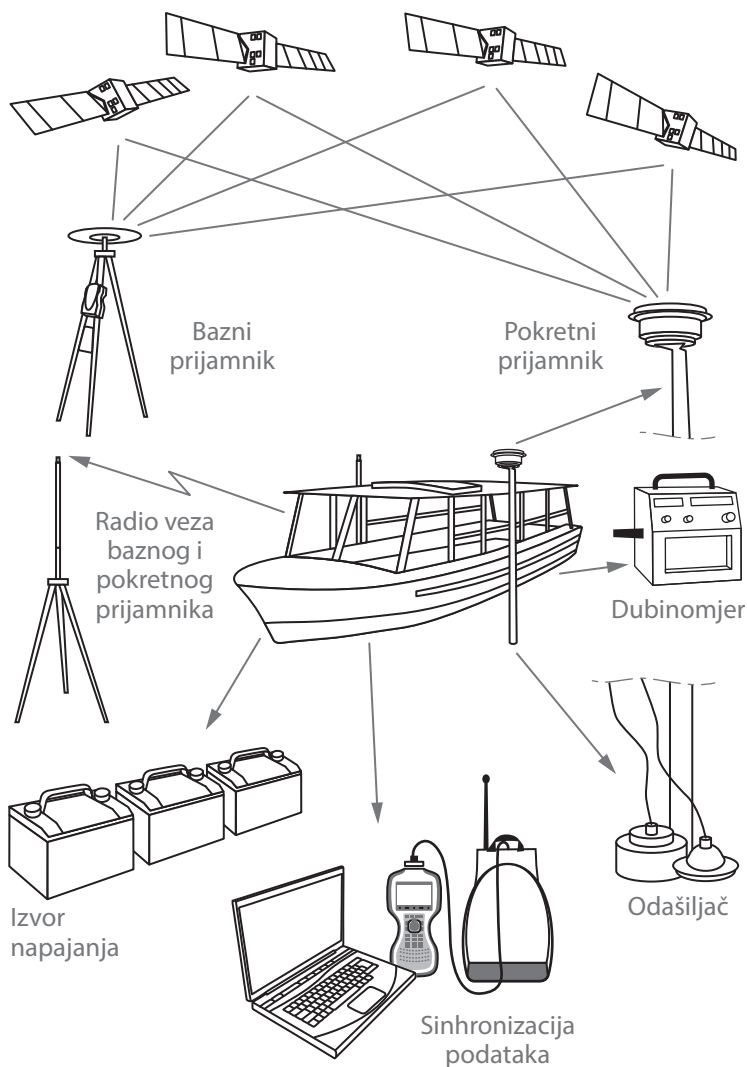
Slika 53. Primjer elektronske navigacijske karte

Uz gore navedene obvezne uvjete, poželjno je da ENC sadrže informacije o dubinama na kritičnim dijelovima plovnog puta. Inland ECDIS predstavlja standard za prikaz elektronskih navigacijskih karata u unutarnjoj plovību koji je prihvatila Središnja komisija za plovību Rajnom, Savska komisija, Dunavska komisija te u konačnici i Europska komisija u tehničkoj direktivi No. 414/2007.

Primarne funkcije Inland ECDIS-a su sljedeće:

- Doprinosi sigurnosti i efikasnosti transporta unutarnjim plovnim putovima i zaštiti okoliša;
- Reducira količinu posla u usporedbi s tradicionalnim metodama navigacije i informiranja;
- Pouzdan je i dostupan izvor informacija svim subjektima uključenim u unutarnju plovību;

- Omogućuje jednostavno i pouzdano ažuriranje elektronskih navigacijskih karata;
- Koristi se u navigacijskom i informacijskom modu, pri čemu se u navigacijskom modu koristi u kombinaciji s prometnim informacijama dobivenim pomoću radara i/ili AIS-a. Informacijski mod podrazumijeva korištenje Inland ECDIS-a bez prometnih informacija.

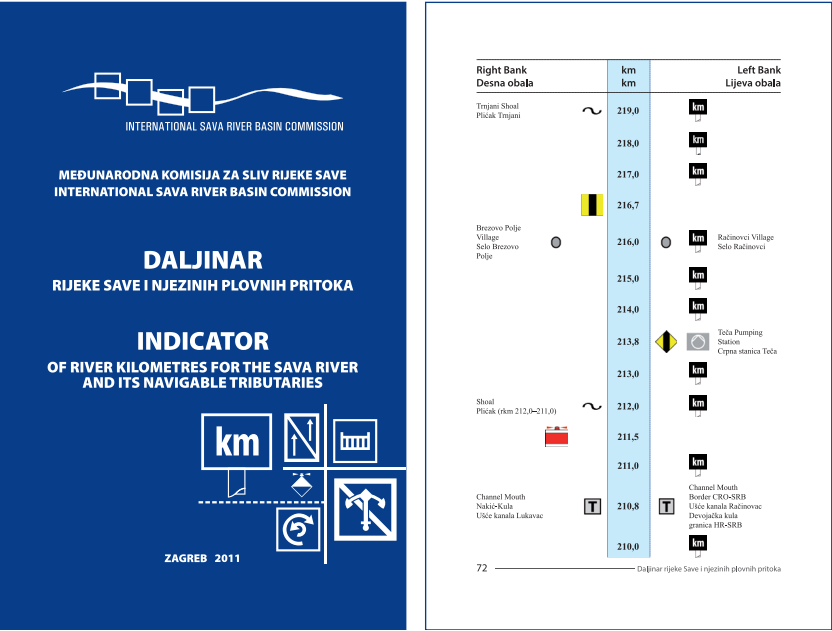


Slika 54. Integrirani navigacijski sustav

Elektronske navigacijske karte rijeke Save napravljene su prema zahtijevanim standardima i dobre su kvalitete a višu razinu detaljnosti dostići će se putem dopunjenih i novih izdanja.

6.3.2 Daljinar

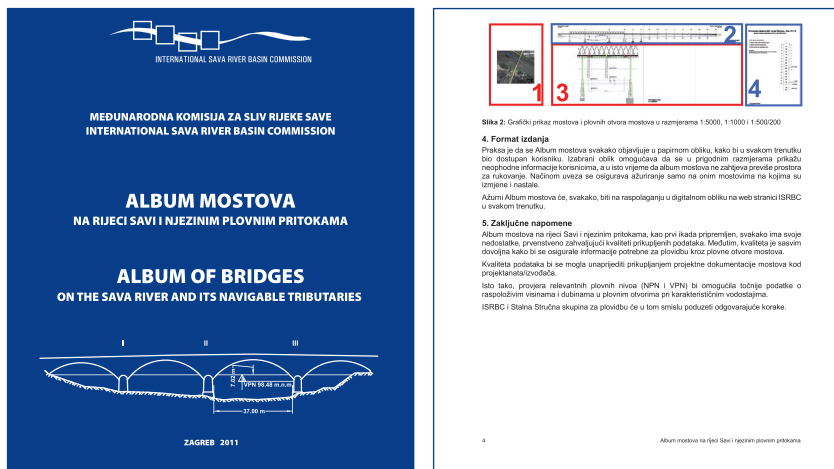
Daljinar je, pored plovidbene karte, veoma važan informator za orijentaciju i vođenje plovila. U njemu su navedene kilometarske oznake, gradovi, mostovi, ade, opasna mjesta, ušća, brodogradilišta, itd. Daljinar obiluje mnoštvom korisnih detalja i neizostavan je priručnik kako za iskusne nautičare tako i za one s manje iskustva i znanja.



Slika 55. Daljinar rijeke Save i njezinih plovnih pritoka

6.3.3 Album mostova

Album mostova u pravilu pruža kompletniju informaciju za potrebe plovidbe, u situacijama u kojima je potrebno dobiti jasnu predodžbu o slobodnom prostoru iznad najviše točke plovila prilikom prolaska kroz otvor mosta. U njemu se, na posebnoj skali, mogu iščitati visine plovidbenog otvora prema vodostaju na referentnoj vodomjernoj postaji.



Slika 56. Album mostova na rijeci Savi i njezinim plovnim pritokama

Skice mostova, u odnosu na one u Daljinaru, znatno su detaljnije i s više korisnih informacija kao na primjer, pozicija oznaka kojima se obilježavaju otvori kroz koje je dozvoljena plovidba. U slučaju postojanja dva ili više plovidbenih otvora, oni se u pravilu koriste odvojeno za uzvodnu, odnosno nizvodnu plovidbu. Uglavnom ga koriste zapovjednici brodova i sastava komercijalnog brodarstva, ali ponekad može biti koristan i nautičarima s manje iskustva i znanja.

6.3.4 Priopćenja brodarstvu

Izdaju ih nadležne lučke kapetanije te sadrže informacije o promjenama na plovnom putu, hidroregulacijskim radovima, ugroženosti i zabranama plovidbe na pojedinim sektorima. U sustavu RIS-a prepoznavamo ih još i kao „Notice to skoppers“ te se izdaju u elektronički predefiniranom formatu.

6.4 RIJEČNI INFORMACIJSKI SERVISI

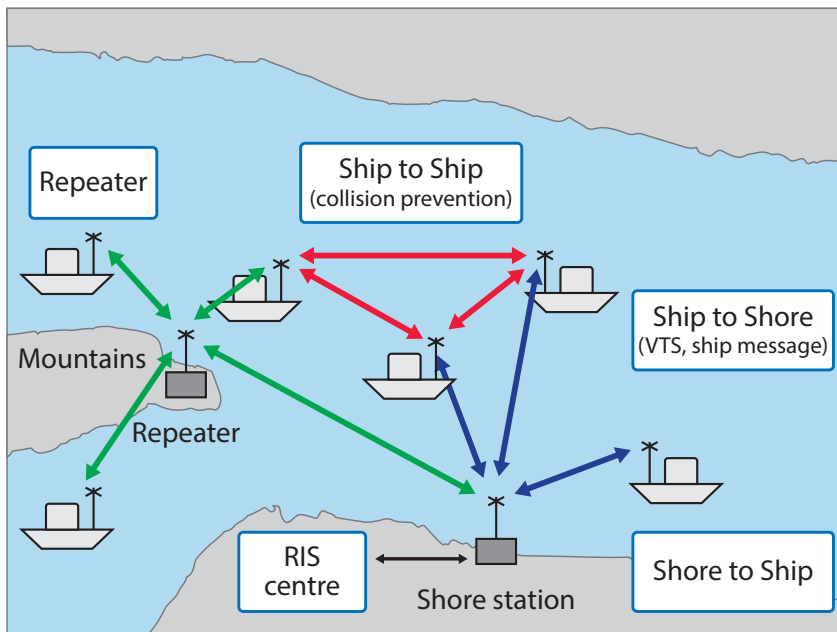
Riječni informacijski servisi (RIS) predstavljaju skup usluga temeljenih na modernim tehnologijama, koji uobličavaju i usmjeravaju razmjenu informacija između sudionika u unutarnjoj plovidbi. Razmjena informacija se obavlja na temelju usuglašenih informacijskih i komunikacijskih sustava, a te se informacije koriste u različitim aplikacijama i sustavima za unapređenje prometa i transportnih tehnologija općenito.

Ovaj koncept obuhvaća:

- Inland AIS (Automatic Identification System – AIS);
- Inland ECDIS (Electronic Chart Display and Information System);
- Sustav za elektroničko izvještavanje (ERI – Electronic Reporting International);
- Sustav za elektroničko pružanje priopćenja brodarstvu (NtS – Notices to Skippers);
- Elektronske navigacijske karte (Electronic Navigational Charts);
- Bazu podataka o trupu plovila (Hull Database);
- Sustav za upravljanje radom prevodnica (Lock Management Systems).

Prva asocijacija na RIS je obično sustav za lociranje i praćenje plovila, koji se temelji na AIS transponderima i uslugama koje se na njemu zasnivaju. Mreža AIS baznih stanica instaliranih duž riječnog toka omogućuje razmjenu informacija s brodovima opremljenim AIS transponderima. Dvosmjerna komunikacija između baznih stanica i brodskih uređaja omogućuje pregled prometne slike s obale i udaljenih lokacija (kroz preuzimanje podataka o poziciji broda, njegovoj brzini, kursu, gabaritima, vrsti tereta, broju članova posade, odredištu itd.), ali i dostavljanje informacija zapovjednicima brodova poput priopćenja brodarstvu, korekcije GPS pozicije, kratkih poruka itd.

Vrlo važna komponenta sustava za lociranje i praćenje brodova je i međusobna komunikacija transpondera instaliranih na brodovima. Na taj način brodski transponder prikuplja i procesuirao podatke o poziciji brodova u svom neposrednom okruženju, njihovim gabaritima, brzini kretanja, kursu, vrsti tereta itd., te time omogućuje zapovjedniku broda bolji pregled prometne situacije i drugih brodova u neposrednoj okolini, što olakšava donošenje odluka u vezi s plovidbom i manevrom. AIS transponder u komunikaciji brod – brod ima jedinstvenu sposobnost da nedvojbeno identificira, optički nevidljive objekte (druga plovila opremljena AIS uređajima) koji su i po nekoliko kilometara udaljeni. To se odnosi također i na mogućnost identifikacije brodova koji se međusobno ne vide zbog vrlo loših meteoroloških prilika koje su česte na unutarnjim plovnim putovima (npr. magla, susnježica ili jaka kiša).



Slika 57. Razmjena informacija AIS sustava

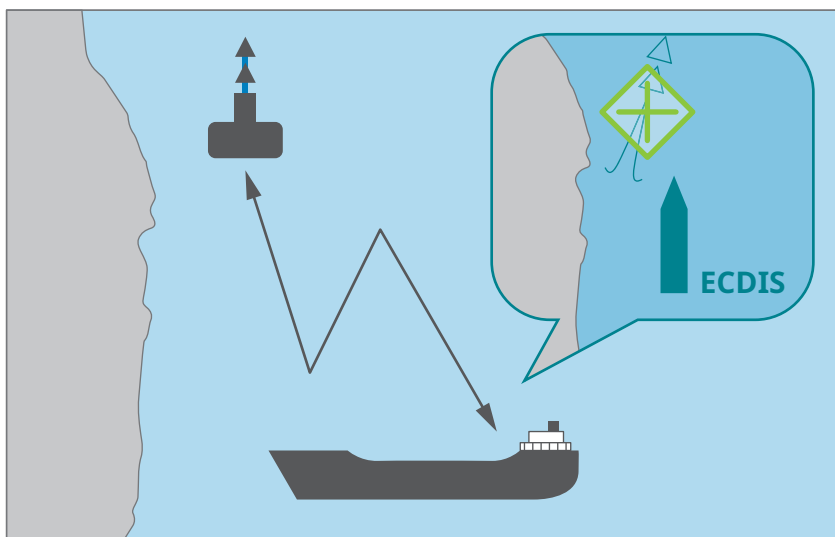
Informacije s AIS transpondera i iz sustava za lociranje i praćenje brodova, predstavljaju se na još jednom, vrlo značajnom RIS podsustavu – Inland ECDIS. ECDIS prikazuje podatke o plovilima na elektronskoj navigacijskoj karti, u realnom vremenu u informacijskom modu i u navigacijskom modu.

U informacijskom modu, Inland ECDIS predstavlja Elektronički atlas i služi kako bi osigurao informacije o plovnim putovima te tada nije predviđen za upravljanje plovidom. U informacijskom režimu Inland ECDIS može biti povezan s pozicijskim senzorom radi automatskog pomicanja slike karte i radi povezivanja dijela karte koji odgovara trenutnom okruženju s pozicijom broda fiksiranom u središtu zaslona. Navigacijski režim rada podrazumijeva upotrebu Inland ECDIS-a za upravljanje plovidom uz korištenje radara. Pozicija plovila se dobiva iz sustava za kontinuirano pozicioniranje, čija je točnost i preciznost u skladu sa zahtjevima sigurne navigacije. Pored osnovne namjene, a to je prikaz prometne slike, ECDIS podsustavi često imaju i vezu ka drugim RIS podsustavima, poput sustava za elektroničko izvještavanje,

sustava za elektroničko pružanje priopćenja brodarstvu, a u navigacijskom modu je omogućeno i preklapanje radarske slike preko elektronske navigacijske karte i AIS podataka.

Treba napomenuti, da pored plovila, i plovne oznake (plutače) mogu biti opremljene AIS baznim stanicama, konkretno AIS AtoN stanicama (kao što je prikazano u poglavlju 3.3 Obilježavanje vodnog – plovnog puta), čija upotreba može biti od koristi i brodarima i nadležnim tijelima.

AIS AtoN, u pojmovnom smislu, je stvarni ili virtualni objekt sigurnosti plovidbe od značaja za sigurnost plovidbe koji se elektroničkom oznakom prikazuje na integriranom brodskom grafičkom elektroničkom sustavu.



Slika 58. Plutača sa AIS baznom stanicom u sustavu Inland ECDIS-a
(reff. IECDIS EG / VTT EG presentation 25.06.2015.)

Općenito, AIS AtoN-i, kao pomoć navigaciji, mogu biti:

- Realni AIS AtoN – Prava AIS AtoN stanica, odnosno AIS stanica smještena na AtoN (**plutača**) koji fizički postoji;
- Sintetički AIS AtoN – Sintetički AIS AtoN je mjesto gdje se AtoN poruka prenosi s udaljene AIS stanice;
- Virtualni AIS AtoN – „Virtualni AIS AtoN“ prenosi se kao AIS AtoN poruka za AtoN koji fizički ne postoji. Vidi se samo na elektronskoj karti, iako ne postoji pravi AtoN poput plutače ili svjetionika.

Informacije koje pruža AIS AtoN su sljedeće:

- a. Nadgledanje statusa AtoN-a;
- b. Praćenje AtoN-a koji je izvan položaja;
- c. Identificiranje brodova koji su sudjelovali u sudarima s AtoN-om;
- d. Prikupljanje podataka u stvarnom vremenu o „zdravstvenom stanju“ AtoN-a;
- e. Daljinsko upravljanje promjenama parametara AtoN-a;
- f. Pružanje statistike o pouzdanosti AtoN-a;
- g. Povećanje pokrivenosti AIS monitoringa.

Sustav za elektroničko izvještavanje (ERI – Electronic Reporting International) omogućuje zapovjedniku broda da unaprijed prijavi svoje putovanje svim nadležnim tijelima, čak i prilikom tranzita kroz više država. Na taj način, on u vidu standardizirane, jezički neovisne i strojno čitljive, poruke „predaje izvješće“ o detaljima svojeg putovanja (luka iz koje polazi, odredište, detalji o teretu, broju i sastavu barži, osobama na brodu, usputnim mjestima dokrcaja-iskrcaja itd.).

Sustav za elektroničko pružanje priopćenja brodarstvu (NtS – Notices to Skippers) omogućuje zaposlenicima nadležnih tijela da priopćenja brodarstvu distribuiraju elektroničkim putem, jezički neovisno u strojno čitljivim formatima, te da se takva priopćenja po prijamu, automatski prikazuju na ECDIS zaslonu u kormilarnici broda.

Elektronske navigacijske karte čine okosnicu RIS-a i izravno se koriste u procesu plovidbe. Ubrajaju se u skupinu usluga pružanja informacija o plovnom putu.

Vezivni element podsustava RIS-a jest takozvana baza podataka o trupu plovila (engl. Hull Database) koja u standardiziranom formatu sadrži podatke iz upisnika brodova svake države. Te podatke koriste drugi podsustavi RIS-a i omogućena je međunarodna razmjena tih podataka.

Sustav za upravljanje radom prevodnica (Lock Management Systems) omogućuje operatoru na brodskoj prevodnici da optimizira prevođenje

na temelju informacija o poziciji brodova dobivenih kroz sustav za lociranje i praćenje brodova, kao i na temelju informacija iz sustava ERI i Hull Database.

Ovdje navedeni podsustavi su samo dio onih koji se trenutno implementiraju na europskim rijekama, s ciljem:

- Povećanja sigurnosti plovidbe na unutarnjim plovnim putovima i u lukama;
- Osiguranja važnih prometnih informacija lokalnog i regionalnog karaktera glede monitoringa i upravljanja prometom;
- Povećanja učinkovitosti unutarnje plovidbe – optimizacije upravljanja resursima u transportnom lancu, omogućujući razmjenu informacija između plovila, prevodnica, mostova, terminala i luka;
- Boljeg korištenja unutarnjih plovni putova – pružanja informacija o statusu na terenu;
- Zaštite okoliša kroz pružanje prometnih i transportnih informacija za učinkovit proces smanjenja plovidbenih nezgoda.

U Republici Hrvatskoj i Republici Srbiji RIS usluge i sustavi koji to omogućuju su u potpunosti uspostavljeni. Time je i *de facto* plovni put rijeke Save pokriven RIS uslugama a korisnici plovnog puta imaju na raspolaganju istu razinu usluga kao što je to na većem dijelu europske mreže plovni putova u pogledu primjene informacijskih tehnologija s ciljem pružanja podrške plovidbi.

6.5 BRODSKE ISPRAVE I KNJIGE

6.5.1 Brodski dnevnik

Brodski dnevnik je jedan od dokumenata (isprava) koji se vodi na plovilima (izuzev čamaca) unutarnje plovidbe. Sadržaj i način vođenja određen je propisima/pravilima, vodi se svakodnevno, te se na temelju unijetih podataka mogu pratiti sve aktivnosti na plovilu i po potrebi rekonstruirati određeni događaji. Ovo je važno kod utvrđivanja činjenica kao i analiza havarija ili drugih izvanrednih događaja, a podaci iz brodskog dnevnika mjerodavni su u sudskim sporovima.

Pri unošenju podataka u brodski dnevnik pogreške se moraju ispraviti povlačenjem dviju crta preko pogreške, i nakon što je završeno s upisom podataka, obvezno se mora potpisati osoba koja je upisala te podatke. Pogreške se ne smiju brisati, ispravljati korektorom, kidati ili sl. Unosi se moraju pisati pažljivo i razumno a grafitne olovke se ne smiju koristiti.

Brodski dnevnik sadrži: podatke o plovilu (ime ili oznaka, vrsta plovila, luka upisa ukupna snaga porivnog uređaja), broj broskog dnevnika, datum i mjesto izdavanja, naziv tijela koje ga je izdalo, pečat i potpis ovlaštene osobe, podatke o zaključenom broskom dnevniku (broj, datum i mjesto izdavanja te naziv tijela koje ga je izdalo).

U brodski dnevnik upisuju se slijedeći podaci:

- Hidrometeorološki podaci koji se odnose na: vremenske uvjete, temperaturu zraka i vodostaj kod kojega se označuje i vodomjerna postaja prema kojoj se plovilo orjentira;
- Podaci o kretanju i radu plovila s podacima o polasku, dolasku i izvanrednom zadržavanju plovila;
- Sastav i oblik konvoja, težina tereta i gaz plovila;
- Podaci o uzimanju i ostavljanju plovila iz vuče;
- Podaci o smjenama članova posade u kormilarnici i strojarnici na radnim mjestima za koja su potrebne svjedodžbe o stručnoj osposobljenosti za obavljanje poslova na plovilu;
- Podaci o opremanju i raspremanju plovila;
- Važne napomene tijekom plovidbe, koje između ostalog obuhvaćaju:
 - izmjerene dubine u plovnom putu, promjene na sustavu obilježavanja i promjene u plovnom putu;
 - pretrpljene nezgode i havarije plovila;
 - značajne popravke i radove obavljene tijekom putovanja, promjene brojnog stanja i sastava posade;
 - pojave težih oboljenja članova posade i putnika;
 - podatke o radu porivnog uređaja i njegovom održavanju.

Brodski se dnevnik vodi za vrijeme plovībe i za vrijeme boravka plovila u luci ili pristaništu, svakog dana od 0 do 24 sata. Iznimno, brodski se dnevnik ne vodi dok je plovilo u raspremi. Boravak plovila u raspremi i opremanju smatra se izvanrednim događajem. Za vrijeme plovībe brodski dnevnik vodi zapovjednik plovila ili osoba koja ga zamjenjuje. Kada brodski dnevnik vodi druga ovlaštena osoba, zapovjednik plovila svakodnevno ovjerava podatke unesene u dnevnik.

Pored broskog dnevnika na brodu se moraju nalaziti: popis posade, knjiga o uljima, svjedodžba o sposobnosti broda za plovību te ostale isprave i knjige predviđene nacionalnim i međunarodnim propisima.

6.6 FORMIRANJE KONVOJA

Sastavljanje konvoja može se izvesti na različite načine, vodeći pri tome računa o snazi tegljača ili potiskivača, vodostaju, dubinama i preprekama u plovnom putu kroz koji moramo ploviti.

Prilikom formiranja konvoja služimo se povezivanjem i privezivanjem.

Povezivanje plovila: kada dva ili više plovila vežemo jedno uz drugo, bok uz bok, kažemo da su ta plovila povezana. Povezivanje plovila koristimo kod formiranja konvoja za nizvodnu i uzvodnu plovību. Povezivanjem bok uz bok možemo povezati dva, tri, četiri ili više plovila.

Privezivanje plovila: vezivanje plovila jedno za drugo nazivamo privezivanjem. Privezivanjem plovila jedno za drugo činimo uzdužni red ili brazdu.

6.6.1 Formiranje tegljenih konvoja

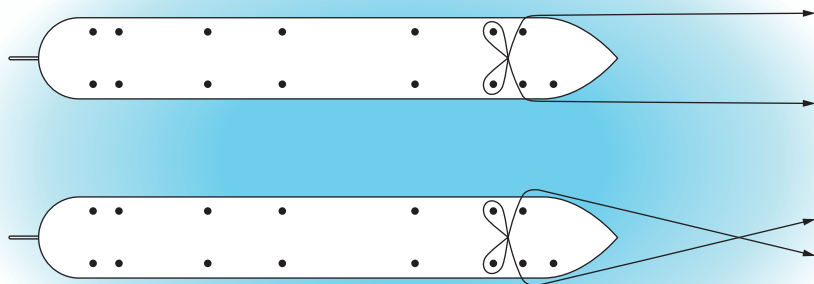
Kod *uzvodne* vuče teglenice se sastavljaju, radi manjeg otpora, u uzdužni red (brazdu). Uzdužni red se sastavlja na način da se teglenice privezuju jedna za drugom. Ovakvim postupkom umanjuje se otpor, jer samo prva teglenica u brazdi trpi veći otpor, dok ostale idu jedna za drugom u stvorenoj brazdi. Prva teglenica, koja prima vučnike s tegljača, u pravilu treba imati najbolje manevarske osobine i najveći gaz.

Dosadašnja praksa brodarenja pokazala je da je najbolji položaj vučnika za tegljenje kada se teglenica priveže na 1/6 svoje duljine, računajući od pramca. Da bi se smanjio otpor konvoja, daju se što duži vučnici i

njihova duljina ovisi o prilikama na plovnom putu. Danas je uobičajeno da se vučnici daju u duljini od 50 do 100 metara.

Dva vučnika mogu se dati „*upravo*“ i „*unakrsno*“ (slika ispod). U uzvodnom pravcu vučnici se daju upravo kada se vuča sastoji od više od jednog reda (brazde) da bi se na povoljnim mjestima za plovību mogla rastaviti radi smanjenja otpora. U praksi, ovisno o konvoju (sastavu), zapovjednik odlučuje kako će dati vučnike.

U nizvodnom putovanju, vučnici duljine 3 do 5 m daju se uvijek unakrsno radi pravilnijeg vođenja konvoja (sastava) za tegljačem.



Slika 59. Upravo i unakrsno vezani vučnici

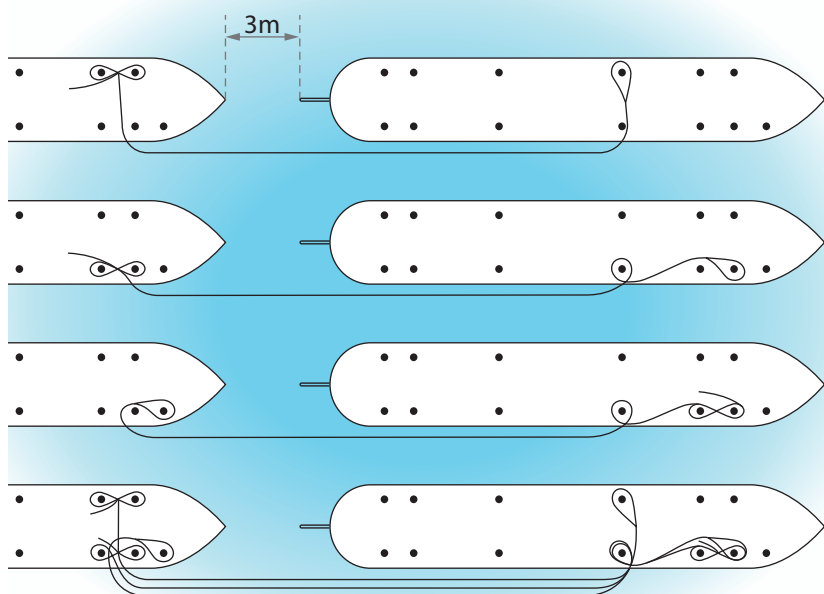
Privezivanje teglenica jedne iza druge izvodi se pomoću međuvučnika koji se daju ovisno o sektoru kroz koji se namjerava ploviti. Prema jačini vodene struje, težini i veličini vuče, broj međuvučnika iznosi od jedan do tri. Uglavnom razlikujemo tri vrste privezivanja: dugačko, srednje i kratko.

Dugačko privezivanje se primjenjuje na brzim dijelovima rijeka, kako bi se svako plovilo moglo zasebno provući kroz krivine, tjesnace i eventualne druge prepreke. Koristilo se donedavno na gornjem Dunavu. Kod dugačkog privezivanja razmak između teglenica, računajući od krme prednje teglenice do pramca zadnje, iznosi tri metra. Kod dugačkog privezivanja u pravilu se daju tri međuvučnika, i to na sljedeći način: prvo uže daje zadnja teglenica na prednju bitvu (slika ispod). Ako je

privezivanje između teglenica s desne strane, prvo uže ide od zadnje teglenice, i to od lijevih pramčanih bitava na drugu stranu između druge i treće bitve, a odatle na teglenicu ispred. Na drugoj teglenici ovo prvo uže čini polu-voj preko srednje desne na prednju srednju lijevu bitvu na koju se stavi omča. Drugo uže također daje zadnja teglenica na teglenicu ispred sebe, gdje se omča stavi na drugu desnu pramčanu bitvu. Pri izvezivanju, uže se vodi oko desne prednje srednje bitve, gdje čini cijeli voj, odakle ide na pramčane bitve zadnje teglenice gdje se veže s nekoliko osmica i to između druge i treće bitve. Treće uže daje prva teglenica, uže se provuče ispod osmica i omča se stavi na drugu teglenicu i to na slobodnu pramčanu desnu bitvu zadnje teglenice.

Dio užeta na prvoj teglenici čini voj preko prednje srednje bitve, a osmi-ce preko pramčanih desnih bitava.

Prije nego se pristupi manevru dugačkog privezivanja, na kratko vrijeme se daje sa slobodnih bitava jedno uže, koje drži drugu teglenicu dok se ne obavi privezivanje. Kad su kormilari teglenica međusobno privezali svoju užad, pristupaju njihovoj ravnanju, tako da sva tri užeta jednako nose i budu jednako opterećena.



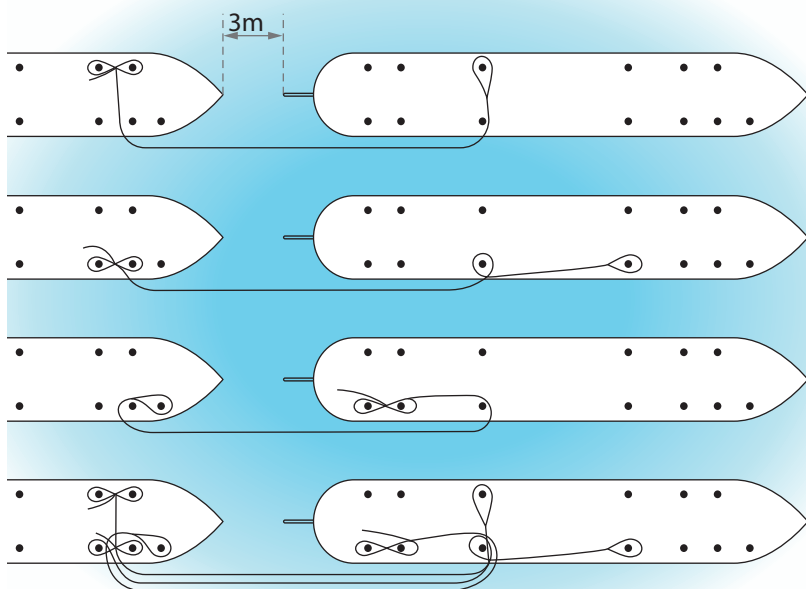
Slika 60. Dugačko privezivanje

Srednje privezivanje, korišteno radi prevlačenja preko plićaka, kao i kod dugačkog privezivanja, radi se na način da prva teglenica daje jedno uže, a sljedeća daje dva užeta (slika ispod). Prvo uže vodi od sljedeće teglenice s njezinih lijevih pramčanih bitava na drugu stranu između druge i treće bitve, a odatle na prvu teglenicu i to tako da oko zadnje srednje desne bitve čine polu-voj, prelazi na lijevu stranu teglenice, gdje se omča stavlja na zadnju srednju lijevu bitvu.

Drugo uže također ide s iste teglenice i to tako da se osmice nabace na drugu i treću pramčanu bitvu s desne strane, a uže ide dalje na prvu teglenicu gdje čini voj oko zadnje srednje desne bitve, a omča stavi na prednju srednju desnu bitvu.

Treće uže ide s prve teglenice, tako da se osmice daju na zadnje desne bitve, dalje uže vodi i čini polu-voj oko zadnje srednje desne bitve i ide na sljedeću teglenicu, prolazi između druge i treće pramčane bitve s desne strane, oko druge bitve čini polu-voj, a omča se nabaci na prvu pramčanu bitvu s desne strane.

Kod dugačkog i srednjeg privezivanja, razmak između teglenica iznosi 3 metra.

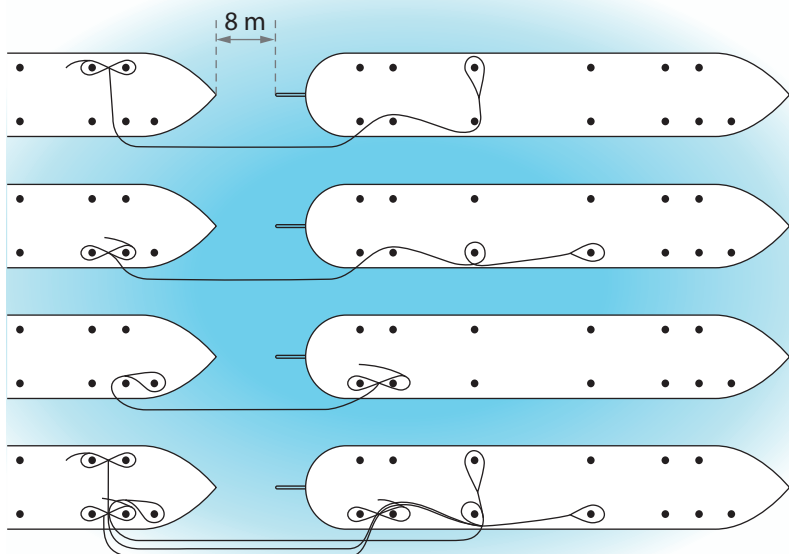


Slika 61. Srednje privezivanje

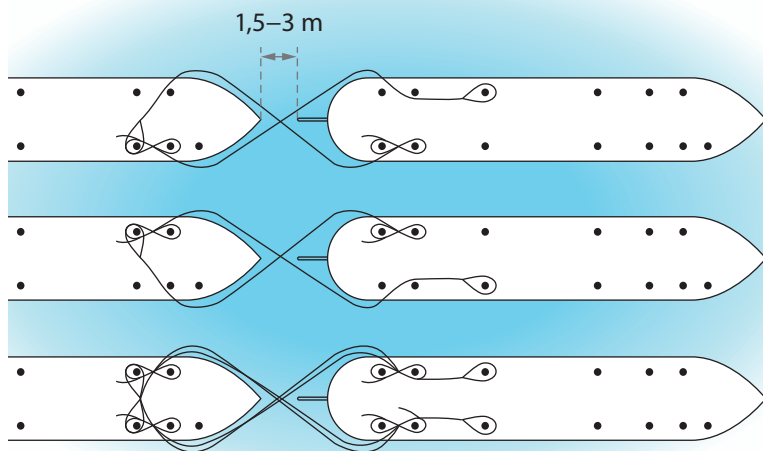
Kratko privezivanje se izvodi na sektorima jednoličnih vodenih strujanja, kakve imamo na srednjem i donjem Dunavu, Savi i Tisi.

Kod ovog načina privezivanja sa zadnje teglenice se daju dva, a s prednje jedan međuvučnik. Prvo uže daje se od zadnje teglenice i to osmice na lijeve pramčane bitve, zatim uže ide na desnu stranu između druge i treće pramčane bitve, zatim dalje na teglenicu ispred, tako što prolazi između zadnjih bitava s desne strane, čini polu-voj oko zadnje srednje desne bitve, a omča se nabaci na zadnju srednju bitvu na lijevoj strani. Drugo uže također daje zadnja teglenica, tako što se osmice stave na pramčane bitve s desne strane i to drugu i treću bitvu, uže dalje ide na teglenicu ispred sebe između zadnjih bitava s desne strane, zatim čini voj oko zadnje srednje desne bitve, a omča se nabaci na desnu prednju srednju bitvu.

Treće uže daje prva teglenica i to osmice sa zadnjih desnih bitava, zatim uže ide na sljedeću teglenicu tako što prolazi između druge i treće pramčane bitve s desne strane i omča se nabaci na prvu pramčanu bitvu s desne strane. Ostale radnje su kao kod dugačkog i srednjeg privezivanja. Kod kratkog privezivanja razmak između teglenica iznosi osam metara.



Slika 62. Kratko privezivanje



Slika 63. Kratko unakrsno privezivanje

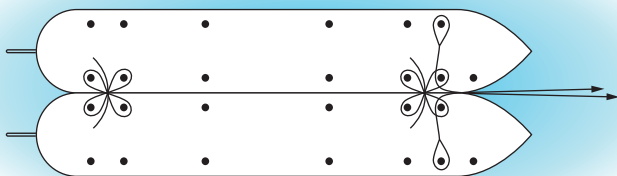
Kratko unakrsno privezivanje se uglavnom primjenjuje na gornjoj Savi, Dravi i kanalima. Izvodi se na različite načine, ali najčešće je pritom razmak između teglenica dva do tri metra. Detalje ovog privezivanja vidi iz slike „kratko unakrsno privezivanje“.

Povezivanje tegljenih konvoja (sastava)

Kod uzvodne plovidbe uzdužni redovi (brazde) mogu biti sastavljeni ili rastavljeni. Da se sastavljeni redovi ne bi rastavili moramo ih međusobno povezati. Cijeli konvoj mora među sobom biti čvrsto povezan i to uz one teglenice koje imaju na sebi vučnike s tegljača. Ostale teglenice u konvoju povezuju se uz njih.

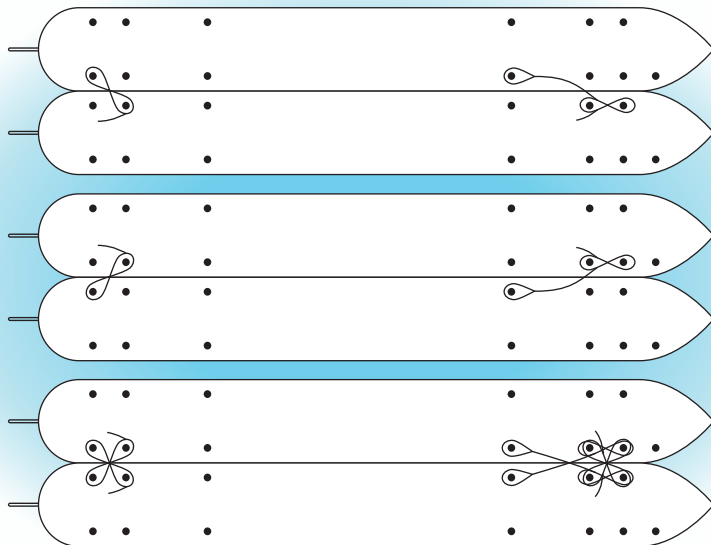
U praksi imamo *obično*, *čvrsto* i *čvrsto-kompaktno povezivanje*.

Obično povezivanje (slika ispod) koristi se kod teglenica na kojima se nalaze vučnici i međuvučnici pa nije potrebno uzdužno, već samo poprečno i unakrsno povezivanje.



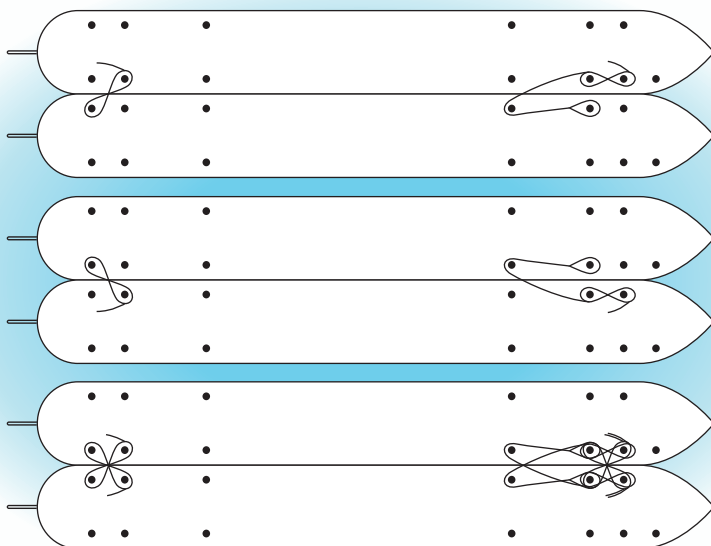
Slika 64. Obično povezivanje

Čvrsto povezivanje se koristi kod dužeg uzdužnog reda (brazde), kada se isti sastoji iz više od dva poprečna reda i to isključivo kada su u pitanju lakša ili prazna plovila.



Slika 65. Čvrsto povezivanje

Čvrsto-kompaktno povezivanje se primjenjuje na brzim rijekama te se ovakvo povezivanje koristi za teretna plovila.



Slika 66. Čvrsto-kompaktno povezivanje

6.6.2 Formiranje potiskivanih konvoja (sastava)

Brod potiskivač i potisnice (barže) u potiskivanom konvoju, bez obzira na njihov broj, na to da li su utovarene ili prazne te da li su različitih dimenzija, moraju međusobno biti čvrsto povezani tako da čine jednu cjelinu – „brod“, što u teoriji potiskivanja u stvari i jesu.

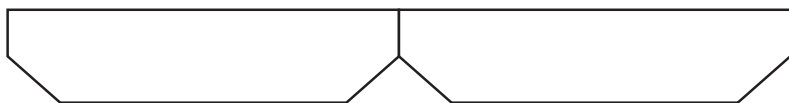
Da bi to postigli koristimo se povezivanjem i privezivanjem potisnica pritezanjem. Ovakav vez uglavnom se primjenjuje kod sastavljanja potiskivanih konvoja, i to uz pomoć priteznih vitala. Kako u našim brodarstvima još nisu udomaćeni stručni nazivi za ove načine veza, koristimo uobičajene nazive:

„*sučeljavanje*“, pod kojim se podrazumijeva privezivanje dvije integralne barže tako da se barže svojim zadnjim (krmenim) dijelom priljube jedna uz drugu.



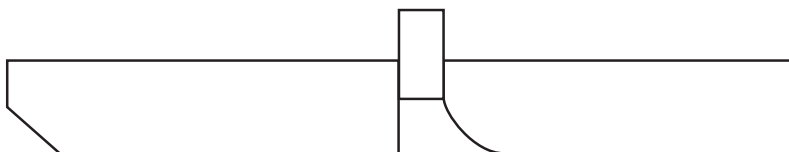
Slika 67. Sučeljavanje

„*Učeljavanje*“ (čelo uz čelo) je privezivanje dviju simetričnih barži „čelo uz čelo“



Slika 68. Učeljavanje

„*Uzimanje na ramena*“ je vezanje gurača s konvojem (sastavom) barži.

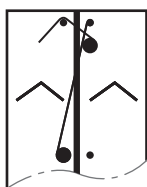


Slika 69. Barža na ramenima gurača

Isto tako potisnice se mogu međusobno povezati
(bok uz bok) na tri načina:



Dugačko



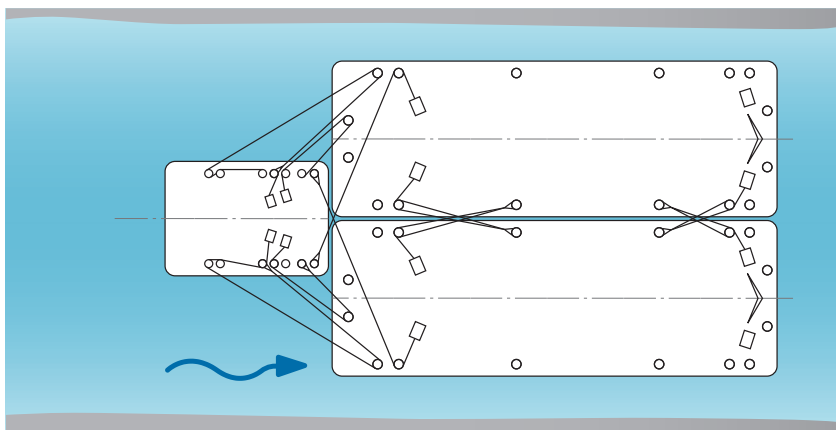
Kombinirano



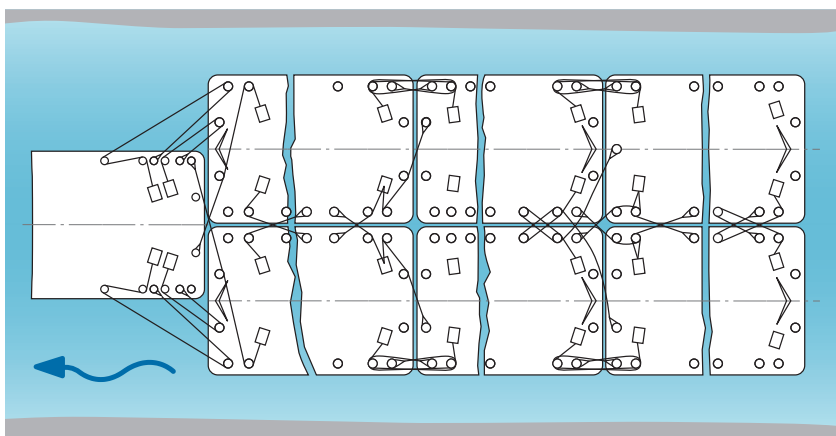
Kratko

Slika 70. Međusobno povezivanje potisnica (barži)

Na narednim slikama dani su primjeri formiranja potiskivanog sastava sa skicama užadi.



Slika 71. Nizvodni potiskivani sastav

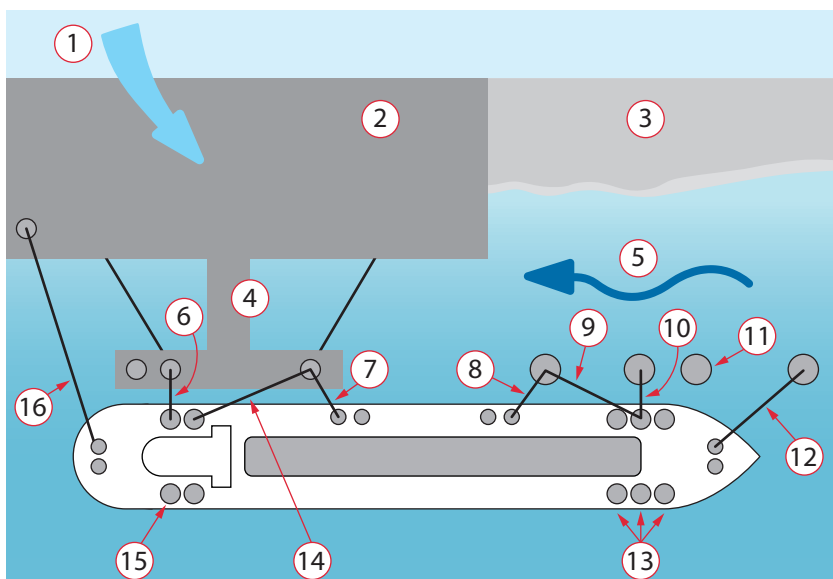


Slika 72. Uzvodni potiskivani sastav

6.7 IZVEZIVANJE (VEZ)

Izvezivanje ili vez je radnja koja se izvodi u cilju pristajanja uz obalu ili neku drugu prikladnu platformu. Ono se primjenjuje i zbog manipulacije robom kod utovara ili istovara, ulaza ili izlaza posade i putnika, u slučajevima kvara strojeva i slično.

Na donjoj slici prikazana je užad koja se koristi pri izvezivanju plovila na obalu ili neku drugu prikladnu platformu:



1 vjetar/smjer vjetra	9 pramčani špring
2 luka (lučko područje)	10 pramčano bočno-subočno uže
3 riječna obala	11 pilot za privez
4 ponton (kej, nasip)	12 pramčano uže
5 tok/smjer toka	13 bitve
6 krmeno bočno-subočno uže	14 krmeni špring
7 zadnje bočno uže	15 bitva
8 prednje bočno uže	16 krmeno uže

Slika 73. Termini u vezi s izvezivanjem plovila unutarnje plovidbe

- Pramčano uže: ne dozvoljava pramčanom dijelu plovila prislanjanje uz pristan ili obalu;
- Pramčano bočno uže: ne dozvoljava udaljavanje pramca od pristana ili obale;
- Pramčani špring: ne dozvoljava uzvodno pomicanje plovila;
- Prednje bočno uže: kao i pramčano uže, je noseće uže te se cijela težina plovila oslanja na prednje bočno i pramčano uže;
- Zadnje bočno uže: ima isto djelovanje kao i pramčani špring;
- Krmeni špring: djeluje kao i prednje bočno, odnosno, pramčano uže;
- Krmeno bočno uže: služi da se krma ne udaljava od obale;
- Krmeno uže: sprečava uzvodno pomicanje plovila.

Pored gore navedenih vrsta užadi, prilikom dužeg stajanja mogu se postaviti i odupirači na pramcu i krmi plovila. Inače se u praksi ne koristi istovremeno sva navedena užad. Na prethodnoj slici su navedene sve vrste užadi radi njihovog raspoznavanja i funkcije.

Užad koja se iznosi na obalu ili pristan stavlja se na bitve s omčom, a na obalu se izbacuju izbacajem. Svu navedenu užad treba postupno istezati i ne opterećivati više od dozvoljenog istezanja na vlak, jer prijeti opasnost od pucanja užadi, a ovo može nanijeti ozbiljne ozljede ljudima koji njima rukuju.

Na brzim vodama, posebice za teretna plovila, užad se udvostručuje. Ovu užad nazivamo duplin ili „kec“.

6.8 MANEVRIRANJE

Manevriranje je vještina upravljanja plovilom pri: isplovljenju, pristajanju, sidrenju, vezivanju, potiskivanju, tegljenju, spašavanju, nepovoljnim vremenskim prilikama itd. Temelji se na poznavanju načela manevra te njihovoj pravilnoj primjeni u praksi uzimajući u obzir manevarske osobine plovila.

Svaki zapovjednik prilikom plovībe ili manevriranja mora znati karakteristike plovila–sastava kojim zapovjeda, a to su: vrsta plovila (teglač,

potiskivač, samohotka ili dr.), gabariti sastava, gaz sastava te njegove manevarske mogućnosti. Pri kormilarenju se u svakom trenutku mora znati što nas očekuje u obavljanju plovidbenog zadatka. Tu se prvenstveno misli na elemente plovnog puta kao što su: širina, dubina, polumjer krivine i površinska brzina vode. Uz poznavanje svega navedenog zapovjednik mora biti maksimalno koncentriran (disciplina vožnje i predostrožnost prilikom vožnje i manevra).

Najvažnija manevarska svojstva plovila su:

- Sposobnost zaustavljanja ili zalet (head reach) je put koji plovilo prijeđe dok se ne zaustavi od trenutka kad se da „stoj“ i zaveze svom snagom „krmom“. Zalet se određuje za sve režime motora a bilježi se i vrijeme trajanja. Određuje se koristeći orijentire na obali. Slobodni zalet je put koji plovilo napravi od trenutka kad se da „stoj“ dok se sam ne zaustavi;
- Vrijeme prelaska rada stroja iz hoda „naprijed“ u hod „krmom“ određuje se za sve režime vožnje i bilježi se zajedno s vremenom zaleta. Veoma je različito ovisno o vrsti pogona i vrsti propelera. Na dosta suvremenih plovila je ugrađen „pitch“ propeler sa zakretnim krilima koji smanjuje to vrijeme i ne traži reverzibilni motor;
- Veličina kruga okreta je krug koji plovilo opiše ploveći nepromjenjivom brzinom i određenim kutom kormila (turning circle), a određuje se za sve režime vožnje i otklone kormila 10, 20, 30 te za maksimalni otklon. Istodobno se bilježi i vrijeme okreta (turning time);
- Mogućnost okreta u mjestu, a moderno doba je i tu donijelo novine („bow“ i „stern truster“), te time bitno doprinijelo manevarskim sposobnostima.

Pored manevarskih svojstava potrebno je i poznavanje manevarskih uređaja kao što su:

- Sidreni uređaj koji u velikoj mjeri olakšava manevar i čini ga sigurnijim. Kod otkazivanja pogona u presudnim momentima jedino sidro može spasiti plovilo od havarije;
- Vitlo i oprema za vezivanje čiji raspored i način korištenja zapovjednik (i posada na palubi) mora dobro poznavati i pravilno koristiti;

- Uređaj za rezervno i kormilarenje u nuždi što podrazumijeva povremeno aktiviranje i prekretanje, kao i izvođenje redovnih vježbi korištenja istih što se bilježi u brodskom dnevniku;
- Sustav komunikacije (veze) na plovilu koji se koristi prilikom manevara (most-pramac–krma; most–stroj–rezervna kormilarska postaja i slično). Na velikim brodovima ovo je od izuzetne važnosti jer se s mosta (kormilarnice) ne vide svi dijelovi plovila i svi koji sudjeluju u manevru. U posljednje vrijeme se uglavnom koristi bežična interna brodska veza.

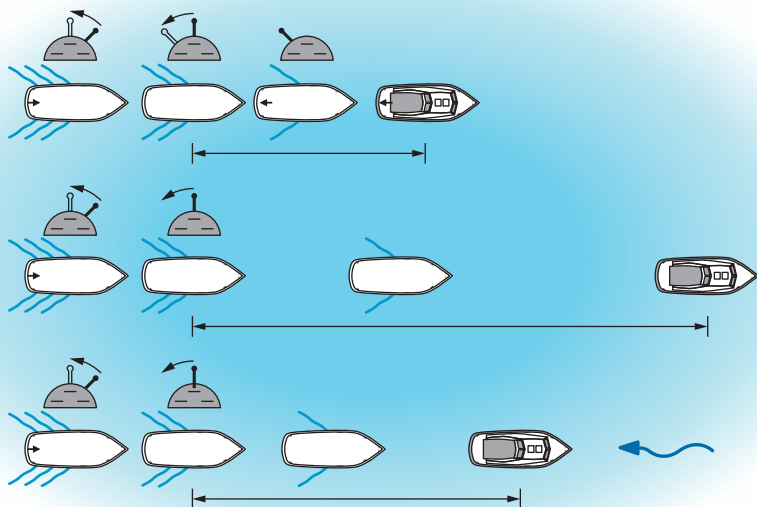
Upravljanje plovilom pri manevru podrazumijeva omogućavanje njegovog preciznog kretanja u odnosu na obalu, drugo plovilo i slično. U unutarnjoj plovidbi postupak vođenja plovila se sastoji od gotovo neprekidnog manevriranja koji obuhvaća okrete, mimoilaženja (prestitanje i susretanje), prilazak obali ili pristanu, ulazak u prevodnicu i izlazak iz nje i slično.

Kako je plovilo uvijek jednim dijelom u vodi, na njega djeluju struja toka, valovi, blizina dna ili obale te vjetar. Osim toga, na plovilo djeluju i unutrašnje sile: propulziona, sila kretanja, sila užadi za vez i sidrena užad. Zbog svega toga potrebno je poznavati djelovanje svih sila kako bi se njihovo djelovanje prilikom manevriranja moglo primjeniti, a štetni utjecaj umanjiti ili spriječiti ukoliko je moguće. Manevriranje se ne može učiti i razumjeti samo teorijskim razmatranjima, iako služe kao osnova, nego i praktičnim radom i vježbom.

Inercijsko svojstvo plovila reflektira se u nedovoljno čvrstom spoju s okruženjem – vodom, što rezultira vrlo sporim zaustavljanjem i prevladavanjem određenog zaustavnog puta koji ovisi o smjeru struje vode te jačini i smjeru vjetra. Taj se zaustavni put može skratiti promjenom režima rada pogonskih strojeva (što se koristi kod manevriranja) te doziranjem snage strojeva, sukladno trenutnim uvjetima u plovnom putu.

6.8.1 Manevarska svojstva plovila

Manevarska svojstva (osobine) su ona svojstva pomoću kojih plovilo mijenja pravac i brzinu svojega kretanja pri utjecaju propulzije i kormilarskog uređaja. Osim stručne osposobljenosti osobe koja izvodi



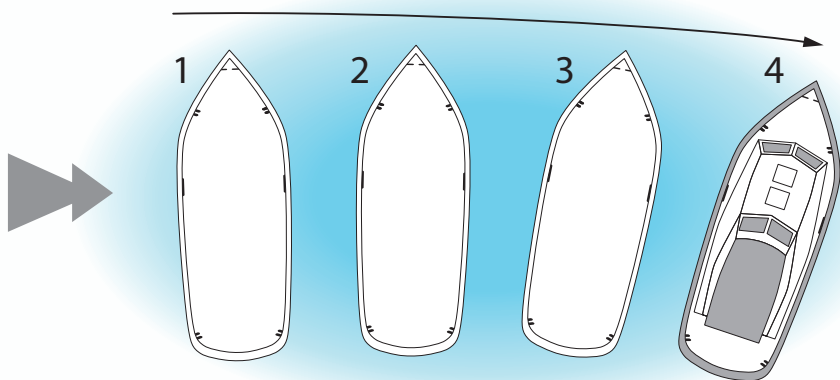
Slika 74. U režimu rada iz vožnje naprijed u vožnju krmom;
od trenutka zaustavljanja pogona u uvjetima mirne vode;
od trenutka zaustavljanja pogona u uzvodnoj plovidbi

manevr, brzina i sigurnost manevra izravno ovise i o manevarskim svojstvima plovila. Među čimbenicima o kojima ovisi manevarska sposobnost plovila, najznačajnije su njegove konstrukcijske karakteristike: duljina, oblik i širina trupa, vrsta propulzora i kormilarskog uređaja itd. Osim toga, manevarska svojstva ovise i o vanjskim faktorima kao npr. snažnom bočnom vjetru.

Manevarska svojstva plovila u velikoj mjeri ovise i o broju i vrsti propulzora i uređaju za upravljanje. Tako na primjer, plovilo s ugrađena dva propelera i pomoćnim kormilarskim uređajem ima znatno bolju manevarsku sposobnost. Suvremena plovila posjeduju dodatne propulzore za bočne manevre, ranije spomenute tzv. „bow i stern truster“ s kojima su bočna pomicanja postala sigurna i jednostavna, a ugrađuju se kako na pramcu, tako i na krmi plovila.

Pokretljivost plovila predstavlja brzinu plovībe koju omogućuje rad propulzora.

Zanošenje počinje kada se plovilo prestane kretati, iako ono postoji i pri kretanju, a kompenzira se dodavanjem ili oduzimanjem kursa. Zanošenje ovisi najviše o struji vode i vjetru te je u izravnoj vezi s formom trupa plovila (podvodni dio i nadgrađe). Brodovi s malim gazom i većim nadgrađem (gliserska forma) pod jakim utjecajem vjetrova jako će se zanositi (posebno pramčani – lakši i manje uronjeni dio), dok će plovila s dubljim gazom (deplasmanska forma) imati manje zanošenje uslijed otpora vjetru koji pruža uronjeni dio trupa.



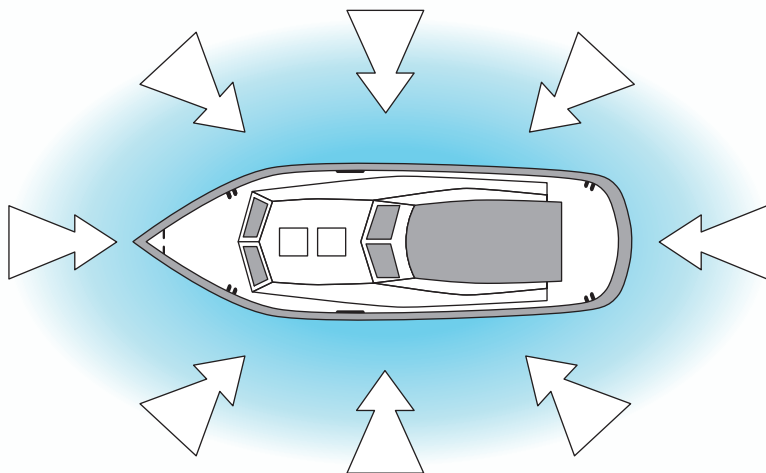
Slika 75. Zanošenje plovila pod utjecajem vjetrova

Upravlјivost plovila je njegova sposobnost da se održi na kursu ili da promijeni pravac kretanja upotrebom kormilarskog uređaja. Karakteristike upravljivosti plovila su okretljivost i stabilnost u kursu. Okretljivost je sposobnost plovila da prema želji nautičara promjeni pravac kretanja pod utjecajem kormilarskog uređaja. Stabilnost na kursu znači sposobnost plovila da zadrži pravac svog kretanja po zadanom kursu, suprotstavljajući se pri tome vanjskim silama koje djeluju na skretanje s utvrđenog kursa. Pod stabilnim plovilom na kursu smatra se ono, koje, radi osiguranja pravocrtnog kretanja, zahtijeva 4 do 6 djelovanja

na kormilo u jednoj minuti za kut 2° do 3° , pri čemu odstupanje plovila od kursa ne bi trebalo biti veće od 2° do 3° . Krivudanje je odstupanje plovila od zadanog kursa, a osnovni razlozi zbog kojih se to dešava su: postojanje bočnog nagiba, ograničene dubine i širine plovnog puta te djelovanja vjetrova, riječnog toka i valova.

6.8.2 Meteorološki i hidrološki utjecaj

Meteorološki i hidrološki utjecaj na manevarske osobine plovila nije zanemariv i dobar nautičar, bez obzira na to da li je na čamcu, manjem plovilu, jahti ili većem plovilu, ne smije zanemariti utjecaj vjetrova na



Slika 76. Pravci iz kojih vjetar djeluje na nadvođe i nadgrađe plovila

plovilo. Vjetar može djelovati takvom snagom na nadvođe i dio visokog nadgrađa da oteža ili sasvim onemogući izvođenje i najjednostavnijeg manevra. Vjetar ima posebno jak utjecaj na riječna plovila u odnosu na morska jer riječna plovila imaju mnogo manji gaz.

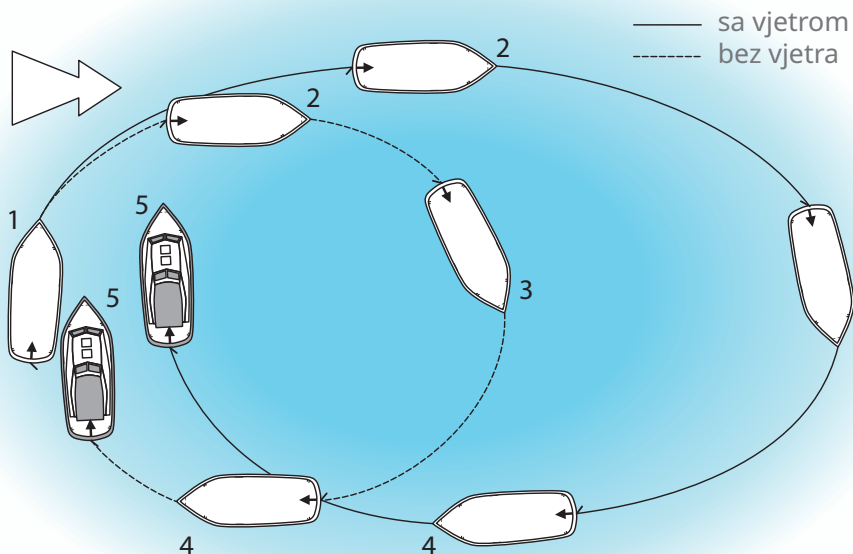
Ovisno o pravcu puhanja vjetrova prema plovilu, definiraju se njihovi nazivi: vjetar koji puše izravno po pramcu naziva se „pramčani“, onaj koji puše po krmi naziva se „krmeni“, a s boka puše „bočni“ vjetar. Ako vjetar puše između pramca i boka kaže se da puše „u po pramca“ ili „u po krme“ ako puše između krme i boka plovila.

Svaki vjetar koji udara u plovilo u vožnji stvara zanos, osim ako puše točno po pramcu te smanjuje brzinu plovībe, ili onog koji puše u krmu i time povećava brzinu plovila. Vjetar koji stvara bočni zanos može postaviti brod u položaj „poprijeko“ u slučaju nepomičnog plovila. Međutim, kada plovilo plovi naprijed, pramac će se teško okrenuti u vjetar iz bočnog položaja jer pramac malo gazi pa mu vjetar ne dozvoljava da se okreće. Kada plovilo plovi krmom, krma će se, naprotiv, vrlo lako okrenuti u vjetar, jer vjetar brzo zanesu u zavjetrinu lagani pramac, baš poput jedra. Dakle, ako se pri bočnom vjetru vozi krmom, vjetar će nastojati okrenuti krmu u vjetar, a pramac niz vjetar.

Vjetar je jedan od najznačajnijih faktora kod planiranja manevra. Ako isplovļavamo s bočnim vjetrom koji puše s obale, a plovilo je s malim pramčanim gazom, njegov je utjecaj često jači od utjecaja izboja pri vožnji krmom. Ako želimo smanjiti utjecaj vjetra na manevar, sve se radnje moraju izvesti energično i brzo. Što je manevar sporiji i neodlučniji, brod je duže izložen djelovanju vjetra.

Najnepovoljniji utjecaj na sigurnost plovībe ima „košava“ koja djeluje i na djelu donjeg toka rijeke Save sve do Sremske Mitrovice. Puše iz smjera jugoistoka i dostiže na udare brzinu i 100 km/h. Kada dolazi u sektor gdje pušu vjetrovi, nautičar bi trebalo poznavati prvo, karakteristike svog plovila: stabilitet, manevarske osobine, efektivnu snagu pogona, visinu slobodnog boka i nadvođe koje je izloženo vjetru, i drugo, uvjete plovībe u sektoru u koji ulazi (moguću jačinu vjetra i visinu valova). Na osnovi tih informacija i svojeg iskustva, odlučit će o ulasku u sektor ili će prekinuti plovību i sačekati smirivanje meteorološke situacije. Ukoliko se radi o malom plovilu, nautičar mora, na temelju dostupnih informacija i svog plovībenog iskustva, odlučiti da li će nastaviti plovību ili će u povoljnom trenutku prekinuti plovību i skloniti se u zavjetrinu do smirivanja situacije. Plovība i manevri u takvim se slučajevima moraju izvoditi radi izbjegavanja izravnog udara vjetra i valova, a pristajanje izvoditi uz vjetar, naravno, ako to situacija dozvoljava.

U ljetnim mjesecima često dolazi do iznenadnog nevremena praćenog snažnim vjetrom, ponekad olujne snage. Svakako, nevrijeme ne može biti apsolutno iznenadno jer mu prethode neke pojave bar petnaest minuta ranije. Tlak zraka naglo pada, nebo se zacrni, zrak postaje težak



Slika 77. Prikaz putanje okreta pri mirnom vremenu i jakom vjetru uz konstantan pogon

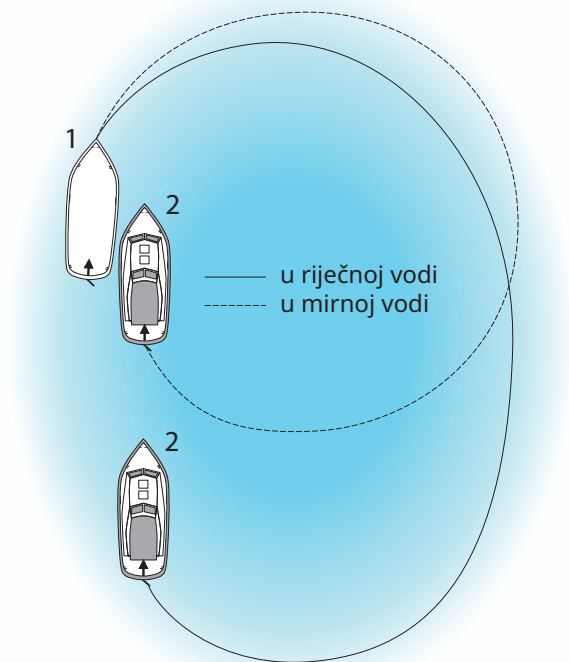
i slično. U takvim slučajevima, ako je plovilo u pokretu, preporučljivo je skloniti se pod obalu (brežinu) ili neko drugo mjesto u zavjetrini. Nakon toga se osigurava i pokretna oprema na palubi da je vjetar ne bi odnio. Na isti način treba osigurati brod i prilikom noćenja na otvorenoj rijeci, jer nevrijeme koje nastupi tijekom noći može iznenaditi i najiskusnije. Osim toga i valovi plovila u prolazu mogu neugodno iznenaditi, pogotovo ako je plovilo vezano ili usidreno u blizini plovnog puta. Valovi se na rijekama ne mogu razviti u velikoj mjeri kao na moru te ne stvaraju bitnu prepreku za plovidbu, izuzev u zonama uzvodno od brana i na jezerima. Međutim, valovi nastali od putničkih plovila velike snage i gabarita, za mala plovila mogu predstavljati neugodnu pojavu.

Utjecaj struje riječnog toka: Manevarska svojstva plovila u struji se ne mijenjaju, pa se i njegova osjetljivost u jednoličnoj struji ne mijenja, ali se pri tome mora znati da se voda kreće zajedno s plovilom. Ako bi na primjer, brod plovio u mirnoj vodi brzinom od 10 km/h, on bi u

odnosu na obalu plovio istom tom brzinom, što znači da brzina kroz vodu i u odnosu na dno iznosi 10 km/h. U slučaju plovidbe protiv struje, koja teče brzinom od 4 km/h, brod bi i dalje plovio brzinom od 10 km/h, ali bi u odnosu na obalu, vozio samo 6 km/h. U nizvodnoj plovidbi brzina toka bi se pridodala pa bi brzina u odnosu na obalu (brzina preko dna) iznosila 14 km/h. Isto tako se razlikuje krug okreta kroz vodu i preko dna. Prvi je u jednoličnoj struji tačno onakav, kakav je u mirnoj vodi, jer struja nosi plovilo kao i čestice vode oko njega. Krug preko dna je pri tom razvučen niz struju. Ukoliko krug okreta duže traje, struja duže zanosi plovilo. Okretanje plovila uz i niz vodu je različito. Okret za uzvodno daje znatno razvučeniji luk kruga okreta nego što je to u slučaju nizvodnog okreta. Duljina luka okreta ovisi o brzini vodene struje i vremenu koje je potrebno za okret.

Okret plovila, jedan od važnijih manevara za čije je izvođenje u skućenom akvatoriju često potrebno mnogo vještine, iskustva i znanja. Manevriranje je vještina koja se, kao i svaka druga, usavršava radom pa je za uspješno manevriranje brodom potrebno iskustvo. Ipak, vještina i dobar osjećaj za prostor i gibanje mogu biti nedostatni ako zapovjednik nema potrebnog znanja te npr. u skućenom prostoru pogrešno ocijenjeni položaj točke okretišta, ili pogrešno procijeniti potreban prostor za izvođenje manevra puna okreta. Mora se znati kako se promjer kruga okreta u plitkoj vodi može više nego udvostručiti te da se krug okreta može znatno deformirati i izdužiti pod utjecajem vjetra (okomito na vjetar) ili pod utjecajem struje (u smjeru struje). Dobar zapovjednik u svakom trenutku mora znati pravilno procijeniti položaj točke okretišta. Mnogo udara i nasukanja dogodilo se upravo zbog nepoznavanja položaja ili zanemarivanja promjene položaja točke okretišta pri manevriranju u ograničenom prostoru.

U brodarstvu se umjesto riječi „okretanje“ često koristi riječ „rondo“ (rondeau), koja je ostala iz starih vremena zajedno s mnogim drugim tuđim izrazima i riječima. Prilikom istodobnog djelovanja sila vjetra i toka, radi održavanja plovila u kursu, potrebno je držati se principa vođenja plovila po liniji rezultante djelovanja tih sila. Rezultanta se sasvim približno utvrđuje i vizualnim putem, a uspjeh izvođenja manevra u takvim uvjetima, u pravilu, ovisi o znanju i vještini nautičara.



Slika 78.
Prikaz putanje plovila
u uvjetima mirne
vode i riječne struje

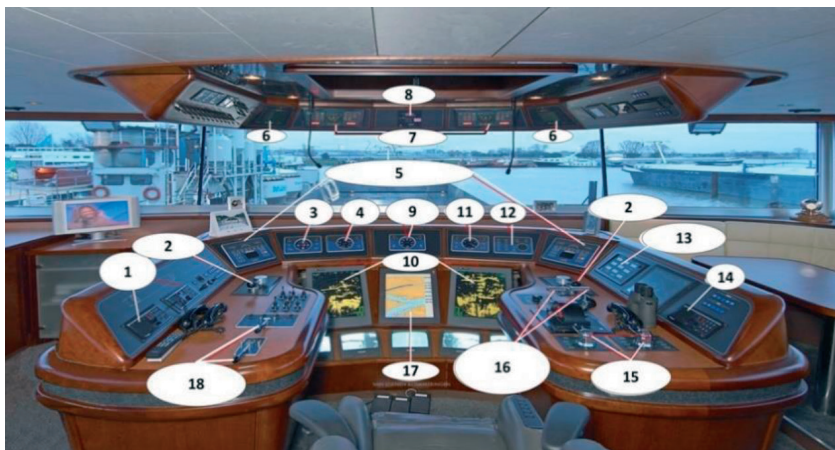
Utjecaj male dubine se reflektira povećanjem gaza jer nailaskom na malu dubinu dolazi do „uronjenja“ ili „dinamičkog spuštanja“ plovila. Ukoliko je razmak između dna plovila i dna rijeke manji i ako je brzina kretanja veća, uronjenje postaje veće. Nastavkom kretanja u uvjetima male dubine i velike brzine povećavat će se ukupni otpor vode, a smanjivati brzina plovidbe, što će na krmi stvoriti krmeni val „brod vuče vodu“, a uronjenje dostići maksimum. Da bi se poništile ove negativne pojave, neophodno je smanjiti brzinu kretanja na plitkim dijelovima plovnog puta.

6.9 VOĐENJE PLOVILA – NAVIGACIJA

Vođenje plovila – navigacija, zahtijeva kombinaciju stečenog teorijskog znanja, praktično uvježbanih postupaka i posebnu pripremu za svaki pothvat. To uz određene godine prakse čini zrelog i iskusnog nautičara. Sastoji se od tri faze to:

- Utvrđivanje trenutne pozicije plovila u odnosu na plovni put i obalu;
- Izbor kursa i brzine;
- Vođenje plovila po izabranom kursu.

Ovisno o plovnom putu, razlikuje se plovidba u: riječnim uvjetima, kanalima, prirodnim jezerima, akumulacijskim jezerima uzvodno od brane, kao i na dijelovima rijeke neposredno pred ulijevanje u more. S meteorološkog gledišta plovidba se može odvijati u uvjetima dobre i ograničene vidljivosti (magla, padaline i dr.), odnosno, po mirnom i vjetrovitom vremenu. U plovidbi se generalno primjenjuju dvije metode vođenja plovila: instrumentalna i vizualna, posebno ili u kombinaciji.



1 panel za upravljanje VHF radio stanicom	10 radar
2 sigurnosno (rezervno) kormilo lijevo/desno (kormilarenje u nuždi)	11 dubinomjer
3 pokazivač smjera i brzine vjetra	12 interni komunikacijski sustav
4 pokazivač otklona (kuta) kormila	13 mjerac visine i pokazivač visine
5 kontrolno upravljačka jedinica lijevog i desnog motora	14 panel za upravljanje VHF radio stanicom
6 upravljačka ploča pramčanog i krmenog trastera (poprečnog propelera)	15 ručica pramčanog propelera
7 upravljačka ploča sustava kormilarenja	16 ručica gasa glavnih motora
8 uređaj za mjerenje visine (npr. prikaz ukupne visine od vodne linije)	17 elektronički prikaz navigacijskih karata i informacijski sustav ECDIS
9 pokazivač brzine okretaja	18 prekidač kormila; ručni ili automatski način upravljanja

Slika 79. Tehnička oprema kormilarnice (rudera–mosta)
plovila unutarnje plovidbe

Vizualna metoda se najčešće primjenjuje pri plovidbi na rijekama, kanalima i akumulacijskim jezerima, a karakterizira ju to da pri kretanju u uvjetima jasne vidljivosti obala i plovidbenih oznaka, nautičar vizualno utvrđuje poziciju orijentirajući se prema oznakama i karakterističnim točkama na obali, koje uspoređuje s plovidbenom kartom.

Instrumentalna metoda se u unutarnjoj plovidbi uglavnom primjenjuje na širokim plovnim putovima (velike rijeke i jezera) odnosno kada nema vizualnog kontakta s obalama, a uglavnom podrazumijeva integrirano korištenje radara, dubinomjera i brzinomjera. Isto tako, primjenjuje se noću i u uvjetima bitno smanjene vidljivosti (magla, jake padaline i slično). Uvođenjem RIS-a, instrumentalno vođenje plovila primjenjuje se, na unutarnjim vodnim putovima, u većoj mjeri nego je to bilo ranije.

Ograničena plovidba se obavlja u blizini mjesta boravka ili držanja plovila, za kratke dnevne izlete, a plovi se po iskustvu, gdje se vizualno prepoznaju karakteristična mjesta na obali i plovnom putu, kao i opasnosti u plovnom putu. Za ovaj način plovidbe dovoljne su informacije o vodostaju i vremenskoj prognozi, a plovilo se oprema minimalnom opremom kao što je: dvogled, lec, čaklja, ispolac, pojasevi za spašavanje, rezervni pribor i alat za motor itd. Ovaj način vođenja primjenjuju gotovo svi vlasnici manjih plovila i čamaca.

Vođenje plovila u obalnoj plovidbi je vještina vođenja na dužim dionicama, gdje se plovni put tek upoznaje ili slabije poznaje. Zbog toga je, prije plovidbe, potrebno uraditi određene pripreme u smislu upoznavanja plovnog puta i njegove obilježnosti. Informacije o plovnom putu i uvjetima plovidbe pružaju plovidbene i hidro-tehničke karte, daljinar kao i druga pomagala u plovidbi. Nautičar će naravno koristiti i svoje bilješke s ranijih plovidbi, ali i bilješke i iskustva drugih nautičara s većim iskustvom za konkretnu dionicu.

U nizvodnoj plovidbi, kad nema drugih plovila, nautičar može ploviti sredinom plovnog puta gdje je približno i matica, struja toka rijeke najizraženija, te po uočavanju plovila ili sastava izvesti manevar postavljanja na rub plovnog puta, a ako je potrebno i izvan njega birajući pri tom dijelove rijeke gdje je struja toka najslabija. U slučaju potrebe,

malo plovilo može proći i s druge strane plovne oznake, ali se pri tom mora imati na umu da su, po pravilu, one postavljene na dubinama od oko 2,5 m.

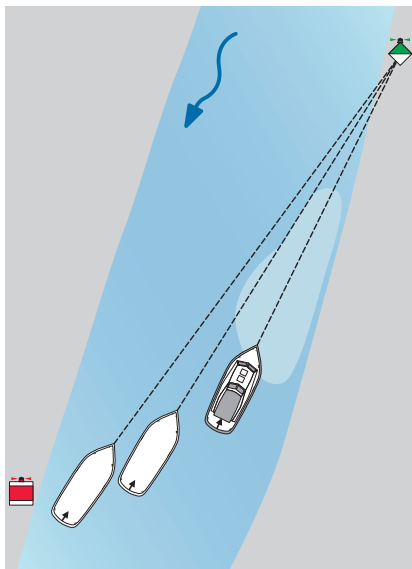
Stjecanjem iskustva i potpunijim upoznavanjem sektora plovībe, mala plovila će uzvodno ploviti: izvan plovnog puta ili u njegovoj blizini, uz konveksnu obalu, ispod ada, ispod sprudova i regulacijskih građevina, a iznad njih kada to dozvoljava vodostaj, kao i na svim mjestima gdje je vodena struja najslabija. Takav način plovībe, u brodarstvu se naziva „pajsovanje“, a mali čamci i plovila s malim gazom ga mnogo lakše primjenjuju.

Kod utvrđivanja svog položaja obvezno se uzimaju dvije orijentacijske (oslonе) točke – obalna ili plovna oznaka a na obali karakteristično drvo ili objekt i to po pramcu i po krmi. U protivnom, samo jedna oslona točka može dovesti plovilo izvan željene trajektorije – linije plovībe, na primjer, između dva spruda ili napera.

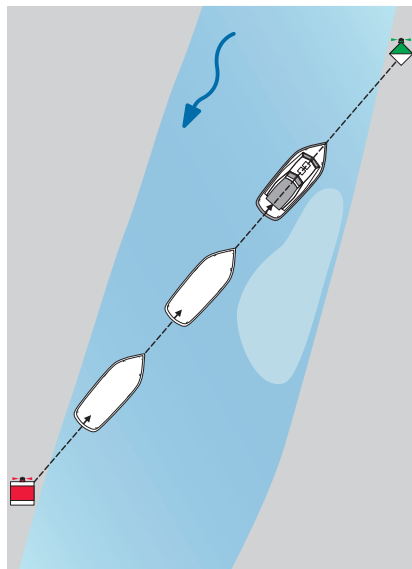
Plovība u mirnoj vodi, (plovība bez utjecaja toka rijeke) izvodi se na kanalima (gdje postoji slaba, zanemariva struja vode) i na djelovima rijeka na kojima su izgradnjom brana uzvodno stvorena akumulaciona jezera, pri čemu je vođenje plovila jednostavnije i lakše. Međutim, na ovim plovnim putovima javljaju se problemi u orijentaciji. Naime, jedan od parametara za orijentaciju je tok rijeke, a kada toga nema i ako se ne poznaju dovoljno obale ili ade, a pri tom ne raspolaže plovībenom kartom, nautičar se lako dezorjentira, naročito pri naglom prekidu plovībe. Nautičar može izgubiti orijentaciju i u tekućoj vodi, kada se u uvjetima guste magle iz vidnog područja istodobno gube obje obale.

Kurs plovila na rijeci je smjer kretanja u odnosu na obalu, plovni put ili druge objekte koji plove ili stoje vezani/usidreni. Izbor sigurnog kursa se sastoji u određivanju najpovoljnijeg pravca kretanja, uzimajući u obzir: karakteristike sektora, položaj ada, sprudova, prepreka na plovnom putu, jačinu struje vode, postojanje limana, obim i frekvenciju prometa itd.

Kad plovilo tijekom plovībe izađe iz zadanog kursa, razlog može biti subjektivan – greška pri kormilarenju, ili objektivan – utjecaj vjetrova, valova, vodene struje, limana ili namjernog skretanja zbog nailaska konvoja i sl. Kurs se korigira odgovarajućim manevrom pogonom i kormilom a ako je moguće novim orijentacijskim točkama.



Slika 80. Nesigurna plovidba s jednom oslonom točkom – velika mogućnost nasukanja

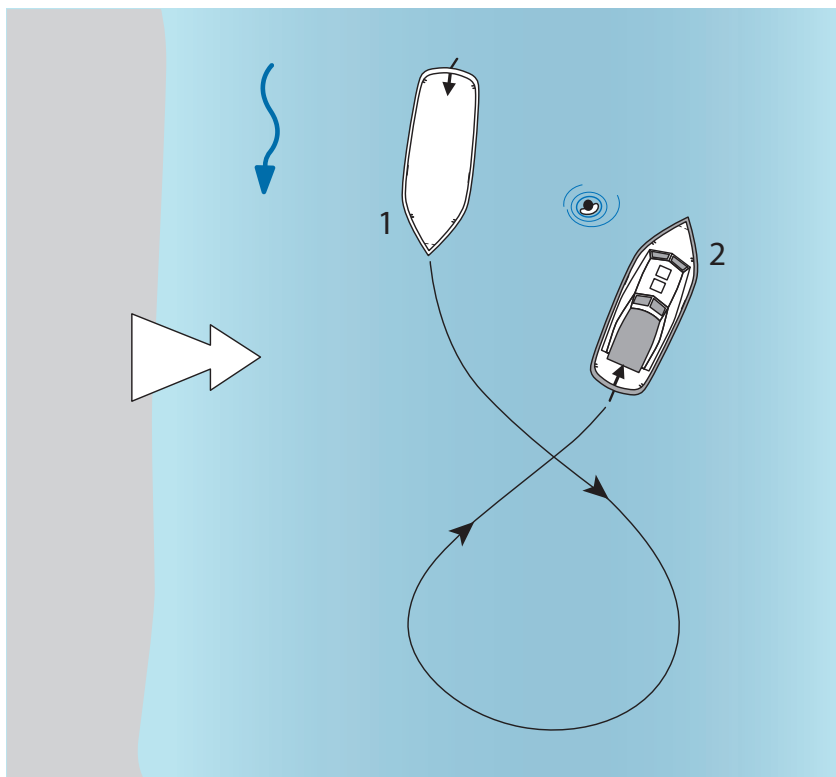


Slika 81. Plovidba s dvije oslone točke (pokriveni smjer) – sigurno vođenje

Manevar spašavanja čovjeka u vodi razmatra se u ovom poglavlju zbog izrazito manevarskog karaktera i on se uvježbava kada to god prilike dozvoljavaju. Podizanje čovjeka iz vode veoma je složen manevar, posebno tijekom plovidbe i noću bez obzira na to što osoba na sebi možda ima prsluk za spašavanje. Bez obzira na razloge i način zbog kojih se čovjek našao u vodi, svatko, uočivši osobu u vodi, mora što je moguće brže baciti pojas za spašavanje i time označiti njegov položaj. Ovisno o okolnostima, brodski manevar nakon uočavanja čovjeka u vodi može biti:

- *Neposredan okret*, koriste ga plovila koja mogu učiniti puni okret manjega promjera i koja se mogu zaustaviti na relativno maloju udaljenosti. Izravni okret izvodi se tako da se odmah po dojavi o uočavanju čovjeka u vodi, kormilo okrene na stranu na kojoj je čovjek uočen;
- *Williamsonov okret*, se izvodi kada je s većega plovila uočena osoba u vodi, te se okretom plovilo dovodi u smjer suprotan prvobitnom pa se često upotrebljava kad je zapovjednik naknadno obavješten o padu čovjeka u vodu;

- *Scharnowov okret*, izvodi se približno u istim okolnostima kao i Williamsonov. Prije izvođenja okreta prijeko je potrebno upozoriti nadzornika pogona (časnik straže sam smanjuje brzinu) da slijedi manevar, a prije postavljanja kormila na stranu potrebno je smanjiti brzinu. To se posebno odnosi na plovila koja plove većim brzinama



Slika 82. Manevar spašavanja čovjeka u vodi

Napomena: U uvjetima rijeke, čovjeku u vodi se približava oprezno, protiv toka i vjetra kako tijekom manevara ne bi došlo do „gaženja“ čovjeka. Plovilo se postavlja, ako je moguće, tako da se čovjek nađe u zavjetrini (mirnijoj vodi). Manevar noću je dosta složeniji, zahtijeva više iskustva i uvježbanosti posade, a suvremeni pojasi za spašavanje opremljeni su samozapaljivom svjetiljkom, zviždalkom i sl.

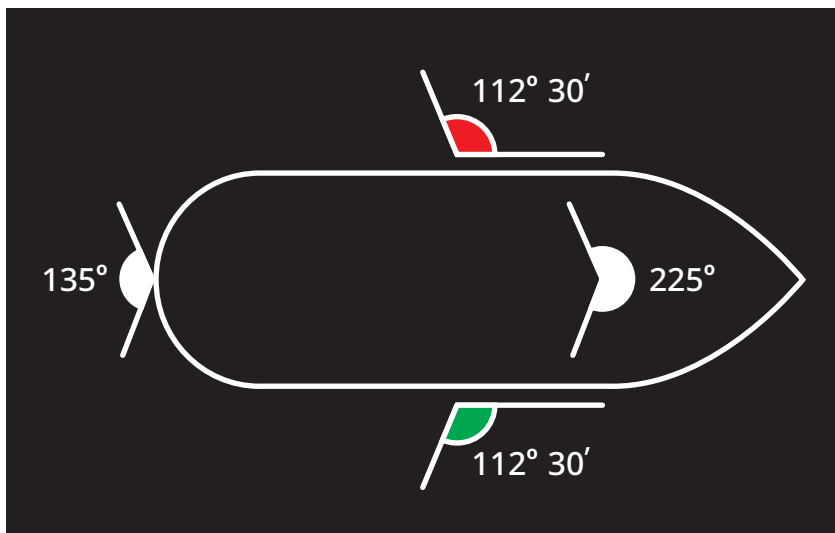
6.10 OBILJEŽAVANJE PLOVILA

Brodska svjetla i dnevne oznake

Brodska svjetla i dnevne oznake, dani kao Aneksi, dio su većine aktualnih Pravila plovidbe koja se primijenjuju u unutarnjoj plovidbi pa tako i „Pravila plovidbe u slivu rijeke Save“, a posebno su obrađena i u Pravilima za izbjegavanje sudara na moru. Mora ih se poštivati u svim vremenskim uvjetima. Pravila koja se odnose na svjetla primjenjuju se od zalaska do izlaska sunca odnosno za slabe vidljivosti i za to se vrijeme ne smiju pokazivati druga svjetla.

Osnovna svjetla su definirana kao:

- a. „Jarbolno svjetlo“ znači bijelo svjetlo koje stalno svijetli u luku obzora od 225° , postavljeno u uzdužnici broda, i tako učvršćeno da se svjetlost vidi od središnjice pramca do $22,5^{\circ}$ iza subočice na obje strane broda.
- b. „Bočna svjetla“ znače zeleno svjetlo na desnom boku i crveno svjetlo na lijevom boku, postavljena tako da svako od njih stalno svijetli u luku obzora od $112,5^{\circ}$, i tako učvršćena da se svjetlost vidi od središnjice pramca do $22,5^{\circ}$ iza subočice na odgovarajućem boku broda. Brodovi kraći od 20 m smiju bočna svjetla nositi u jednoj kombiniranoj svjetiljci postavljenoj u ravnini središnjice broda.
- c. „Krmeno svjetlo“ znači bijelo svjetlo koje stalno svijetli u luku obzora od 135° , postavljeno što je moguće bliže krmu, i tako učvršćeno da se svjetlo vidi u luku obzora od $67,5^{\circ}$ gledano od središnjice krme na svaku stranu.
- d. „Svjetlo za tegljenje“ znači žuto svjetlo istih osobina kao „krmeno svjetlo“, određeno točkom c) ovih definicija.
- e. „Svjetlo vidljivo sa svih strana“ znači svjetlo koje stalno svijetli u luku obzora od 360° tj. vidi se sa svih strana.
- f. „Bljeskajuće svjetlo“ znači svjetlo koje bljeska u pravilnim razmacima, s čestoćom od 120 bljesaka u minuti ili više.



Slika 83. Osnovna brodska svjetla

Plovilo na mehanički pogon, kada plovi, mora sukladno važećim propisima, bit označeno:

- jarbolnim svjetlom na prednjem dijelu broda;
- drugim jarbolnim svjetlom iza i iznad prvog; plovilo kraće od 110m nije obvezno isticati drugo jarbolno svjetlo, ali to smije činiti;
- bočnim svjetlima,
- krmenim svjetlom

Čamac na mehanički pogon, umjesto svjetala propisanih točkom a) ovog poglavlja, se označava:

- bijelim svjetlom vidljivim sa svih strana obzora i bočnim svjetlima.

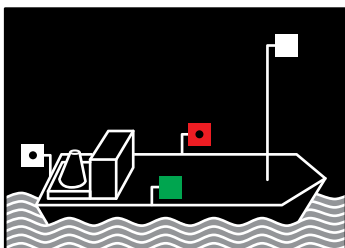
Čamac na mehanički pogon kraći od 7 m, čija najveća brzina ne prelazi 7 čv, umjesto svjetala iz točke a) ovog poglavlja se označava:

- bijelim svjetlom vidljivim sa svih strana, a ako je moguće i bočnim svjetlima.

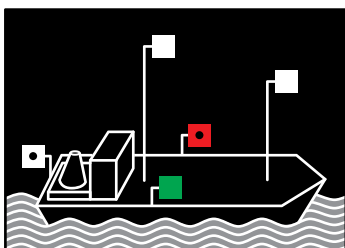
U nastavku su dani reprezentativni primjeri obilježavanja plovila imajući u vidu prilike na plovnom putu rijeke Save.

NOĆU

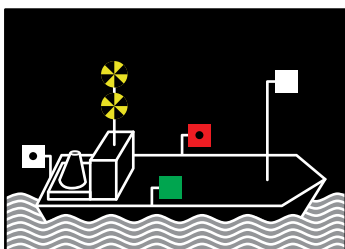
DANJU



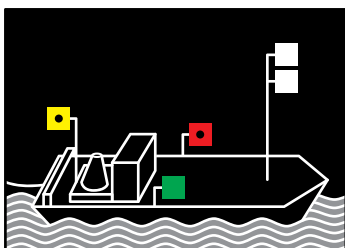
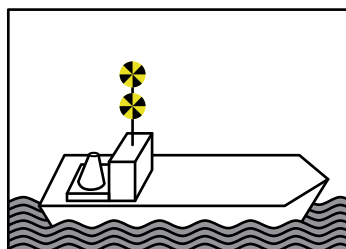
Pojedinačno
motorno plovilo



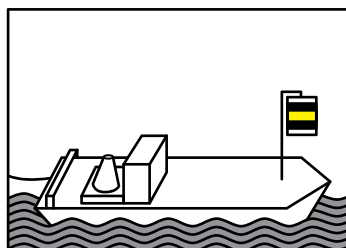
Pojedinačno motorno plovilo
duže od 110 m



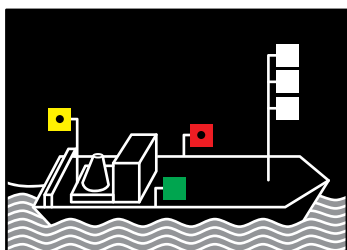
Brzo motorno plovilo koje plovi samostalno



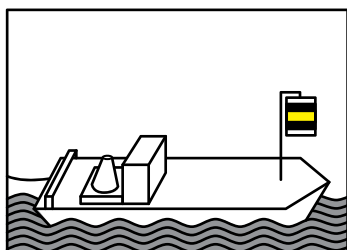
Motorno plovilo na čelu tegljenog sastava –
pojedinačno ili kao ispomoć



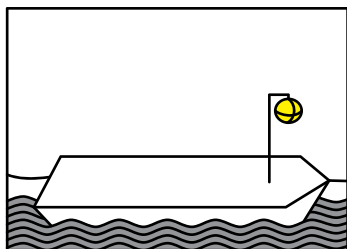
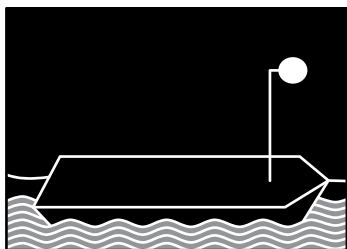
NOĆU



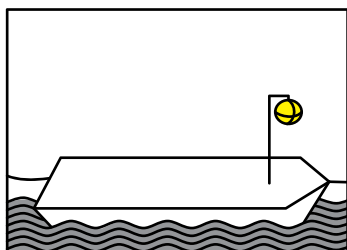
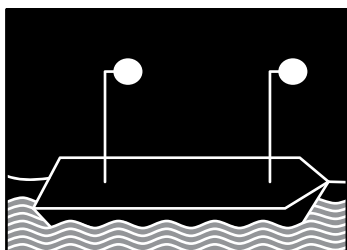
DANJU



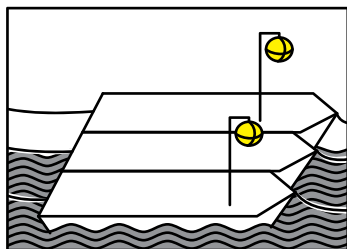
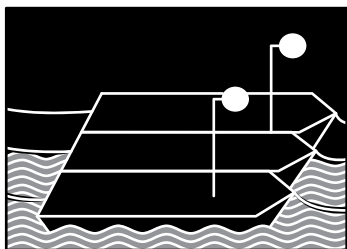
Svako od nekoliko motornih plovila na čelu tegljenog sastava ili kao ispomoć, kada nekoliko plovila plovi bokom uz bok



Tegljeni sastavi

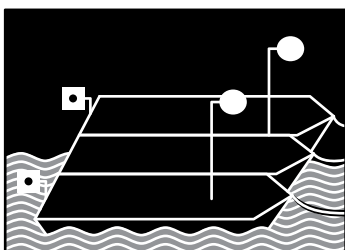


Dio tegljenog sastava duži od 110 m



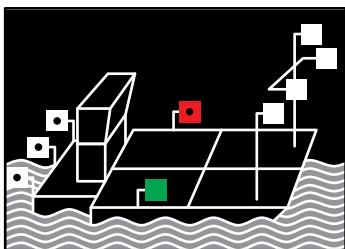
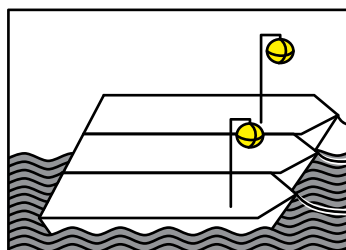
Dio tegljenog sastava u kojem su bokom uz bok čvrsto povezana više od dva plovila

NOĆU

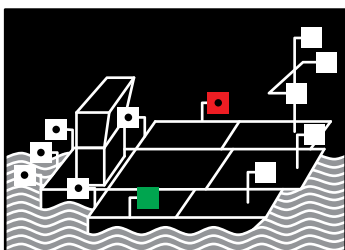


Tegljena plovila koja čine zadnji red sastava

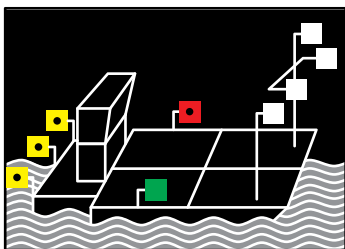
DANJU



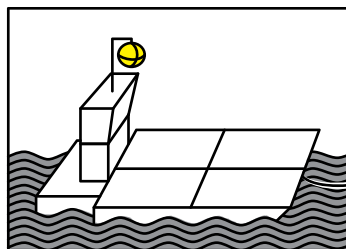
Potiskivani sastavi



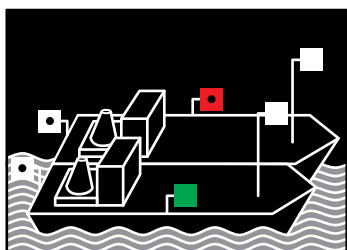
Potiskivani sastavi, a više od dva plovila su vidljiva s krme preko cijele širine



Potiskivani sastavi pred kojima se nalazi jedno ili više plovila koja služe kao ispomoć

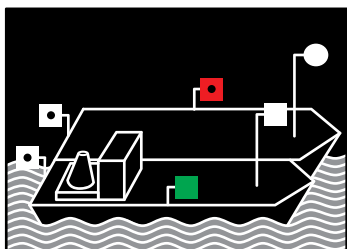


NOĆU

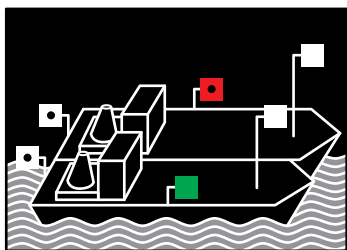


Bočni sastavi – dva motorna plovila

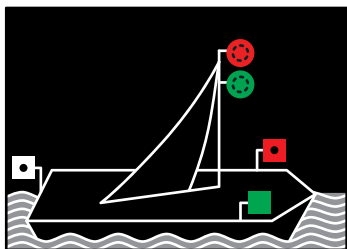
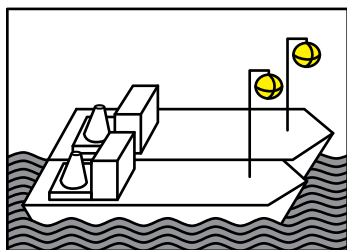
DANJU



Bočni sastavi – jedno motorno plovilo i jedno plovilo bez vlastitog pogona

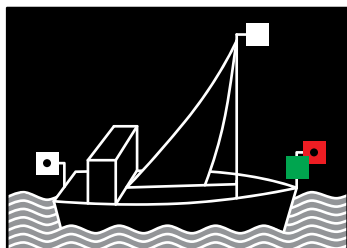


Bočni sastavi – ispred kojih se nalazi jedno ili više plovila koja služe kao ispomoć



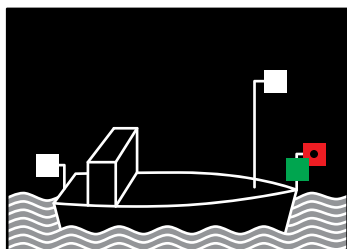
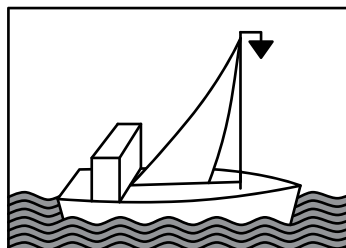
Jedrenjaci

NOĆU

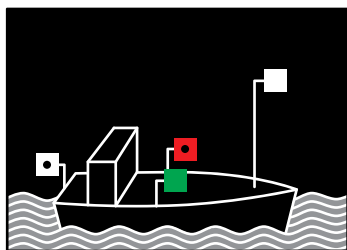


Plovila koja plove pomoću jedara i istodobno koriste motor

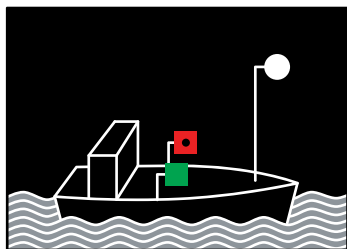
DANJU



Čamac na motorni pogon
koji plovi samostalno



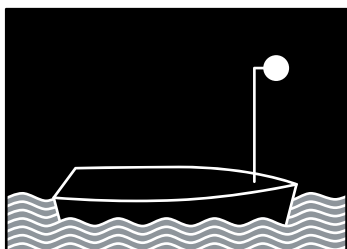
Čamac na motorni pogon koji
plovi samostalno s bočnim
svjetlima u istoj svjetiljci



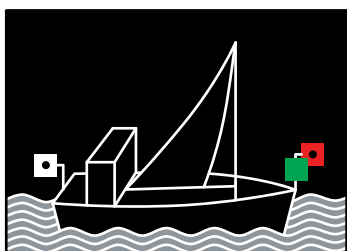
Čamac na motorni pogon koji
plovi samostalno čija duljina
ne prelazi 7 m

NOĆU

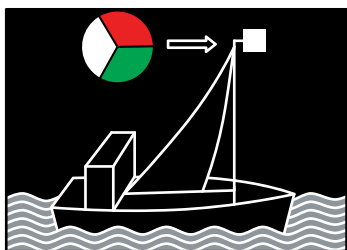
DANJU



Tegljeni čamci ili čamci
prevlačeni uz bok



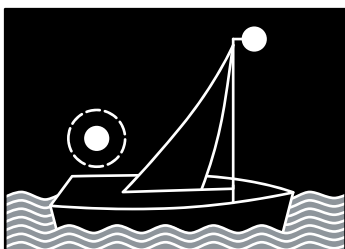
Čamac koji se kreće
pomoću jedara



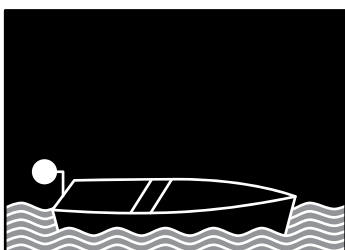
Čamac koji se kreće pomoću
jedara s bočnim svjetlima
i krmenim svjetlom u istoj
svjetiljci postavljenoj na
gornjem dijelu jarbola

NOĆU

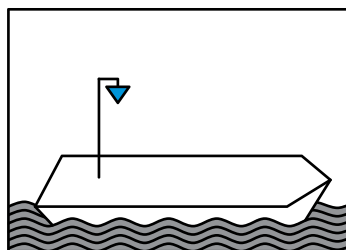
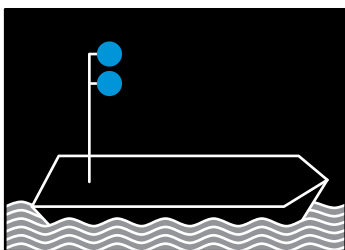
DANJU



Čamac koji se kreće pomoću jedara čija duljina ne prelazi 7 m a kod približavanja drugih plovila pokazuje još jedno obično bijelo svjetlo



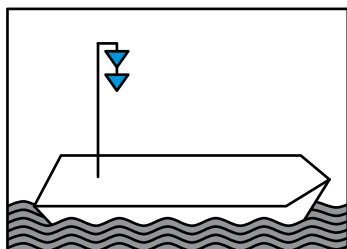
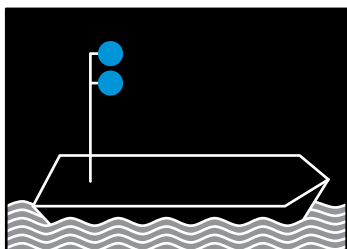
Čamac koji se kreće samostalno, bez motornog pogona i bez jedara



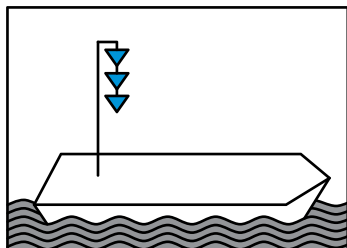
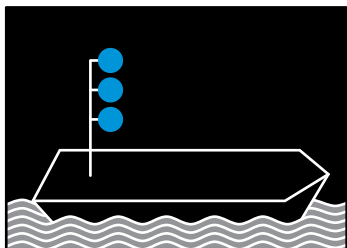
Dodatno obilježavanje plovila koja su uključena u prijevoz zapaljivih tvari iz ADN-a

NOĆU

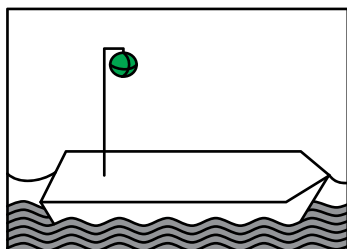
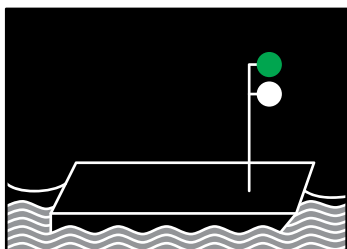
DANJU



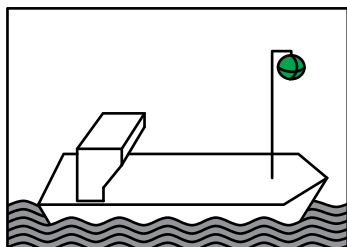
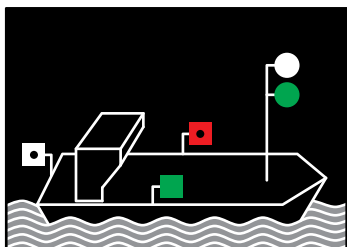
Dodatno obilježavanje plovila koja su uključena
u prijevoz tvari iz ADN-a opasnih po zdravlje



Dodatno obilježavanje plovila koja su uključena
u prijevoz eksplozivnih tvari iz ADN-a

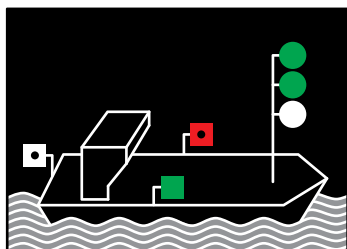


Skele koje ne plove slobodno



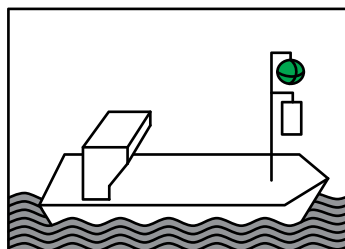
Skele koje plove slobodno

NOĆU

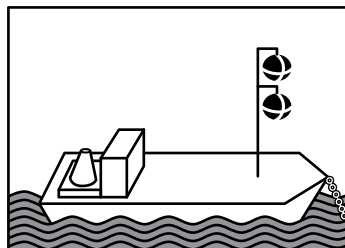
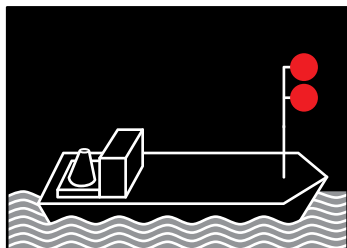


Skele koje plove slobodno i uživaju pravo prvenstva

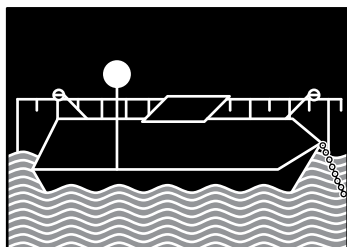
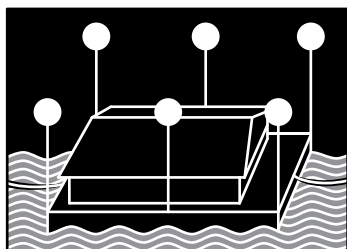
DANJU



Dodatno obilježavanje plovila koja su nesposobna za manevar

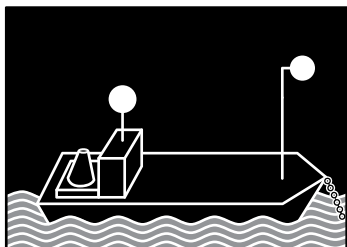


Ploveća tijela i plutajući objekti u plovidbi

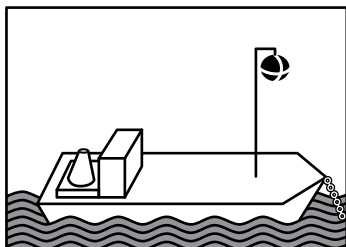


Plovila za vrijeme stajanja

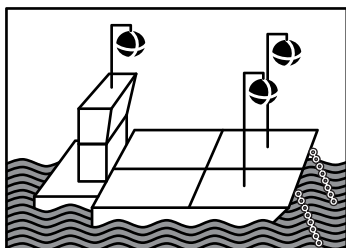
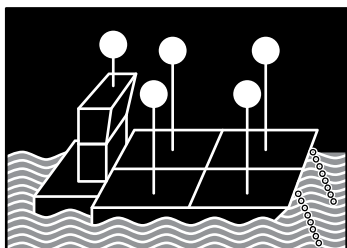
NOĆU



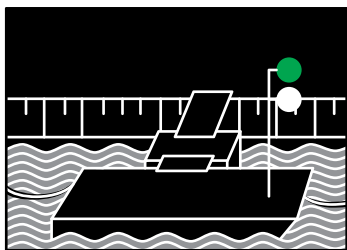
DANJU



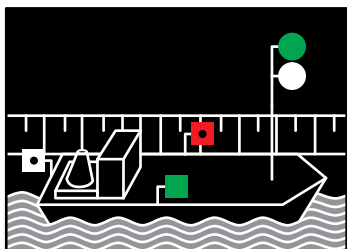
Plovila koja stoje bez kontakta s obalom



Potiskivani sastavi koji stoje na otvorenoj rijeci



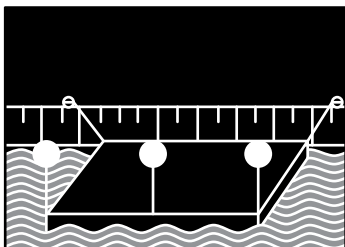
Skele koje ne plove
slobodno kada stoje na
svojim pristanima



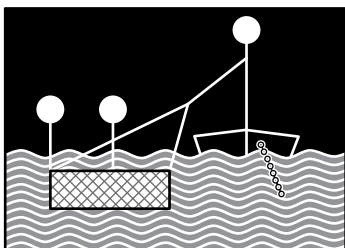
Skele koje ne plove
slobodno, rade i stoje na
svojim pristanima

NOĆU

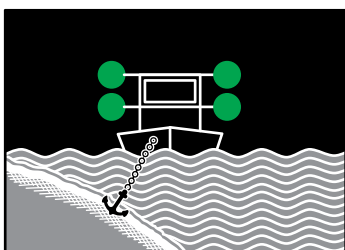
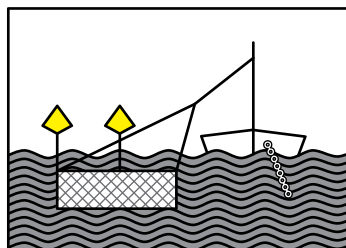
DANJU



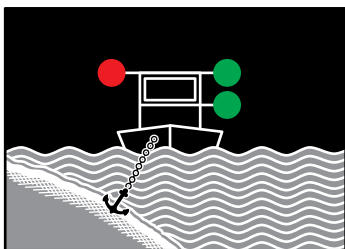
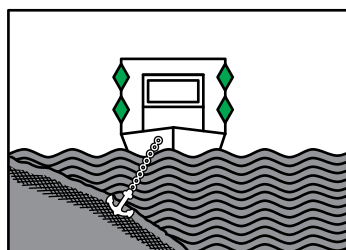
Ploveća tijela i plutajući objekti
za vrijeme stajanja



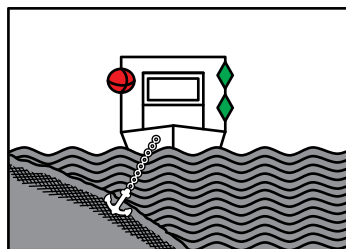
Plovila koja ribare pomoću mreža ili ribarske opreme
za vrijeme stajanja



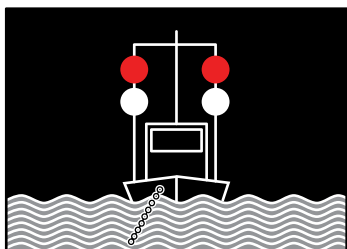
Tehničko plovilo u vrijeme rada i plovila koja stoje
i obavljaju radove ili radnje sondiranja ili mjerenja –
plovni put slobodan s obje strane



Tehničko plovilo u vrijeme rada i plovila koja stoje
i obavljaju radove ili radnje sondiranja ili mjerenja –
plovni put slobodan s jedne strane

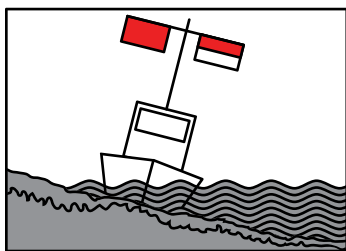
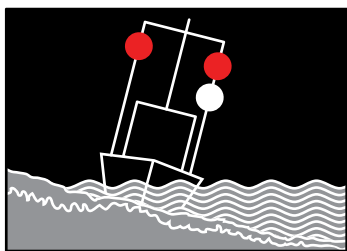
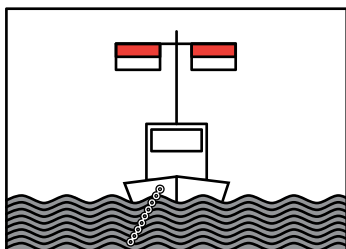


NOĆU

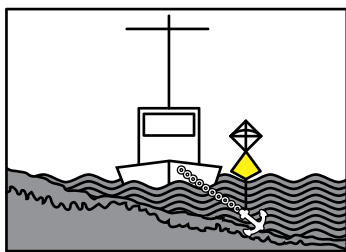
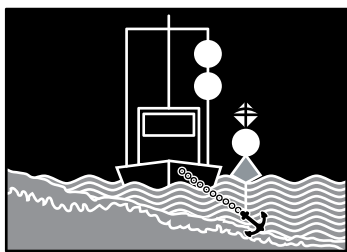


Tehničko plovilo u vrijeme rada i plovila koja stoje i obavljaju radove ili radnje sondiranja ili mjerenja i nasukana ili potopljena plovila – zaštita od valova – plovni put slobodan s obje strane

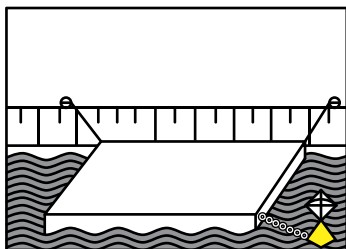
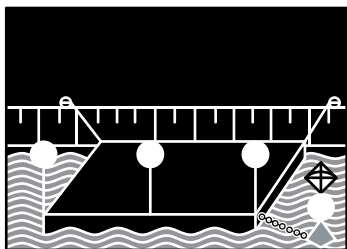
DANJU



Tehničko plovilo u vrijeme rada i plovila koja stoje i obavljaju radove ili radnje sondiranja ili mjerenja i nasukana ili potopljena plovila – zaštita od valova – plovni put slobodan s jedne strane

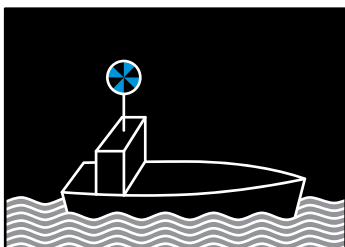


Plovila čija sidra mogu predstavljati opasnost za plovidbu



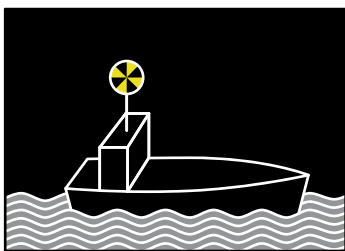
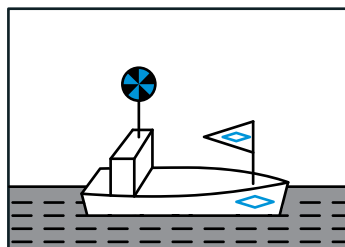
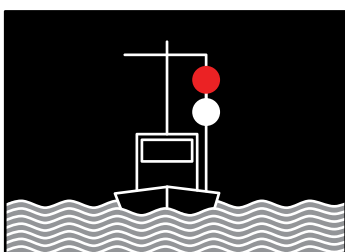
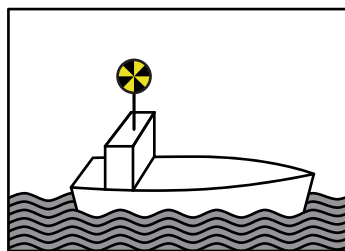
Ploveća tijela i plutajući objekti čija sidra mogu predstavljati opasnost za plovidbu

NOĆU

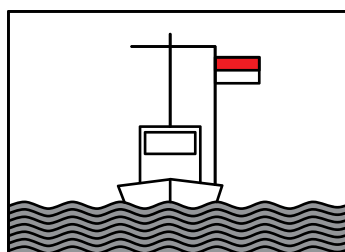


Dodatno obilježavanje inspeksijskih i vatrogasnih plovila

DANJU


Dodatno obilježavanje plovila koja obavljaju radove
na vodnom putu za vrijeme plovidbe


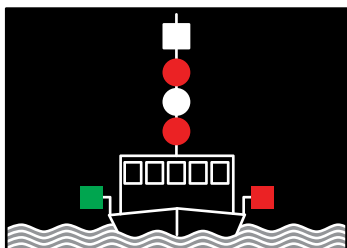
Dodatno obilježavanje radi zaštite od valova



Signali opasnosti



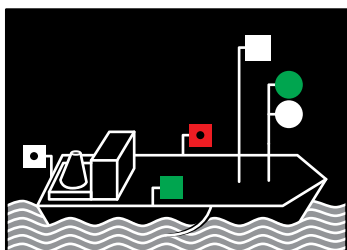
NOĆU



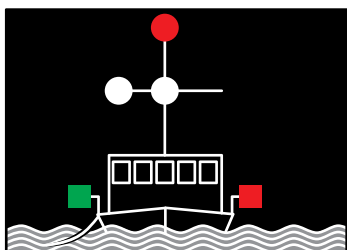
Dodatno obilježavanje plovila čija je sposobnost manevara ograničena



Dodatno obilježavanje plovila čija je sposobnost manevara ograničena – plovni put slobodan s jedne strane

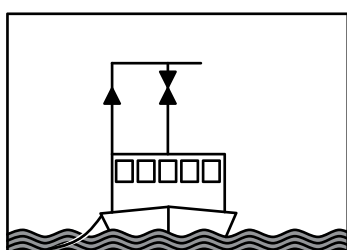
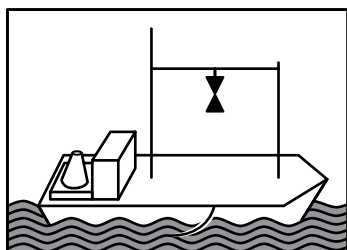
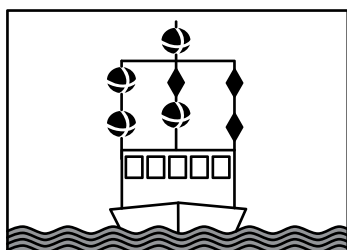
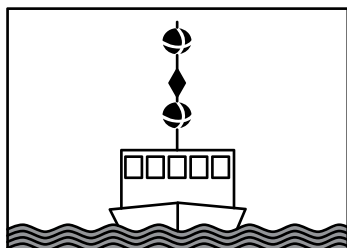


Dodatno obilježavanje plovila koja povlače mreže ili drugu ribarsku opremu kroz vodu

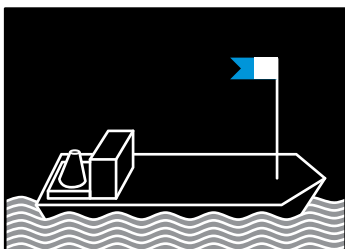


Plovila koja obavljaju ribolov – oprema razapeta u duljini većoj od 150 m računajući od plovila

DANJU

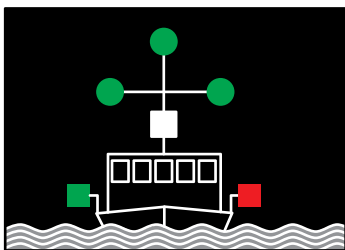
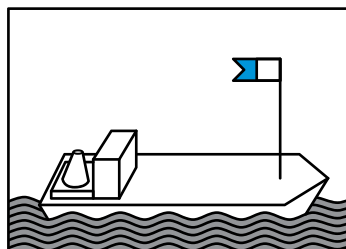


NOĆU

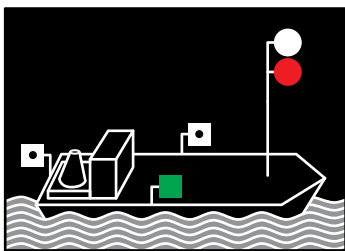
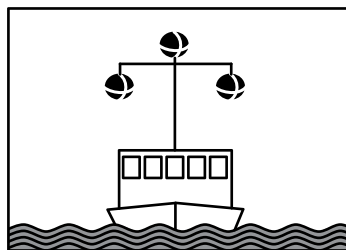


Dodatno obilježavanje plovila koja se koriste prilikom ronjenja

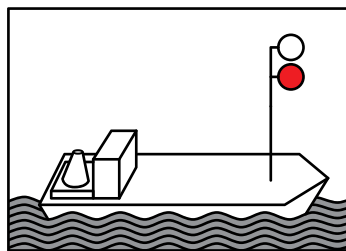
DANJU



Dodatno obilježavanje plovila koja obavljaju deminiranje



Dodatno obilježavanje plovila koja obavljaju pilotažu



6.11 UDESI I HAVARIJE

Plovidbena nezgoda je izvanredni događaj na unutarnjim plovnim putovima, u kojem je nastupila smrt, tjelesna povreda ili materijalna šteta.

Stanje sigurnosti prometa, u cjelini, najčešće se izražava brojem izvanrednih događaja – havarija, te brojem žrtava i materijalnom štetom nastalim u njima. Općenito, sigurnost plovidbe je uređena regulatornim aktima nadležnih tijela (zakon o plovidbi, pravila plovidbe, tehnička pravila i dr.), kojima je cilj povećanje sigurnosti, odnosno smanjenje broja nezgoda/havarija i šteta nastalih u njima.

Havarije se mogu dijeliti prema raznim mjerilima, ali su uglavnom prihvaćene tri vrste i to:

- Zajedničke (opće, velike);
- Posebne (partikularne, male);
- Mješovite havarije.

Čin zajedničke havarije jest svaki namjeren i razložen izvanredan trošak i svaka namjerna i razložna šteta učinjeni, odnosno prouzročeni od zapovjednika broda ili druge osobe koja ga zamjenjuje, ako su bili razborito poduzeti radi spašavanja imovinskih vrijednosti sudionika u istom pothvatu od stvarne opasnosti koja im zajednički prijeti. Za namjernost čina bitne su pretpostavke da on mora biti: poduzet svjesno – radi spašavanja, izveden razumno – ako je trošak opravdan i iz čina mora proisteci spas i korist.

Posebna havarija je svaka havarija koja ne ispunjava pretpostavke tj. elemente zajedničke havarije.

Mješovite havarije su one kod kojih iz jednog početnog uzroka nastupi više havarija od kojih jedne imaju osobine posebne, a druge imaju osobine zajedničke havarije.

Kapetanije, u većini zemalja, u slučajevima havarije imaju zadatak da vode postupak ispitivanja plovidbenih nesreća o čemu moraju sačinjavati propisanu dokumentaciju. Zapovjednik plovila kao i osobe koje su svjedočile plovidbenoj nezgodi dužni su događaj prijaviti najbližoj kapetaniji ili policijskoj ispostavi i navesti lokaciju, vrijeme i težinu havarije.

U slučaju havarije zapovjednik za potrebe kapetanije i inspekcijskih tijela priprema:

- izjavu uz koju prilaže i izjave članova posade koji su se nalazili u smjeni prilikom havarije,
- izvod iz brodskog dnevnika,
- skicu havarije i
- brodske isprave.

Nakon uvida u sve ovo i utvrđivanja činjenica prilikom izlaska na teren kapetanija sastavlja zapisnik i nalaže dalji postupak.

Onečišćenje vode u vodnom putu nastalo uslijed plovidbe i svih drugih aktivnosti u vezi s plovidbom i plovidbenom infrastrukturom predmet je posebne pažnje kako tijela za nadzor sigurnosti plovidbe tako i zapovjednika odnosno brodarka. S tim u vezi, i za potrebe ovog priručnika, navest će se samo najosnovnije obveze zapovjednika i posade kao i mjere i postupke za ublažavanje mogućih posljedica.

Zapovjednik i posada moraju poduzimati sve potrebne mjere kako bi se spriječilo onečišćenje vode usljed plovidbe i neophodno je da, u tom cilju, provode potrebne mjere i treninge za odgovarajuće postupanje u slučaju onečišćenja.

Nije dopušteno ispuštanje ili izlijevanje tvari, uključujući i ulja, koji mogu prouzročiti onečišćenje vode, a zapovjednik plovila, članovi posade i druge osobe na plovilu trebaju učiniti sve kako bi se onečišćenje izbjeglo. Nadalje, neophodno je količinu otpada koji nastaje na plovilu svesti na najmanju moguću mjeru, kao i da se u najvećoj mogućoj mjeri izbjegne svako miješanje raznih vrsta otpada.

U slučaju ispuštanja ili izlijevanja tvari koje mogu prouzročiti onečišćenje vode, zapovjednik plovila ima obvezu da o tome, bez odgode, izvijesti najbliže nadležno tijelo i što preciznije naznači položaj, količinu i vrstu tvari koje su ispuštene. Svako plovilo koje je prouzročilo onečišćenje ili otkrilo slučaj onečišćenja vode, mora na svaki mogući način i svim sredstvima o tome izvijestiti i tijela nadležna za postupanje u slučaju takvog događaja, kao i plovila koja se nalaze u blizini mjesta izlijevanja.

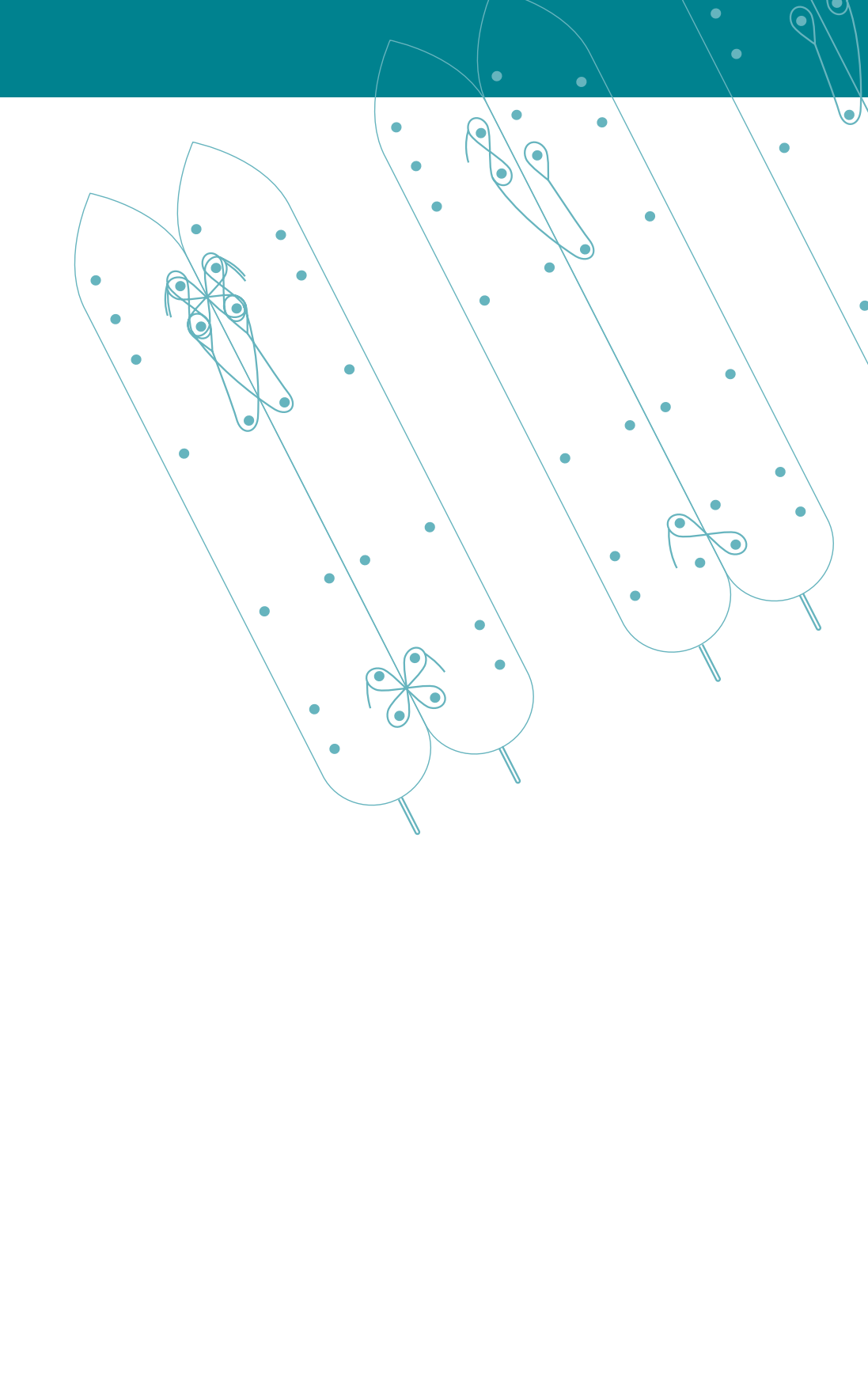
Treba isto tako voditi računa da se otpad nastao na plovilu treba sakupljati i predati, u skladu s nacionalnim propisima, u prihvatne stanice u lukama (ako postoje) ili na drugim mjestima određenima za prijam otpada koji nastaje na plovilu. Zapovjednik je odgovoran za vođenje i ažurnost „Knjige o uljima“ i mora osigurati njezinu dostupnost u slučaju da to zahtijevaju nadležna inspekcijska tijela.

Treba imati u vidu da je zabranjeno ispuštati zauljeni i mastan otpad u vodu, a kaljužna voda se, u pravilu, treba predati prihvatnim stanicama. Postoje situacije i iznimke od zabrana ispuštanja vode iz separatora za kaljužnu vodu u vodni put, kada je maksimalni sadržaj ostataka ulja nakon separacije dosljedno i bez prethodnog razblaživanja u skladu s nacionalnim zahtjevima, a u svakom slučaju manji od 5 mg/l.

Dozvoljeno je i pranje tankova i spremišta kako bi se odstranili ostaci tereta od tvari čije je ispuštanje u vodni put izričito dozvoljeno nacionalnim propisima. Sav kućanski otpad nastao na plovilu treba se prikupljati i, kada je to moguće, nakon razdvajanja papira, stakla, drugog materijala koji se može reciklirati te ostalog otpada, predati prihvatnim stanicama.

U pravilu je zabranjeno spaljivanje kućanskog otpada, taloga, židkog mulja i ostalog posebnog otpada na plovilu. Putnička plovila, koja ne posjeduju postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda, ne smiju u vodu ispuštati sanitarne otpadne vode. Zapovjednici tih plovila, trebaju voditi i redovno ažurirati „Knjigu sanitarnih voda“ koju su, na zahtjev, dužni dati na uvid nadležnim tijelima inspekcije.

Zapovjednici plovila koja prevoze opasne tvari obvezni su, u pravilu, o tome obavijestiti nadležna tijela država kroz koje plove jer pojedine zemlje mogu, u takvim slučajevima, zahtijevati pratnju takvih plovila ili konvoja tijekom ploidbe na svojem teritoriju.





7.

HIDROMETEOROLOGIJA

7.1 OPĆENITO O HIDROMETEOROLOGIJI

Hidrometeorologija je znanost o vodi u atmosferi, te povezuje problematiku hidrologije i meteorologije u hidrološkom ciklusu, odnosno kruženju vode u prirodi.

Potamologija je grana hidrologije koja proučava površinske tokove i njihove vodne režime. Ona uključuje hidrodinamiku te elemente ispiranja (erozije) i taloženja nanosa u vodotocima. U potamologiji se posebno ističu hidrografija, koja opisuje površinske vodene tokove i hidrometrija, odnosno tehnika mjerenja površinskih i podzemnih voda.

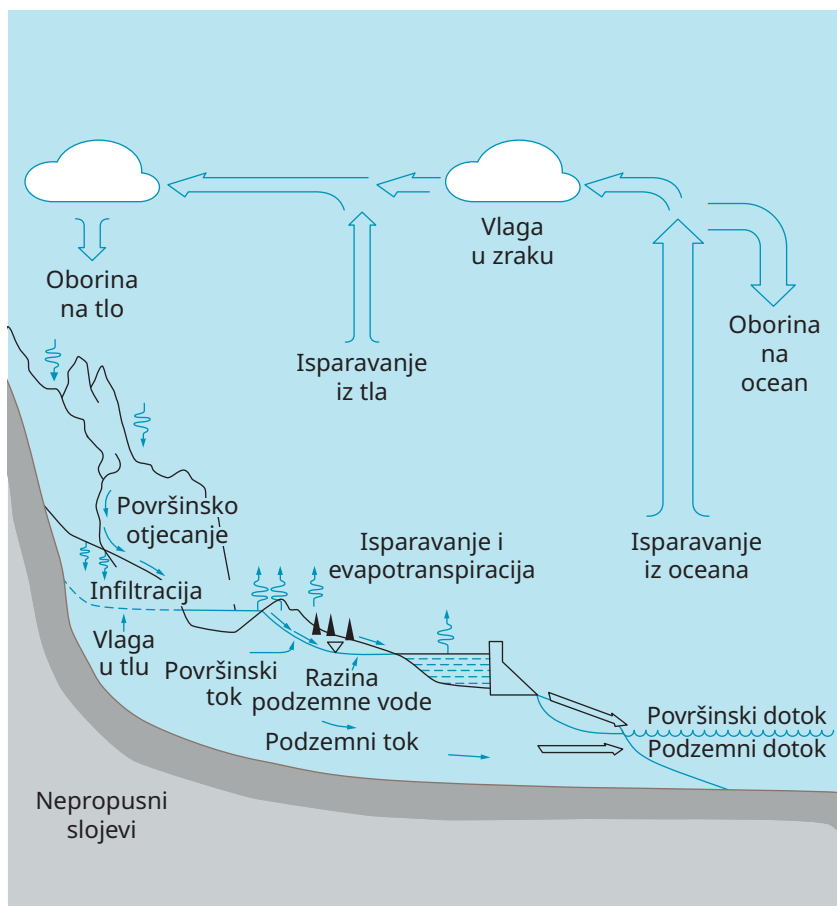
Limnologija je znanost o jezerima i slatkim vodama stajaćicama. U izučavanje voda koje miruju uključeni su hidrološki fenomeni, a naročito su naglašene analize utjecaja na okoliš.

Kriologija proučava vodu u njezinim čvrstim oblicima, npr.: led, tuču, snijeg i soliku.

Hidrologija podzemnih voda je grana hidrologije koja se bavi podzemnim vodama te njihovim pojavama i kretanjima u različitim uvjetima u litosferi. Ova se interdisciplinarna znanost sastoji pretežito od hidrologije i geologije, a bavi različitim pojavama i ponašanjem vode u podzemlju. Koriste se još i nazivi hidrogeologija, geohidrologija ili jednostavno podzemne vode, a upotrebljavaju se ovisno o tome koji se vid proučavanja želi naglasiti. Kod nas se najčešće koristi naziv hidrogeologija.

Prema tome, hidrologija je znanost koja se bavi analizama i studijama brojnih utjecaja vode u vezi s njezinim gibanjem i djelovanjem na živu i mrtvu prirodu. Ona proučava režime vode u atmosferi, na površini i

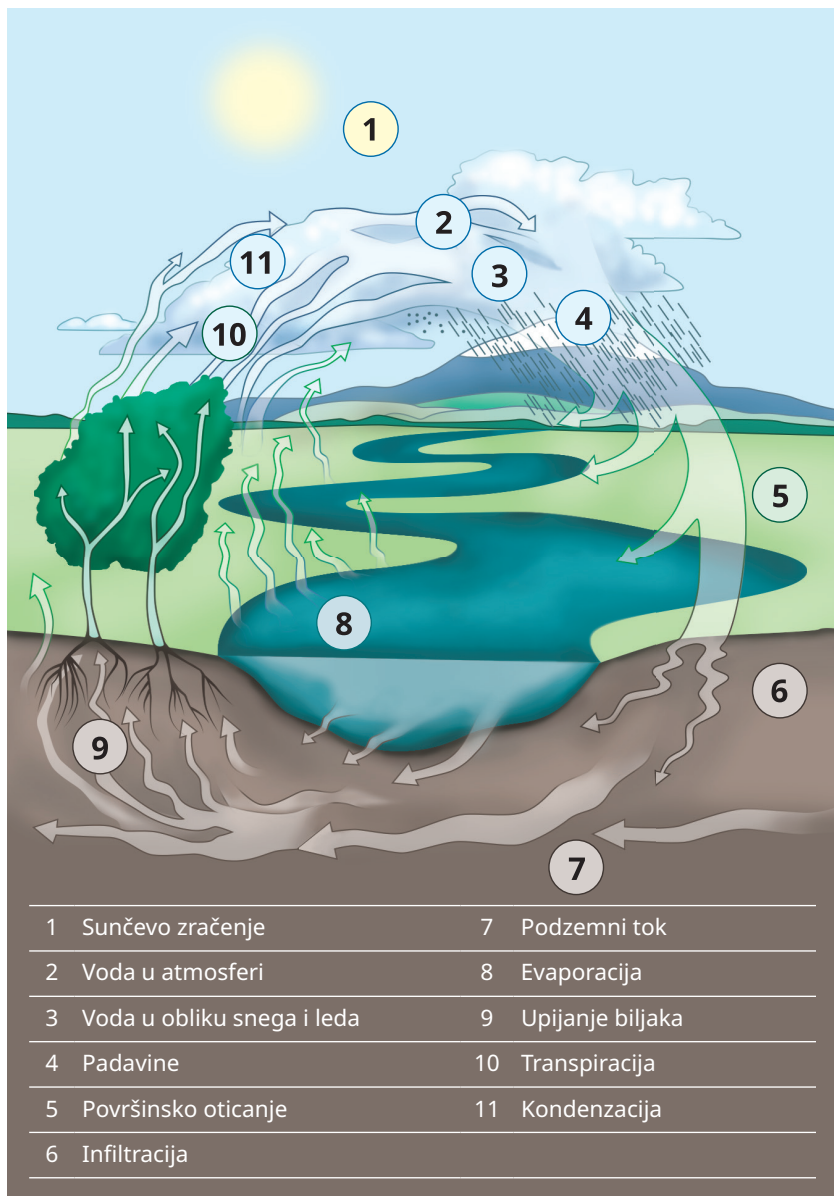
ispod površine Zemlje, bez obzira na agregatno stanje vode. U to su uključena motrenja i mjerenja pojedinih veličina u prirodi te razrade i analize tih podataka. Na temelju tih podataka i analiza izvode se mjero-davni zaključci o raspoloživim vodnim količinama i njihovoj raspodjeli u vremenu i prostoru.



Slika 84. Režim vode u atmosferi, na površini i ispod površine zemlje

Razlika između hidrologije i ostalih tehničkih disciplina je u tome što prirodne pojave koje proučava hidrologija ne podliježu tako strogim analizama, uobičajenim u inženjerskoj mehanici. U hidrologiji je područje razmišljanja vrlo široko, u hidrološkim se analizama koriste različite metode, a često se tek ocjenjuje realnost rezultata hidroloških izračuna.

Hidrološki ciklus zbiva se u Zemljinu sustavu: u atmosferi, hidrosferi (na površini) i litosferi (tvrdi sastav Zemlje ispod hidrosfere). Voda prodire u Zemlju prosječno do 1 km (u kršu i do 2–3 km), a u atmosferu do 15 km, pa se cijeli proces zbiva u amplitudi od oko 16 km.



Slika 85. Hidrološki ciklus

7.2 VODOSTAJI

Jedan od osnovnih parametara sigurnosti plovidbe je razina vodostaja rijeke. Od toga ovise gabariti plovnog puta (širina i dubina), brzina toka itd. Razina vode se neprestano mijenja i izravno ovisi o prilivu, veličini sliva rijeke, atmosferskom talogu, topljenju snijega i odlivu (brzini otjecanja).

Vodostaj je razina vode u danom trenutku u odnosu na kotu nule na određenom vodomjeru.

Vodomjer je izbaždarena skala u metričkoj mjeri. Podjela počinje s nultom oznakom, tako da ima pozitivnu i negativnu razdiobu. Po pravilu, nulta se točka vodomjera određuje prema višegodišnjem prosjeku niskih vodostaja promatranog mjesta. Nulta točka se fiksira na određenoj nadmorskoj visini. Da bi se izbjeglo minusno očitavanje, kod novih vodomjera, nulta točka se postavlja ispod najnižih vodostaja. Vodomjeri prema načinu postavljanja mogu biti vertikalni, kosi i stepenasti. Suvremeni su vodomjeri uglavnom automatski (limnigraf), satni vodomjeri itd.

Podatke o vodostaju daju mjerodavna državna tijela i agencije, a objavljuju se na državnim javnim servisima i web stranicama hidrometeoroloških zavoda. Također je uobičajeno da se kapetanije i riječno brodarstvo informiraju o vodostaju, a kapetanije o tome povremeno objavljuju svoja priopćenja.

Vodomjeri se postavljaju na vodomjernim postajama koje su uspostavljene na cjelokupnoj mreži unutarnjih voda. Da bi se na cjelovit način pratilo kolebanje vodostaja, vodomjeri su postavljeni na međusobnim udaljenostima od 50 do 100 km.

Na temelju dobivenih podataka o vodostaju i njegovom kretanju, tendenciji porasta ili opadanja i s malo teorijskog i praktičnog znanja nautičar će raspolagati informacijama kao što su:

- Uvjeti plovidbe u smislu jačine vodene struje, pokrivenost ada i sprudova vodom itd;
- Dubine vode iznad napera i drugih hidroregulacijskih objekata;

- Dubine vode na ulazima u rukavce rijeke;
- Moguća, u nautičkom smislu, neugodna iznenađenja u vidu ostajanja na suhom za vrijeme stajanja – noćenja, nasjedanja itd.;
- Mogućnost boravka u rukavcu rijeke bez opasnosti od pada vodostaja i „zarobljavanja“ (dubine su, u pravilu, najmanje na ulazima u rukavce).

Za svoje potrebe, kao improvizaciju, nautičar može napraviti priručni vodomjer kojim će ustanoviti porast ili opadanje vode, kao i tendenciju u oscilaciji vodostaja. Takav vodomjer se sastoji od jednog štapa ili letve pobodene blizu obale i broda, a radi preciznosti bi trebao biti zaštićen od valova.

Nautičarima koji vode brodski dnevnik preporučuje se upisivati i vodostaje za sektor kojim plove, u slučaju da ne vode poseban dnevnik vodostaja. Ovo je važno kako bi svoja nautička zapažanja i informacije dobivene od drugih vezali za mjerodavni vodostaj. Na primjer, utvrđena dubina u nekom rukavcu mora biti vezana za vodostaj određenog vodomjera.

Iz nautičkog kuta gledanja razlikujemo tri osnovna stanja vodostaja: nizak, srednji i visok. Prema postojećim pravilima tretiraju se niski i visoki plovidbeni nivo, o čemu će kasnije biti riječi.

7.2.1 Visoki vodostaj

Oscilacija vodostaja rijeke Save od najnižeg do najvišeg, može iznositi i 11 m, tako da se, između ostalog, izgled rijeke može značajno izmijeniti. Njegov nepovoljan utjecaj reflektira se kroz:

- Znatno veće vodene mase (brzina toka je veća). Ova pojava je više izražena u gornjem toku dok se dalje prema ušću njezin utjecaj smanjuje;
- Dezorijentaciju plovila zbog stvaranja velikih vodnih zrcala uslijed izlivanja rijeka iz korita;
- Opasnost za male brodove i glisere od predmeta koje je voda podigla i nosi s poplavljenih obala;

7.2.2 Niski vodostaj

Karakteristika niskog vodostaja je ograničavanje gabarita plovnog puta (širine i dubine) što veoma nepovoljno utječe na sigurnost plovidbe. Plovila moraju ploviti s manjim konvojima i reduciranim gazom, a rezultat svega je da susretanja u krivinama i tjesnacima postaju opasna.

Međutim, pri niskim vodostajima rijeka prikazuje sve svoje bogatstvo i ljepotu, nepregledne sprudove, brzina vode je minimalna a pristup obalama i adama lak, dok su svi hidroregulacijski objekti vidljivi. To razdoblje je idealno za dobro upoznavanje plovnog puta.

Nizak vodostaj ne utječe na sigurnost plovidbe čamaca pod uvjetom da se poduzmu sve mjere predostrožnosti, naročito za male brodove čiji su gabariti bliže maksimalnima i čiji gaz prelazi 0,5 metara.

7.2.3 Mjerenje vodostaja

Vodostaji na rijekama, jezerima i akumulacijama mogu se koristiti neposredno za prognoziranje dotoka, pri određivanju površina ugroženih poplavom, kao i za projektiranje objekata smještenih na samoj rijeci ili u njezinoj blizini.

Razine vode ili vodostaji predstavljaju promjene u visini vodnog zrcala (lica) na vodotocima, jezerima i drugim vodnim resursima, izraženi u odnosu na određeni visinski reper, apsolutni ili relativni. Vodostaji se mjere obično s točnošću od ± 1 cm, a za posebne namjene i preciznije.

U hidrometrijskoj praksi koristi se nekoliko vrsta uređaja za mjerenje vodostaja:

- Uređaj bez automatskog zapisa;
- Mjerni uređaj s automatskim zapisom (limnigraf).

Pod uređajima bez automatskog zapisa smatraju se graduirane vodomjerne letve (vodokazi) s podjelom na 2 cm. Vodokazne letve se najčešće izrađuju od lijevanog željeza, emajliranog lima, plastike, aluminija itd. Najčešće su u upotrebi:

- Vertikalna graduirana mjerna letva;
- Stepenasto postavljen vodokaz i
- Kosi vodokaz.

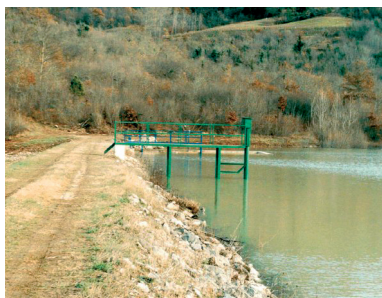
Danas je u upotrebi veći broj raznih tipova limnigrafa. Oni se mogu podijeliti prema načinu pokretanja i prema načinu zapisa.

Osnovni tipovi limnigrafa:

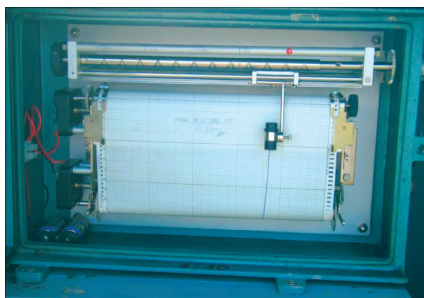
- s plovkom,
- tlačni,
- sa senzorom.

Uobičajena konstrukcija koja se često koristi sastoji se od učvršćene vertikalne cijevi iznad vodotoka i pristupnog mosta (otočni tip) ili učvršćena na obali i spojena vodoravnom cijevi s vodotokom (bunarski tip). U vertikalnoj cijevi nalazi se plovak i kontrateg spojen s osovinom limnigrafa tankom čeličnom sajlom. Pisač spojen preko više zupčanika s osovinom limnigrafa kontinuirano zapisuje vodostaj vodotoka u željenim omjerima na papirnu traku (limnigram) koju pokreće satni mehanizam.

U općoj su upotrebi također razne vrste limnigrafa koji se pokreću pomoću tlaka plina (tlačni limnigraf). Oni rade na principu da je hidrostatski tlak u nekoj točki u koritu vodotoka izravno proporcionalan visini stupca vode iznad te točke. Više takvih uređaja koristi pročišćeni plin (dušik) za prijenos tlaka do mjernog uređaja. Male količine zraka ili plina (dušika) propuštaju se da izlaze u vodotok kroz cijev odnosno kroz poseban naglavak na izlaznom mjestu u koritu. Tlak zraka ili plina koji izlazi u vodu mjeri se na mjernom uređaju gdje se sustavom tlačne vage pretvara u zaokret osovine limnigrafa što omogućuje mehanički zapis vodostaja.



Slika 86. Limnigraf



Slika 87. Ispisivač zapisuje vodostaj na papirnu traku – limnigram

Glavna prednost tlačnih limnigrafa je u tome da ne trebaju vertikalnu cijev i da nisu osjetljivi na manje količine taloženog nanosa. Oba tipa limnigrafa smatraju se za mehaničkim analognim uređajima s grafičkim zapisom vodostaja. Zapis vodostaja može se pretvoriti iz analognog u digitalni oblik. U novije vrijeme sve se više koriste limnigrafi (automatski elektronički registratori) s mogućnošću memoriranja podataka u digitalnom zapisu. Vremenski interval zapisa može se prethodno odabrati. Prikupljeni podaci prebacuju se u prijenosno računalo putem, za to predviđenog, priključka ili beskontaktnim infracrvenim čitačem. Pomoću radio valova ili telemetrijskim putem podaci se mogu slati na željena zbirna mjesta.

Uz sve vrste limnigrafa mora se uspostaviti vodokaz koji služi kao mjerodavni (referentni) pokazatelj visine vodostaja u radu limnigrafa.

7.2.4 Vodomjerne postaje

Svrha vodomjernih postaja sastoji se u sustavnom praćenju i registriranju vodostaja na nekom mjestu vodotoka.

Izbor lokacije za što povoljniji smještaj vodomjerne postaje treba zadovoljiti slijedeće kriterije:

- Potez vodotoka 100 m uzvodno i nizvodno od postaje mora biti ravan;
- Cijeli vodotok je koncentriran u koritu kod svih vodostaja i nema zaobilaznog tečenja;
- Korito nije podložno eroziji niti taloženju, a također nema ni vodnog raslinja;
- Obale su stabilne, dovoljno visoke za slučaj poplavnog vala i nisu obrasle grmljem;
- Nepromjenljiv prirodni kontrolni objekt prisutan u obliku brzaka, stabilnog stjenovitog korita za male vode ili kaskada (stepenica) koji ostaje nepotopljen i kod svih vodostaja. Ukoliko ne postoji takav zadovoljavajući prirodni kontrolni objekt, trebalo bi razmisliti o gradnji umjetnog;
- Lokaciju postaje treba izabrati neposredno uzvodno od kontrolnog objekta;

- Vodomjerna postaja mora biti sagrađena dovoljno uzvodno od ušća drugog vodotoka kako bi se izbjegao utjecaj uspora;
- Izbor lokacije mora, osim gornjih uvjeta, olakšati izgradnju postaje kao i budući rad na njoj.

U velikom broju slučajeva neće biti moguće zadovoljiti sve te kriterije pa će tada trebati prosuditi koji je relativno najbolji položaj za hidrološku postaju.

Redni broj	Vrsta	Naziv	Rijeka	Stacionaža (rkm)	obala	Kota „0“ mnm
1.	Letva, limnigraf	Crnac	Sava	588,2	desna	91,34
2.	letva	Gušće	Sava	572,0	lijeva	89,04
3.	Letva, limnigraf	Jasenovac	Sava	516,2	lijeva	86,82
4.	Letva, limnigraf	Stara Gradiška	Sava	467,0	lijeva	85,39
5.	Letva, limnigraf	Mačkovac	Sava	451,3	lijeva	83,64
6.	Letva, limnigraf	Davor	Sava	423,8	lijeva	82,78
7.	Letva, limnigraf	Slavonski Brod	Sava	371,3	lijeva	81,80
8.	Letva, limnigraf	Slavonski Šamac	Sava	314,3	lijeva	80,70
9.	Letva, limnigraf	Županja	Sava	267,5	lijeva	76,28
10.	Letva	Brčko	Sava	228,8	stup mosta	76,62
11.	Automatska dojava	Gunja	Sava	228,5	lijeva	74,32
12.	digitalno	Jamena	Sava	204,8	lijeva	72,44
13.	digitalno	Sremska Mitrovica	Sava	139,24	lijeva	72,22
14.	digitalno	Šabac	Sava	106,28	desna	72,61
15.	digitalno	Beljin	Sava	67,53	desna	69,50
16.	digitalno	Beograd	Sava	0,82	desna	68,28

Tablica 6. Pregled važnijih vodomjernih postaja

7.2.5 Izračun dubine pomoću vodostaja

Ako je poznata dubina na nekom sektoru pri nultoj točki i ako imamo trenutajući vodostaj vodomjerne postaje prema kojemu se taj sektor „ravna“, to su nam dovoljni parametri za izračun dubine.

Primjer: Pri vodostaju „0“ na profilu Slavonski Šamac na plićacima kroz taj sektor imamo 240 cm.

Primjer 1:	
Vodostaj Šamac je +50, kolika je dubina na plićacima?	
Vodostaj	+ 50
Pri „0“ ima	+ 240

UKUPNO:	+ 290
Dubina na plićacima u ovom primjeru iznosi +290 cm.	

Primjer 2:	
Vodostaj	- 100
Pri „0“ ima	+ 240

UKUPNO:	+ 140
Dubina na plićacima u ovom konkretnom primjeru iznosi + 140 cm.	

7.2.6 Određivanje visine prolaza ispod mostova

Za sigurnost prolaza plovila ispod konstrukcije mosta ili čeličnog užeta razapetog preko rijeke (skela, el.vodovi itd.) potrebno je znati njihovu visinu iznad vodene površine pri nultoj točki odgovarajuće vodomjerne postaje i visinu najviše nepokretne točke plovila. Visine žica i mostova navedene su u daljinaru, a visina broda od dna do najviše nepokretne točke u brodskoj svjedodžbi. Prema tome, visina broda je ovisna o gasu broda.

Visina nadgrađa plovila može predstavljati smetnju pri prolazu ispod mosta, a karakteristične su:

1. visina jarbola,
2. visina radarske antene,

3. visina najviše točke (opreme broda ili nadgrađa) pri spuštenom jarbolu. Ova točka može biti pokretna, tj. može se ukloniti, npr. krmarska kućica se može rastaviti, stup – kolo uređaja za krmarjenje kod pojedinih plovila se može položiti, itd.,
4. visina najviše nepokretne točke (F.P. „fikspunkt“). Ova točka je sastavni dio konstrukcije plovila i ne može se ukloniti, na primjer, postolje radarske antene.

Ako od visine konstrukcije mosta (pri nuli na vodomjeru) oduzmemo visinu vodostaja u momentu prolaska plovila, dobijemo slobodnu visinu mosta. Prema toj slobodnoj visini odlučujemo može li plovilo proći i što se sve mora ukloniti za siguran prolaz.

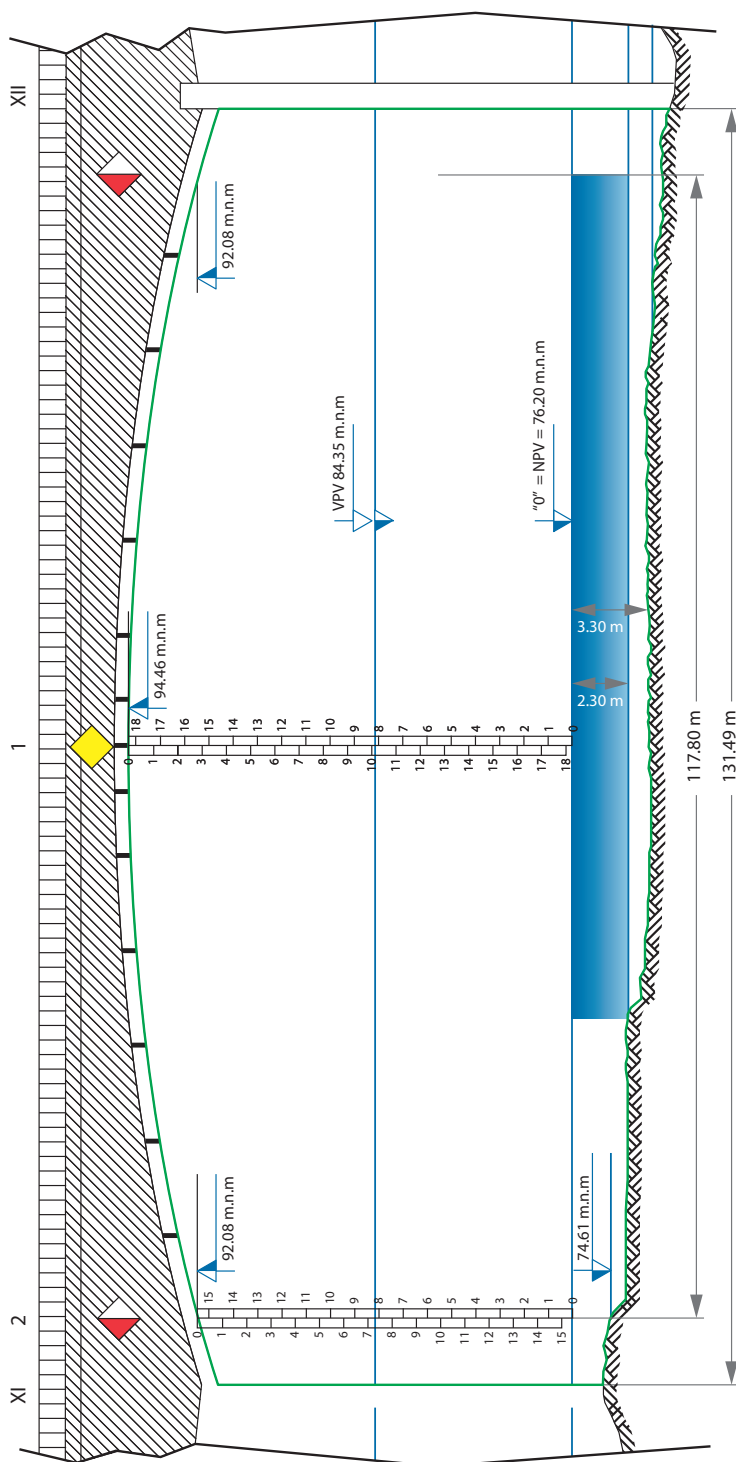
Radi lakšeg razumijevanja navedenog, obradit ćemo jedan konkretan primjer:

Plovilo „Učka“ treba proći ispod mosta u Beogradu čija je visina 12,62 m iznad nule. Vodostaj na vodomjeru u Beogradu toga dana pokazuje +550 cm. Najviša nepokretna točka mjerena od dna korita broda iznosi 7,06 m. U trenutku prolaska ispod mosta, brod s teretom ima gaz od 150 cm.

Korisna visina pri koti „0“ mjerodavne VS	12,62
Vodostaj na VS Beograd	<u>5,50</u>
Korisna visina ispod mosta	7,12
Najviša nepokretna točka (H _m)	7,06
Gaz broda (T)	<u>1,50</u>
Visina nepokretne točke u trenutku prolaska broda	5,56
Korisna visina ispod mosta	7,12
Visina nepokretne točke u trenutku prolaska broda	<u>5,56</u>
Slobodan prostor	1,56 m

Posljednja brojka nam pokazuje koliki je razmak između najviše poznate točke i donjeg ruba konstrukcije mosta, što znači da brod može proći ispod mosta, jer ostaje još 1,56 metara slobodnog prostora.

Slika 88.
Album mostova –
plovibeni otvor u
prikazu
podesnom
za proračun



Pri prolasku ispod mostova treba biti vrlo pažljiv. Promjenu gaza i vodostaja treba uzeti s izvjesnom rezervom, jer se ti podaci ponekad ne mogu potpuno točno izračunati. Gaz se može pogrešno očitati uslijed valova ili kretanja broda, a vodostaj pri većem nadolasku vode može pretrpjeti znatne izmjene u vremenu proteklom od čitanja. Osim toga, niti podaci za visinu pojedinih mostova nisu posve točni.

Ukoliko iz bilo kojeg razloga nismo sigurni u mogućnost prolaska broda ispod mosta, provjera se može obaviti na licu mjesta. To se izvodi sa samog mosta ili promatranjem samog plovila. Ako je prilaz na most slobodan, visina mosta do nivoa vode mjeri se užetom na koje je obješen uteg (obično izbacračem). U pravilu, ovo mjerenje se izvodi kada brod stoji u blizini mosta, te se u slučaju nepovoljnog rezultata može odustati od prolaska kroz most.

Provjera na plovilu se obavlja na slijedeći način: u uzvodnom putovanju plovilo se približava mostu smanjenom brzinom i u njegovoj blizini se održava u mjestu („lavira“) pomoću strojeva.

Nišanjenjem preko najviše nepokretne točke i jedne istaknute točke na brodu iste visine, koje se usmjerava na donji rub konstrukcije mosta, može se odrediti slobodna visina. Drugi, sigurniji način radi se tako da se s prednjeg dijela broda, koji se nalazi ispod mosta, pomoću jedne motke – dubinomjerom (lecom), ili odbijačem izmjeri visina.

U nizvodnom putovanju plovilo se mora okrenuti uzvodno, i to uzvodno od mosta, pa se spuštanjem niz vodenu struju brod postavlja na potrebnom razmaku za mjerenje. Ako je vodena struja jaka, potrebno je plovilo prvo usidriti uzvodno od mosta te ga potom ispuštanjem sidrenih lanaca i radom stroja dovesti na potreban razmak za mjerenje. Razumljivo je da se ovaj manevar obavlja bez vuče. U slučaju da je plovilo doplovilo s vučom, vuča se obvezno otkači i usidri uz obalu.

Ako je nepokretna točka viša za nekoliko centimetara od slobodnog prolaza ispod mosta, plovilo se može opteretiti balastom (utovarom teških predmeta ili puštanjem vode u dno korita) i time povećati gaženje do potrebne mjere koja dozvoljava njegov prolaz ispod mosta.

7.3 METEOROLOGIJA I OPĆE METEOROLOŠKE POJAVE

Temperatura zraka: je stupanj zagrijanosti, a mjeri se termometrima, koji su ispunjeni živom ili alkoholom, smještenim u zasjenjenom prostoru na 2 m iznad površine zemlje. Pri mjerenju temperature zraka koristi se Celzijeva (°C) temperaturna ljestvica od 100 stupnjeva, kod koje je za 0 uzeta temperatura topljenja leda, a za +100 ključanje vode pri normalnom tlaku zraka.

Horizontalna raspodjela temperature ovisi o sunčevoj toplini i sastavu zemljine površine. Na raspodelu temperature znatno utječu kopno i more tj. more smanjuje periodična kolebanja, a kopno ih povećava.

Temperatura zraka s visinom opada do troposfere, a zatim se neznatno mijenja. Ponekad, u nekim slojevima, temperatura s visinom raste (inverzija) ili se ne mijenja (izotermija). Veličina koja karakterizira promjene temperature s visinom zove se vertikalni gradijent, čija srednja vrijednost iznosi 0,65 °C na svakih 100 m visine.

Atmosferski tlak: je sila koja djeluje na jedinicu horizontalne površine, a jednaka je težini stupa zraka koji se rasprostire od tla do gornje granice atmosfere. Atmosferski tlak se najčešće mjeri živinim barometrom u kojem se visina živinog stupca uravnotežuje s težinom stupca zraka i izražava u milimetrima živinog stupca (mm) ili milibarima (mb) što je danas osnovni način izražavanja tlaka.

Standarni (normalni) tlak, koji se još zove i fizička atmosfera, uvjetno se uravnotežuje s težinom živinog stupca visine 760 mm, presjeka 1 cm² pri temperaturi 0 °C na 45° sjeverne geografske širine, gdje je ubrazanje sile zemljine teže na razini mora jednako 980,655 cm/s² i odgovara 1013,27 mb. Uslijed stišljivosti zraka atmosferski tlak opada s visinom i to u prizemnom sloju brže, a na većim visinama sporije. Vertikalni razmak, na kojem se tlak zraka promijeni za 1 mb, zove se barometarska stepenica. Njezina veličina ovisi o tlaku i temperaturi. S povećanjem tlaka i opadanjem temperature ona se smanjuje, a povećava se porastom temperature i opadanjem tlaka. Do visine od 3000 m barometarska stepenica iznosi približno 10 m.

Atmosferski tlak se mijenja i u horizontalnom pravcu. Veličina koja karakterizira tu promjenu zove se horizontalni barski gradijent, a usmjeren je pravokutno na izobaru u pravcu opadanja tlaka. Njegova veličina se mjeri u milimetrima ili milibarima na razmaku od 100 km.

Gustoća zraka: je odnos mase zraka prema zapremini koju zauzima. Gustoća zraka se može izračunati ako su poznati tlak i temperatura. Gustoća raste kada opada temperatura, a raste tlak i obrnuto.

Međunarodna standardna atmosfera (ISA) – predstavlja uvjetnu raspodjelu srednjih veličina osnovnih fizičkih parametara izmjerenih na razini mora i geografskoj širini 45°, pri temperaturi 1°C, tlaku 760 mm, specifičnoj težini 1,25 kg/m³. Temperatura u ISA opada na svakih 100 m za 0,65 °C do 11.000 m visine. Od 11.000 – 25.000 m temperatura je stalna i iznosi –56,5°C.

Atmosferska fronta: je granična površina između dvije zračne mase različitih fizikalnih osobina. Na sinoptičkoj karti se ucrtava na mjestu gdje se sijeku frontalna površina i površina zemlje. Ucrtavanje se izvodi linijom odgovarajuće boje i ta se linija naziva linija fronte. Fronte se dijele na dva osnovna tipa:

Hladna fronta: nastaje u slučaju kretanja hladnog zraka u pravcu toplog, prilikom čega topli zrak odstupa a zamjenjuje ga hladni. Ovakva fronta donosi zahlađenje.

Topla fronta: nastaje kada se topli zrak kreće u pravcu hladnog, hladni zrak odstupa a zamjenjuje ga topli. Ovakva fronta donosi zatopljenje.

Postoje još tzv. složene fronte ili fronte *okluzije*, koji nastaju spajanjem tople i hladne fronte. Ako je zrak iza hladne fronte hladniji, onda je to hladna fronta okluzije. Ako je hladan zrak iza hladne fronte topliji od hladnog zraka ispred tople fronte, onda je to topla fronta okluzije. U početnom razdoblju stvaranja meteorološki uvjeti na ovim frontama mogu biti vrlo složeni. Pri daljnjem potiskivanju toplog zraka na visinu, fronte okluzije se rasplinjuju.

U odnosu na geografsku raspodjelu zračnih masa, fronte mogu biti:

arktička, koja dijeli arktički i polarni zrak;

polarna, koja dijeli polarni i tropski zrak;

tropska, koja dijeli tropski i ekvatorijalni zrak.

Kod tople fronte se na 800–1000 km ispred linije fronte pojavljuju Cirusi, zatim Cirostratusi i Altostratusi te na kraju Nimbostratusi. Debljina Cirusa i Cirostratusa iznosi 1–2 km, Altostratusa 2–4 km, a Nimbostratus ima veliku vertikalnu razvijenost. Umjereno do jako zaleđivanje javlja se u Nimbostratusu, posebice pri velikoj vodnosti oblaka i niskim temperaturama.

Zona padalina rasprostire se ispred linije fronte, ljeti na 200–300 km, a zimi i do 400 km. Ispred fronte se ponekad stvara magla čija širina doseže i do 200 km.

Ciklona i anticiklona: neravnomjerna raspodjela atmosferskog tlaka uvjetuje postojanje barskih sustava. Možemo izdvojiti dva osnovna tipa barskih sustava i to:

ciklona ili područje niskog atmosferskog tlaka i

anticiklona ili područje visokog atmosferskog tlaka.

Tlak zraka u ciklonama je najmanji u centru, dok se od centra prema periferiji povećava. Na sjevernoj hemisferi strujanje zraka u cikloni je ka centru i smjeru suprotnom kazaljci na satu. Tlak zraka u anticiklonama je najveći u centru, a strujanje zraka je od centra ka periferiji u smjeru kretanja kazaljke na satu.

Pored opisanih osnovnih tipova barskih sustava, postoje i sporedni barski sustavi i to:

- *dolina*: izduženi dio od centra ciklone koji se nalazi između dva područja visokog atmosferskog tlaka;
- *greben*: izduženi dio od centra anticiklone koji se nalazi između dva područja niskog atmosferskog tlaka;
- *sedlo*: je barsko područje između dvije unakrsno raspoređene ciklone i anticiklone.

Tlak zraka se neprestano mijenja po vremenu i prostoru zbog čega se i barski sustavi mijenjaju, premiještaju i mijenjaju svoj intenzitet.

Ciklon i anticiklon se kreću prosječnom brzinom 30–40 km/h, a obično traju 1–2, a najviše 7 dana. Atmosferske fronte se stvaraju u cikloni, te je vrijeme u cikloni uglavnom uvjetovano frontalnim oblačnim sustavima i padalinama.

Vlažnost zraka: razmatramo kao apsolutnu i relativnu.

Apsolutna vlaga: je količina vodene pare koja se nalazi u 1 m^3 zraka izražena u gramima.

Relativna vlaga: je odnos količine vodene pare koja se trenutno nalazi u zraku prema maksimalnoj količini vodene pare koju bi zrak mogao primiti i izražava se u postocima. U suhom zraku ona iznosi 0%, a u zasićenom 100%. Relativna vlažnost pokazuje stupanj zasićenosti zraka vodenom parom.

Temperatura zraka pri kojoj stvarna količina vodene pare zasićuje zrak i prelazi u tekuće stanje naziva se temperaturom točke rošnja. Najvažnija osobina vodene pare je prijelaz iz jednog u drugo agregatno stanje i ono može biti:

- prijelaz u tekuće stanje ili kondenzacija i
- prijelaz u čvrsto stanje ili sublimacija.

Osnovni uzrok tome je hlađenje zraka koji je zasićen vodenom parom.

Vjetar: je kretanje zraka u približno horizontalnom pravcu, a kao linearnu veličinu karakteriziraju ga smjer i brzina. Pravac vjetra se određuje prema strani svijeta iz koje puše i označava se stupnjevima. Npr. smjer vjetra iz 360° znači da vjetar puše sa sjevera. Brzina vjetra se izražava u metrima u sekundi (m/s) ili kilometrima na sat (km/h). Prizemni vjetar se mjeri pomoću anemometara i električnih vjetrokaza, a na visinama pomoću pilot-balona i radio sonde. Uslijed djelovanja devijacijske sile, sile trenja, sile teže i centrifugalne sile prizemni vjetar puše pod izvjesnim kutem u odnosu na izobare, skrećući u stranu niskog atmosferskog tlaka.

Karakteristična osobina vjetrova je refulnost. Naročito u sloju trenja vjetar puše na udare (mahove), a brzina može varirati u 1–2 sekunde i do 50% na jednu ili drugu stranu od srednje vrijednosti. Vihorni karakter kretanja zraka naziva se turbulentnim kretanjem.

Oblaci: se prema međunarodnoj klasifikaciji dijele na 10 redova i to: Cirrus (Ci), Cirro-kumululus (Cc), Cirrostratus (Cs), Alto-kumululus (Ac), Altostratus (As), Nimbostratus (Ns), Stratokumululus (Sc), Stratus (St), Kumulus (Cu) i Kumulonimbus (Cb).

Prema visini na kojoj se javljaju oblaci se dijele na: visoke, srednje i niske.

- Visoki: Cirus, Cirrokumulus i Cirrostratus;
- Srednje visoki: Altostratus i Altokumulus;
- Niski: Stratokumulus, Stratus;
- Oblaci vertikalnog razvoja: Kumulus, Kumulonimbus i Nimbostratus.

Količina oblaka ili stupanj pokrivenosti neba oblacima određuje se u osminama. Npr. 8/8 znači da je nebo potpuno prekriveno oblacima, 4/8 znači da je nebo prekriveno za 50% itd. Male visine oblaka (50–200 m) zapažaju se na atmosferskim frontama i u zoni padalina. Prostori između oblaka veoma su različiti i izloženi čestim promjenama.

Padaline su čestice vode koje padaju iz oblaka na zemljinu površinu i mogu biti:

- dugotrajne, ako padaju iz Nimbostratusa i Altostratusa;
- sipuće, ako padaju iz Stratokumulusa i Stratusa i
- pljuskovite, ako padaju iz Kumulonimbusa, i često su praćene olujom.

Atmosferske padaline koje padaju iz oblaka koji su povezani atmosferskim frontama zovu se frontalne, a padaline koje padaju iz oblaka koji nastaju unutar jednorodnih zračnih masa su unutarmasovne padaline.

Padaline se dijele na čvrste, tekuće i mješovite, a najčešće se sreću kao:

- dugotrajna umjerena kiša čije su kapi srednje veličine;
- pljusak kiše u vidu krupnih kapi, jak intenzitet, iznenadni početak i prestanak;
- sipuća kiša u vidu sitnih kapi i veoma male brzine padanja;
- dugotrajni snijeg u vidu pahuljica umjerenog intenziteta;
- pljusak snijega u vidu krupnih pahuljica, jak intenzitet, iznenadan početak i prestanak;
- mokri snijeg u vidu mješavine kiše i snijega (susnježica);
- ledena kiša u vidu prozirnih kuglica leda, promjera 1–3 mm;
- snježna krupa pada u obliku bijelih zrna promjera 2–5 mm i
- tuča u vidu ledenih kuglica i komada leda nepravilnog oblika i različitih veličina.

Magla predstavlja skup najsitnijih kapi vode ili ledenih kristala koji lebde u prizemnom sloju zraka, prilikom čega je horizontalna vidljivost manja od 1 km. Ako je vidljivost od 1–10 km onda to stanje nazivamo sumaglicom. Magle nastaju uslijed hlađenja prizemnog zraka do temperature točke rošenja prilikom čega nastaje kondenzacija. Debljina sloja magle se koleba od nekoliko metara do nekoliko desetina metara. Najčešće se stvara iza ponoći i u ranim jutarnjim satima, a razilazi se tijekom prijepodneva.

Zračne mase predstavljaju ogromne količine zraka koje zahvaćaju velika prostranstva u kojima se meteorološki elementi u horizontalnom pravcu ravnomjerno mijenjaju. Po mjestu stvaranja, odnosno po svom podrijetlu, zračne mase mogu biti kontinentalne i morske. Prema općoj klasifikaciji mogu biti:

- *hladne* zračne mase su one koje se kreću u topliju sredinu i donose zahlađenje;
- *tople* zračne mase su one koje se kreću u hladniju sredinu i donose zatopljenje i
- *lokalne* zračne mase su one koje se nalaze u mjestu stvaranja, a pri kretanju mogu postati tople ili hladne.

Prema geografskoj klasifikaciji zračne mase mogu biti: *arktičke, umjerenе, tropske i ekvatorijalne*. Svaka od ovih zračnih masa može biti morska ili kontinentalna, ovisno o mjestu nastanka (stvaranja).

Grmljavine i snažni udari vjetra su atmosferske pojave koje su povezane s Kumulonimbusima, praćene električnim pražnjenjem u obliku munje uz snažan efekt pucnja groma i pljuskovitim padalinama.

Grmljavine se stvaraju:

- pri nejednakom zagrijavanju donjeg sloja zraka,
- pri brzom dizanju toplog, a pri nastupanju hladnog zraka u atmosferskoj fronti i
- pri dizanju zraka duž planinskog grebena.

Munja je električno pražnjenje između nabijenih polja različitog električneta, a nastaje kada u Kumulonimbusu napon električnog polja dostigne 10.000 V na 1 cm². Pražnjenje se odvija između različitih oblaka

i njihovih dijelova, kao i između oblaka i zemlje. Električna pražnjenja mogu biti u vidu linijskih i loptastih munja.

Grom (prasak) nastaje zbog toga što se zrak u kanalu pražnjenja brzo širi, jer se naglo zagrijava. Prasak groma se čuje na daljinu do 35 km, a ponekad i do 50 km.

7.4 METEOROLOŠKE I ASTRONOMSKE POJAVE VAŽNE ZA UNUTARNJU PLOVIDBU

Vjetar je svakako jedan od faktora koji nepovoljno utječu na plovību. U ovisnosti o jačini i smjeru vjetra (osim jedrenja i to u određenim uvjetima) plovība malim plovilima za posadu i ukrcane osobe može postati neugodna, naročito prilikom jakog valjanja plovila. Za vrijeme izuzetno snažnih vjetrova, malim brodovima može biti ugrožen stabilitet i plovnost.

Najčešći vjetrovi na Savi (donji tok) su košava – istočni i jugoistočni vjetar te sjeverac – sjeveroistočni vjetar. U gornjem toku vjetrovi su slabije izraženi dok u ljetnjim mjesecima, ekstremno, dolazi do povremenih ciklonskih nepogoda s orkanskom snagom.

Informacije o vjetrovima i njihovom intenzitetu mogu se dobiti od hidrometeoroloških zavoda, brodarskih kompanija, plovila u pokretu te lučkih kapetanija.

Ograničena vidljivost: Magla, vijavica, vrlo slaba vidljivost (tonja), pljuskovi i drugi uzroci stvaraju uvjete ograničene vidljivosti. Najteži slučaj je magla, koja vidljivost može smanjiti tako da se s mosta ne vidi pramac broda.

Iskustvo je pokazalo, a i pravila plovíbe nalažu obvezno korištenje radara, dok je za konvoje koji plove nizvodno, u slučaju magle, daljnja plovība zabranjena. Do pojave radara u šali se govorilo „Magla pala – lađa stala“.

Bez obzira na svu suvremenu opremu plovība u uvjetima magle provodi se uz primjenu pojačanih mjera opreza. Općenito, plovība čamcima se pri vidljivosti manjoj od 10 metara ne preporučuje. Pri

ovakvim vremenskim prilikama se gubi orijentacija odnosno osjećaj da li se plovilo kreće uzvodno, nizvodno ili prema obali pri čemu manja plovila mogu doživjeti havariju nalijetanjem na hidroregulacijske objekte, konvoje u plovidbi ili stajanju, stup mosta itd.

Zapovjednik malog plovila, u uvjetima ograničene vidljivosti, a naročito pri magli, ne smije potcijeniti takve uvjete plovidbe i mora poduzeti odgovarajuće mjere predostrožnosti. Prilikom donošenja odluke o isplovljenju minimalan uvjet bi bio da se vidi druga obala, dok bi se za vrijeme plovidbe morala vidjeti barem jedna obala. Ako magla „zatvara“ i gube se obje obale odmah treba pribjeći manevru zaustavljanja i postavljanja izvan plovnog puta. Ukoliko plovilo ima sidro ono se, u povoljnom trenutku, obvezno obara i, kada sidro zadrži (uhvati), plovilo se postavlja u položaj uzvodno. Osluškiivanjem zvukova na obali ili uspostavljanjem kontakta s osobom na obali utvrđuje se preciznije pozicija. Nakon toga može se, veoma pažljivim manevrima, obaviti korekcija položaja odnosno prilaznja obali.

Noć otežava plovidbu zbog smanjene vidljivosti naročito kada je bez mjesečine, tmurna, s kišom, snijegom ili izmaglicom. Plovni put i brodovi označeni su svijetlećim oznakama za raspoznavanje. Reflektori se koriste samo povremeno, da se provjeri udaljenost od obale ili neka prepreka. Nautičari bez iskustva u plovidbi i poznavanju rijeke trebali bi izbjegavati samostalnu noćnu plovidbu.

Led je jedna od najvećih prepreka za plovidbu, međutim, iako je na rijeci Savi ozbiljnija pojava leda jako rijetka, ovu ćemo pojavu razmotriti radi opće plovidbene kulture i korisnih saznanja. Iako mjestimično formiranje leda (10–15%) u pokretu, za veća plovila i konvoje ne predstavlja opasnost, to ne važi za plovila slabije konstrukcijske izvedbe, ploveće kućice, restorane na vodi, pristane, manja plovila i čamce.

Pred svako nadolazeće zimsko razdoblje obavljaju se pripreme za sklanjanje plovila u zimovnike ili zimska skloništa (riječni rukavci s mirnijom vodom), na koje tok rijeke ne utječe direktno.

Pred neposredno formiranje leda u pokretu, s rijeke se uklanja sustav obilježavanja (plovne oznake) kako bi se zaštitio od uništenja. Zbog toga plovidba postaje otežana, a plovila plove samo na osnovu postavljenih obalnih svijetlećih i nesvijetlećih oznaka.



Slika 89. Led u pokretu

Ovisno o izgledu, čvrstoći, obliku i drugim značajkama, razlikujemo više vrsta pojavnih oblika leda:

Vedrac je led koji se prvo formira u mirnim vodama, kanalima, zatvorenim pristaništima, zimovnicima i u priobalju rijeke gdje je struja toka u pravilu mala. Karakterizira ga čistoća, čvrstoća, glatka površina i prozirnost. Kod iznimno dugih i jakih zima ovaj led dostiže debljinu i preko 50 centimetara pa se u zimovnicima, oko plovila stalno „lomi“. Razbijanjem leda oko plovila stvaraju se odušnici koji sprječavaju ugrožavanje korita plovila i njegovih vitalnih dijelova (propulzori, krma, senzori itd.), prilikom njegova širenja.

Snježanik nastaje kada se temperatura površinske vode rijeke približi nuli, a istovremeno snježne padaline dugo traju, tako da se na površini rijeke javljaju sivi vijenci s bijelim rubovima. To je prvi od signala da počinje formiranje leda. Stari lađari su govorili „stvara se kajmak“. U dodiru s obalom, za nastalu „kašu“ od snijega, leda i vode vezuje se kamenje i zemlja i sve se, pri niskim temperaturama, pretvara u ledene gromade veoma opasne za plovidbu.

Podnac (led na dnu korita rijeke „grundajs“) nastaje od zamrznutih čestica vode koje se strujama prenose na dno korita rijeke pri tome se vezujući za krupniji nanos stvarajući ledene sprudove, veoma opasne za plovidbu.

Sante nastaju vezivanjem ledenih masa u pokretu što rezultira stvaranjem ledenih oblika većih dimenzija. Povećavanjem gromada santi, i uz utjecaj vodene struje, stvara se sila koja predstavlja opasnost i ugrožava plovila, poprečne i paralelne regulacijske građevine, brane, mostove i slično.

Kada ploveći led, nošen strujom vode, naiđe na suženje korita rijeke, krivinu, plitko dno, podvodne građevine, stupove mosta ili druge zapreke, zaustavlja se. Nailaskom drugih santi, uslijed velikog pritiska, dolazi do podvlačenja „torlašenja“ prilikom čega se stvara ledena brana koja može biti visoka i nekoliko metara. U takvoj situaciji dolazi do denivelacije vodostaja, odnosno do naglog opadanja vodostaja nizvodno te povećanja vodostaja uzvodno od brane. Tada, u pravilu, dolazi do probijanja nasipa i poplava koje ugrožavaju uzvodna područja. Ta pojava se naziva „bijela poplava“.

Da bi se sve to spriječilo, na kritičnim mjestima dežuraju specijalna plovila „ledolomci“ kako bi preduhitрили stvaranje ledene brane, a i ako dođe do njezina formiranja, da se što prije probije. Kada se brana probije i oslobođene ledene mase pokrenu, stvara se takva sila koja ruši sve pred sobom.



8.

VODIČ KROZ PLOVNI PUT RIJEKE SAVE

8.1 SEKTORI I PODSEKTORI

S navigacijskog – plovidbenog stajališta, u pogledu specifičnosti plovnog puta, gabarita konvoja i drugih plovidbenih zahtjeva, rijeku Savu može se podijeliti na tri sektora a njih dalje na podsektore i to:

- **Sektor gornja Sava:**

Sisak (rkm 594) – Gradiška (rkm 467)
+ Kupa (rkm 0 – rkm 5).

- **Sektor srednja Sava:**

Gradiška (rkm 467) – Sremska Mitrovica (rkm 139) s podsektorima:

- Gradiška (rkm 467) – Slavonski Brod (rkm 371);
- Slavonski Brod (rkm 371) – Brčko (rkm 228);
- Brčko (rkm 228) – Sremska Mitrovica (rkm 139);

- **Sektor donja Sava:**

Sremska Mitrovica (rkm 139) – Beograd (rkm 0).

8.1.1 Sektor Gornja Sava (rkm 594 – rkm 467)

Na ušću rijeke Kupe, rijeka Sava u prosjeku raspolaže sa 680 m³/s vode. Ukupna duljina ovog sektora, ako uzmemo u obzir i rijeku Kupu, iznosi 132 km, a veći dio godine na njemu vladaju nepovoljni plovidbeni uvjeti. Ovu dionicu karakterizira veći broj oštarih krivina (mali polumjeri krivina), relativno mala širina plovnog puta, (veliki broj plicaka pri niskim vodostajima, vodostaj Crnac +/- „0“ i niži), a uslijed niskog vodostaja pojavljuju se i male dubine u plovnom putu. Sve to nepovoljno utječe na sigurnost plovidbe i zahtijeva posebanu pozornost u pogledu gaza broda i veličine konvoja

U ovom sektoru rijeka Sava prima slijedeće pritoke: Kupu (rkm 591) i Unu (rkm 515) s desne a Lonju (rkm 554), Trebež (rkm 547), Veliki Strug (rkm 475) i Mali Strug (rkm 470) s lijeve strane. Iz Kupe u Savu dotječe u prosjeku $298 \text{ m}^3/\text{s}$ a iz Une $250 \text{ m}^3/\text{s}$, što su značajne količine za opskrbu toka Save. Mjerodavne vodomjerne postaje prema kojima se planira, proračunava i upravlja plovidbom na ovom sektoru su: Crnac (kota „0“ je na 91,34 mnm) i Jasenovac (kota „0“ je na 86,82 mnm).

Najpovoljniji vodostaji za plovidbu na ovom sektoru su: vodostaj Crnac +100 ili više i Jasenovac +250 ili više. Prema ovakvom vodostaju u plovnom bi putu bila dubina od cca 4 m i više.

Pri visokim vodostajima matica rijeke je jaka pa se ujedno povećava i opasnost za plovidbu, poglavito za nizvodne konvoje u krivinama jer postoji mogućnost „slaganja“ (nasukanja) vuče u konkavnu obalu.

Kod nižih vodostaja (Crnac „0“ ili manji) pojavljuje se opasnost od nedostatka dubine i širine plovnog puta.

Plićaci su mjesta na kojima dubina znatno pada, a plovni put se značajno sužava. Izvjestan broj plićaka, nakon izvedenih radova održava se i više godina u dobrom stanju, a neki su podložni zamuljenju pa je potrebno povremeno čišćenje. Izvjestan broj takvih mjesta se zbog brzog zasipanja mora češće čistiti, a ima i takvih koja se, radi korištenja u plovidbene svrhe, moraju regulirati hidrograđevinskim zahvatima. Na ovom sektoru ima veći broj plićaka koje je neophodno proučiti za potrebe navigacije te stečena iskustva valja koristiti prilikom plovidbe u uvjetima niskog vodostaja. Takva su iskustva dragocjena i treba ih prenositi drugima koji plove na ovom, za plovidbu, izuzetno teškom sektoru.

Dubine u plovnom putu u velikoj mjeri ovise o razlici vodostaja između vodomjera Crnac i Jasenovac, koja je u normalnim uvjetima 120 cm u korist vodomjera Jasenovac (što znači: vodostaj Crnac + 120 cm). Ovo treba napomenuti zbog toga što postoji mogućnost većeg nadolaska rijeke Une koja utječe u Savu i upravo tim utjecanjem podiže vodostaj Jasenovca, dok Crnac ostaje na istom vodostaju. Time dobivamo veće dubine na plićacima uzvodno od Jasenovca pa čak i Lonji, koji je sada najproblematičniji plićak na cijelom gornjem sektoru.

Mjesto – naziv	Rkm	Mjesto – naziv	Rkm
Goričica	590–589	Lonja	554–552
Blinjski Kut	584–581	Puska	542–540
Lukavac	579–578	Krapje	534–531
Gušće	573–570	Višnjica	524
Bistrać	564–562	Jasenovac	517–516
Bobovac	560,3	Mlinarice	504–503
Donji Bobovac	558	Javička Greda	501
Strmen	556–555		

Tablica 7. Pregled plićaka na gornjoj Savi

Krivine, su glavno obilježje gornjeg toka rijeke Save, od kojih su neke veoma oštre i malih polumjera (radijusa). Karakteristika im je da se nadovezuju jedna na drugu, tako da plovila po izlasku iz jedne, odmah ulaze u drugu pa brodarci često znaju reći da je plovidba na gornjoj Savi „slalom plovidba“. Ovakav način plovidbe nameće stalne mjere opreza i manevarski rad u oba smjera plovidbe, a mimoilaženje je gotovo nemoguće.

Mjesto–naziv	Rkm	Mjesto–naziv	Rkm
Goričica	590–589	Žabarski Bok	543
Čigoč	568–567	Cvijetni Vir	538
Gornji Bobovac	561	Brest	536
Donji Bobovac	558	Kraplje	533
Strmen	556	Bumbekovača	529
Ivanjski Bok	551–550	Mlaka	492
Savički Dol	549	Strmac	487–486
Trebež	547		

Tablica 8. Pregled krivina na gornjoj Savi opasnih za plovidbu

Najteže krivine, gledajući iz kuta sigurnosti plovidbe i manevarskih zahtjeva, su: Gornji Bobovac, Žabarski Bok, Trebež i Cvijetni Vir zbog malih polumjera krivina, vrtložastog kretanja vode, kamenih obaloutvrda u konkavnim obalama i slabe preglednosti terena. Uza sve to,

u pravilu, plovni je put u takvim krivinama sužen, naročito pri niskim vodostajima, što zahtijeva od brodaraca posebnu pozornost, česte manevre, sačekivanja nizvodnih plovila i konvoja itd.

Mostovi uvijek predstavljaju, u navigacijskom smislu, prepreku na plovnom putu, i plovidbi kroz mostove se mora posvetiti posebna pažnja. U ovom priručniku smo se na mostove osvrnuli u poglavlju 6, tako da ćemo, na sektorima, ovom prilikom dati samo najbitnije informacije.

Na rijeci Kupi na 5 kilometara plovnog puta postoje tri mosta:

Rijeka (rkm)	Naziv mosta	Širina pl. otvora (m)	Visina pl. otvora (m)		Mjerodavna VS „0“ (mm)
			Pri koti „0“	Pri VPN	
Kupa (4,68)	Cestovni – novi most Sisak	34,25	15,51	8,60	Crnac (91,34)
Kupa (3,40)	Cestovni – stari most Sisak	37,0	5,48–13,98	7,02	Crnac (91,34)
Kupa (2,10)	Željeznički most Sisak	21,50	14,11	7,32	Crnac (91,34)

Na ovom sektoru Save postoji još pet mostova:

Rijeka (rkm)	Naziv mosta	Širina pl. otvora (m)	Visina pl. otvora (m)		Mjerodavna VS „0“ (mm)
			Pri koti „0“	Pri VPN	
Sava (593,7)	Cestovni most Galdovo	49,0	12,56–12,91	5,39–5,74	Crnac (91,34)
Sava (587,7)	Cestovni most Crnac	67,80	13,57–14,50	6,67–7,60	Crnac (91,34)
Sava (517,2)	Željeznički most Jasenovac	41,0	14,38	6,17	Jasenovac (86,82)
Sava (515,6)	Cestovni most Jasenovac	110,0	13,49–15,34	5,35–7,20	Jasenovac (86,82)
Sava (470,0)	Novi cestovni most* Gradiška	91,00	17,57	7,00	Davor (82,89)
Sava (466,8)	Cestovni most Gradiška	89,0	18,26–18,62	7,36–7,72	Davor (82,89)

* Novi cestovni most Gradiška je još u fazi izgradnje, a mostovskakonstrukcija je postavljena.

Mjesta za okretanje i sidrenje ovisno o vodostaju, na ovom dijelu rijeke Save su: Crnac na rkm 586,5, Jasenovac na rkm 514, i Košutarica na rkm 511 i Stara Gradiška na rkm 468. Osim navedenih, službenih mjesta za okretanje i sidrenje, u slučaju prijeke potrebe i pri povoljnim hidrološkim uvjetima okretanje je, ovisno o konvoju i vuči, moguće i na slijedećim mjestima: Lukavec na rkm 579, Gušće na rkm 570, Bistrač na rkm 563, Lonja na rkm 553, Trebež na rkm 547 i rkm 546, Puska na rkm 541 i rkm 539, Krapje na rkm 534 i rkm 532, Drenov Bok na rkm 526, a kada je vodostaj u Jasenovcu iznad +100 cm i Javička greda na rkm 499, Strmac na rkm 486, Jablanac na rkm 485, Dugi Put na rkm 481, Gaštica na rkm 480 te Veliki i Mali Strug na rkm 475 i rkm 470.

Veličina i oblici konvoja na ovom sektoru propisani su Pravilima plovidbe u slivu rijeke Save u poglavlju 11 „Dodatna lokalna pravila“.

8.1.2 Sektor Srednja Sava (rkm 467 – rkm 139)

Sektor srednja Sava je s duljinom od 328 km najduži sektor i prostire se od Gradiške do Sremske Mitrovice, a prema uvjetima dijelimo ga na, već ranije spomenuta, tri podsektora:

Ova podjela je nastala kao rezultat plovidbenih mogućnosti uvjetovanih desnoobalnim pritokama od kojih su važnije:

- Vrbas, ulijeva se u Savu na rkm 427 desne obale. On svojom duljinom od 253 km prikuplja vodu sa sliva površine od 5.570 km²;
- Ukrina, ulijeva se u Savu na rkm 381,5 desne obale s duljinom od 128,7 km;
- Bosna, ulijeva se u Savu na rkm 314,5 i veoma je važna pritoka sa svojih 306 km duljine i 10.460 km² površine sliva, pri tome unoseći u Savu 5,5 milijardi m³ vode godišnje;
- Drina je najveći pritok Save i ulijeva se na rkm 178, unoseći pri tome prosječno oko 12 milijardi m³ vode godišnje. Pored velike količine vode, Drina u Savu unosi i ogromne količine nanosa (šljunka), što se negativno odražava na uvjete plovidbe na ovom dijelu Save te ograničava veličinu i oblike tegljenih – potiskivanih konvoja

- Rijeka Bosut, koja se u Savu ulijeva na rkm 162,5 lijeve obale, također utječe na uvjete plovīdbe na ovom podsektoru. Ovaj potez je, sa stajališta navigacije, važan za uzvodna plovila kojima brzina kretanja i lakoća svladavanja ovog dijela daje elemente za procjenu mogućnosti prolaza sektorom Rača bez prevlačenja.

Prema količini nanosa i vode koju unose u Savu, rijeke Vrbas, Bosna i Drina imaju najveći utjecaj na deformaciju uzdužnog pada korita rijeke Save, brzinu njezine vodene struje, meandriranje i drugo, a sve se to negativno odražava na uvjete plovīdbe, veličinu i oblike konvoja kao i njihov gaz. Na temelju tih značajki je i izvršena podjela ovog sektora srednje Save na tri podsektora.

Podsektor Gradiška – Slavonski Brod (rkm 467 do rkm 370)

Ovaj podsektor, duljine 97 km, u cijelosti gledano u boljem je stanju od prethodnog sektora i podsektora nizvodno od njega. Mjerodavna vodomjerna postaja za ovaj podsektor je Slavonski Brod. Pri vodostaju: Sl.Brod „0“ cm na ovom sektoru dubine vode na plićacima se kreću oko 160 cm, a širina plovnog puta je u prosjeku od 40 do 50 m.

Najpoznatiji plićaci na ovom podsektoru su:

Mjesto–naziv plićaka	Rkm	Mjesto–naziv plićaka	Rkm
Gradiška	466–464	Kobaš	402–401
Mačkovac	453–452	Osavica	398–397
Dolina	450–448	Grlić	395–394
Gornje polje	431–430	Dubočac	390–387
Davor–Toka	427–425	Zbjeg–Ukrina	385–383
Radinje	420,5	Sijekovac–Migalovci	378–377
Kaoci	416–415	Rafinerija Brod	375–374,5

Tablica 9. Pregled plićaka na podsektoru Gradiška – Slavonski Brod

Krivine na ovom podsektoru imaju povoljne polumjere i njihove se vrijednosti kreću oko 400 m, što omogućuje prolaz i većih tegljenih – potiskivanih konvoja u oba smjera plovīdbe. Veće krivine na ovom podsektoru navedene su u donjoj tablici:

Krivina–naziv	Rkm	Krivina–naziv	Rkm
Pivare	462–461	Krst	442
Trnava	457	Gaj	434
Kopanik	454	Hercegov Dol	420
Mačkovac	452	Motaica	412

Tablica 10. Pregled krivina na podsektoru Gradiška – Slavonski Brod

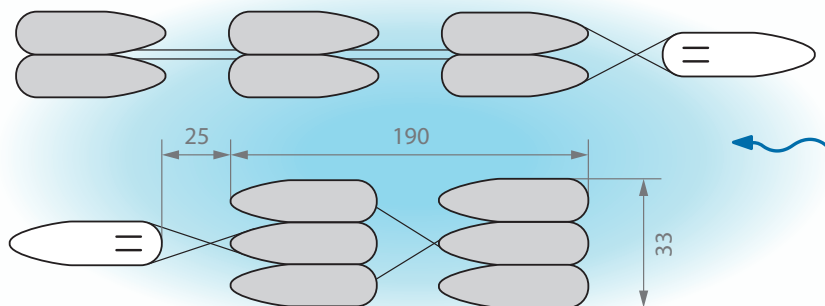
Najveći problem za plovību predstavlja krivina Hercegov Dol zbog spruda Radinje, koji se pojavljuje neposredno ispod samog „ćoška“, kao i krivina Motaica zbog vrtložnog kretanja vode (limana) ispod krivine uz obje obale. Susretanje u navedenim krivinama treba izbjegavati zbog velike vjerojatnosti ulaska dijela konvoja u liman što gotovo sigurno ima za posljedicu kidanje međuvučnika. Kako su krivine nepregledne, potrebno je u plovidbi koristiti sva navigacijska sredstva i pomagala kao i uređaje radio veze.

Okretanje i sidrenje na ovom podsektoru moguće je izvoditi na za to obilježenim mjestima: Davor na rkm 428,5, Kobaš na rkm 400, Slavonski Brod na rkm 370,1.

Uzvodno – nizvodne vuče tegljenih i potiskivanih konvoja

Na ovom podsektoru uzvodni tegljeni konvoji, ovisno o vodostaju i snazi tegljača, mogu tegliti šest plovila u tri poprečna reda – u svakom redu po dva plovila. Pri povezivanju objekata u konvoju vučnici i međuvučnici se daju unakrsno.

Nizvodni konvoji se mogu sastojati i od šest teglenica u dva poprečna reda ovisno o vodostaju.



Slika 90. Uzvodni i nizvodni tegljeni konvoj Srednja Sava do Slavonskog Broda

Uzvodni potiskivani konvoji mogu se pri povoljnim vodostajima sastojati od četiri potisnice, u dva reda po dvije potisnice, a uobičajeni nizvodni potiskivani konvoji sastoje se od tri potisnice u jednom redu.

Slika 91.
Uzvodni
potiskivani
konvoj



Slika 92.
Nizvodni
potiskivani
konvoj



Posebnu pozornost na ovom podsektoru treba posvetiti prolazu kroz most u Brodu zbog njegova nepravilno postavljenog plovidbenog otvora u odnosu na plovni put, naročito u nizvodnoj plovidbi, kada plovni put od desne obale neposredno pred ulaz (oko 300 m) prelazi ka lijevoj obali gdje se i plovidbeni otvor mosta nalazi.

Podsektor Slavonski Brod – Brčko (rkm 370 do rkm 228)

Ovaj podsektor srednje Save, ako izuzmemo neke manje dijelove, veoma je težak za plovību, naročito u vrijeme niskih vodostaja. Duljina ovog podsektora je 142 km, a mjerodavne vodomjerne postaje na ovom podsektoru su: Slavonski Brod, Šamac i Brčko. U ovom podsektoru nalazi se i 33 km duga dionica Novi Grad – Domaljevac tzv. „Šamački sektor“ koji je i najteži za plovību na rijeci Savi. Plovība na ovom dijelu upravlja se prema vodomjernoj postaji u Šamcu.

Pri plovidbi nizvodno od Slavanskog Broda, prva veća prepreka je krivina i pličak Vijuš na rkm 367 koji nam predstavlja probleme pri niskim vodostajima, zbog pličaka u konkavnoj obali koji je nastao od tzv. mrtvog šljunka, a i krivina je dosta oštra jer ne smijemo zaboraviti da je ovo podsektor na kojem su dozvoljene dvoredne vuče.

Na rkm 337 nalazi se pličak Oprisavci koji također predstavlja prepreku zbog svog uskog prolaza pri nižim vodostajima.

Osim navedenih pličaka, na ovom se potezu nalaze i značajnije krivine, opasne za susretanje brodova, a to su: Vijuš rkm 367, Moclek rkm 358 i Ugljara rkm 343.

Dionica Novi Grad – Domaljevac (rkm 333 do rkm 297)

Od rkm 329 – rkm 322 Novi Grad, proteže se veliki pličak, a za plovību su prokopani kanali različitih širina i nisu usporedni s obalama, što

otežava mogućnost orijentacije. Za ovaj dio se može reći da je početak Šamačkog sektora. Donji kraj ovog sektora, rkm 321 zove se „Jaruge“ i ovdje bi prema idejnom projektu trebao biti ulaz-izlaz višenamjenskog kanala Dunav – Sava.

Na rkm 314 desne obale u rijeku Savu se ulijeva rijeka Bosna koja donosu velike količine nanosa i taloži ga neposredno ispod ušća formirajući, na ovom uzdužnom profilu Save, takozvani „Šamački sektor“. Najnepovoljnija mjesta ove dionice za plovidbu, od Jaruga rkm 321 do Domaljevca rkm 297, su plićaci prikazani u donjoj tablici:

Mjesto i naziv plićaka	Rkm	Mjesto i naziv plićaka	Rkm
Šamac ispod Klaonice	313–312	Klenić	305–304
Savulja	311	Nevjerica	303–302
Vrbanja	309	Dubočica	301
Vučjak	308	Domaljevac	297

Tablica 11. Pregled plićaka na Šamačkom sektoru

Za orijentaciju, na ovoj dionici, pri vodostaju „0“ na Šamcu, dubina vode iznosi 240 cm.

Prevlačenje tegljenih i potiskivanih konvoja zahtijeva puno angažiranje svih članova posade. Prevlačenje se obavlja od okretišta Jabuke, rkm 316 (pri nižim vodostajima kada imamo dvoredne vuče bolje je okrenuti na rkm 320 zbog plićaka na rkm 317 koji je uzak za plovidbu pri vodostaju Sl. Šamac „0“) do Domaljevca rkm 297, a pri vodostajima Sl. Šamac „0“ i niži od rkm 333 Svilaj.

Nizvodni konvoji, pri povoljnim vodostajima, prevlače se obično od Jabuke do Klenića, a pri niskim vodostajima od Jabuke do Domaljevca. Ako je vodostaj izrazito nizak, tada se preporučuje prevlačenje sve do ispod Tolise odnosno do Županje.

Tegljeni konvoji: Nizvodno prevlačenje tegljenih konvoja, maksimalno tri teglenice i to: dvije teretne i jedna prazna uz desni bok, obavlja se zbog plićaka Savulja jer dolazi do tendencije padanja teglja desno i ukoliko je teglenica teretna može doći do nasjedanja.

Uzvodno prevlaćenje se izvodi pojedinačno (jedan po jedan) ovisno o gazu. Na ulazu u plicak Savulja, koji je zbog svog lijevka i slapa ujedno i najkritičniji, može doći do pražnjenja vučnika, pri čemu on gubi svoja manevarska svojstva i ukoliko nismo pripravnici na ovakvu situaciju može doći do nasjedanja, a ako naglo „povezemo“ i do pucanja vučnika. Vučnici se daju na što „kraće“ kako nizvodno tako i uzvodno. Kod prevlaćenja najbolje je voziti što lakše kako bi u potrebnom trenutku mogli povećati brzinu i ispraviti tegljenice.

Potiskivani konvoji: Što se tiče prevlaćenja potiskivanih konvoja nizvodno i uzvodno, moguće je ići s dvije potisnice maksimalne duljine 110 m i širine 23 m, pri vodostaju Šamac „0“ i više, a ispod tog vodostaja 110 x 12 m. Pri vodostaju Šamac +150 može se ploviti i s tri potisnice i to 110 x 35 m. Navedeni konvoji, kako tegljeni tako i potiskivani, ovise osim o visini vodostaja i gazu broda i o snazi broda. Sve navedene norme i ograničenja konvoja su okvirne i prije svakog dolaska na sektor potrebno je savjetovati se s Lučkom kapetanijom Sl. Brod u vezi promjena na plovibnom sektoru.

Pored plicaka na sektoru Šamac, smetnju plovibdi čine i oštre krivine nedovoljnih polumjera: Vučjak rkm 307, Dubočica rkm 301 do rkm 300, i Domaljevac rkm 295. S pravom je ovaj podsektor srednje Save, od Slavanskog Broda do Brčkog kategoriziran najtežim na cjelokupnom plovnom putu rijeke Save.

Mjesto-naziv	Rkm	Mjesto-naziv	Rkm
Vijuš	367	Niškovo Polje	295–292
Oprisavci	337	Rastovica	286
Novi Grad–Jaruge	329–321	Štitar	284
Gornja Jabuka	317	Suvo Polje	282–278
Jabuka	315–314	Tolisa	277–274
Klanica	313	Repovac	272
Savulja	311	Orašje	263–262
Nevjerica	303	Vučilovac	246–244
Dubočica	302–301	Rajevo Selo	235
Domaljevac	297–296	Brčko	230–229

Tablica 12. Pregled plicaka na podsektoru Slavonski Brod – Brčko

Uslijed slabe preglednosti, mogućnosti susretanja i nedovoljnog polumljera krivina, neophodno je, pored opasnosti od plićaka, posebnu pozornost obratiti i na krivine pobrojane u tablici ispod:

Krivina–naziv	Rkm	Krivina–naziv	Rkm
Vijuš	367	Domaljevac	295
Moclek	358	Štitar	285
Ugljara	343	Tolisa	277
Vučjak	307	Vidovica	255
Dubočica	300	Rajevo Selo	235

Tablica 13. Pregled krivina na podsektoru Slavonski Brod – Brčko

Mjesta za okretanje i sidrenje, ovisno o vodostaju, na ovom dijelu rijeke Save su: Ruščica na rkm 364 i rkm 362,2, Jaruge na rkm 319, Šamac na rkm 312,5, Domaljevac na rkm 299, Županja na rkm 268,7 i Brčko na rkm 228.

Mostovi

Na ovom podsektoru postoji 6 mostova i to:

Rijeka (rkm)	Naziv mosta	Širina pl. otvora (m)	Visina pl. otvora (m)		Mjerodavna VS „0” (mm)
			Pri koti „0”	Pri VPN	
Sava (374,8)	Produktovod Rafinerije Brod	104,30	24,05–25,45	16,47–17,87	Sl. Brod (81,80)
Sava (371,5)	Cestovni most Brod	66,30	15,03	7,64	Sl. Brod (81,80)
Sava (311,8)	Cestovno – željeznički most Šamac	65,30	14,52	8,16	Sl. Šamac (80,70)
Sava 329,1	Cestovni most Svilaj	91,00	18,58–16,48	8,56–9,46	Sl. Šamac (80,70)
Sava (261,6)	Cestovni most Županja	117,80	15,80–18,18	7,85–10,23	Županja (76,28)
Sava (228,8)	Cestovni most Gunja – Brčko	47,50	16,42	7,62	Gunja (74,32)
Sava (226,8)	Željeznički most Gunja – Brčko	120,00	18,31–18,38	9,58–9,65	Gunja (74,32)

Mostovi koji mogu predstavljati poteškoće u plovidbi su:

- **Slavonski Brod/Brod – cestovni most** na rkm 371,5 koji povezuje dva grada i koji pri povoljnim vodostajima ne predstavlja smetnju plovidbi dok pri nižim vodostajima, zbog nepravilno postavljenih stupova u odnosu na plovni put, predstavlja prepreku o kojoj se mora voditi računa;
- **Šamac – cestovno-željeznički most** na rkm 311,8 ima povoljne gabarite, ali u nekim situacijama stup staroga mosta može predstavljati smetnju za plovidbu u oba smjera. Zbog nepravilnog ulaza u plovidbeni otvor ovoga mosta, naglog lomljenja vuče na kratkom razmaku od desne prema lijevoj obali, postoji opasnost da se u nizvodnom smjeru udari u stup porušenog mosta koji je u neposrednoj blizini otvora novog mosta;
- **Gunja – Brčko cestovni most** na rkm 228,8 je veoma nepovoljan za plovidbu pri niskim vodostajima. Zbog nepravilnog ulaza, plovidba je otežana naročito za nizvodna plovila, pa se veći konvoji moraju prevlačiti. Ulaz u ovaj most je težak zbog plicaka koji nizvodne konvoje, koji plove pored desne obale, naglo skreće – lomi prema lijevoj u neposrednoj blizini mosta.

Oblici tegljenih konvoja „vuča“ uzvodno i nizvodno ovise prije svega o vodostaju i snazi tegljača. Nizvodno se mogu tegliti konvoji formirani u dva poprečna reda s obveznim prevlačenjem u „sektoru Šamac“ bez obzira na vodostaje.

Uzvodni tegljeni konvoji mogu se sastojati, ovisno o snazi tegljača, od jedne ili dvije brazde s vučnicima i međuvučnicima koji odgovaraju načinu sastavljanja konvoja.

Nizvodni potiskivani konvoji mogu se sastojati od dva poprečna reda, poduzimajući pri tom neophodne mjere predostrožnosti kao i kod tegljenih konvoja, uz neophodna prevlačenja.

Potiskivani uzvodni konvoji mogu se također sastojati od više plovničkih jedinica, ovisno o snazi potiskivača i vodostaju. Uzvodna vuča se može sastojati od šest plovila u dva ili tri poprečna reda.

Za razliku od tegljenih konvoja koji u krivinama mogu „lomiti“, potiskivani konvoji, zbog kompaktnosti konvoja, pri savladavanju krivina

moraju puno više manevrirati kako bi se izbjeglo „padanje“ u konkavnu obalu. Slične manevre treba poduzimati i pri svladavanju uskih mjesta na plovnom putu, a posebno pri „ispravljanju“ zbog sigurnog prolaska ispod mostova.

Podsektor Brčko – Sremska Mitrovica (rkm 228 do rkm 139)

Duljina ovog podsektora srednje Save je 89 km i na tom dijelu rijeke Save u nju se ulijevaju dvije velike pritoke, Drina s desne i Bosut s lijeve strane.

Karakteristika ovog podsektora je različitost plovidbenih uvjeta, od veoma povoljnih do ograničenja plovidbe. U razdobljima niskih vodostaja i na ovom se potezu pojavljuje izvjestan broj plicaka na koje treba obratiti posebnu pozornost u oba smjera plovidbe, a prikazani su u tablici ispod.

Mjesto – naziv	Rkm	Mjesto – naziv	Rkm
Gunja	223–221	Visočica	191–189
Brezovo Polje	220–217	Bela Crkva	185–184
Devojačka – Nakić Kula	213–210	Sremska Rača	178,5–177,5
Jamena	205–203		

Tablica 14. Pregled plicaka na dionici Brčko – Rača

Dionica rkm 179,5 do rkm 172,6 poznatiji kao „Račanski sektor“ proteže se na otprilike sedam kilometara, a njezina je regulacija započela još davne 1892. godine. Ovi se radovi nikada nisu obavljali stručno i planski, što se negativno odrazilo na gabarite plovnog puta.

Poslije drugog svjetskog rata, regulacijskim radovima i eksploatacijom, ukroćene su nemirne i brze vode ovog sektora, čime su se osigurale dovoljne dubine. Stare vodograđevine su popravljane, a novima je još više suženo korito rijeke što je doprinijelo stabilizaciji dubina ovog još uvijek navigacijski teškog poteza rijeke.

Najnepovoljnije mjesto za plovidbu je na rkm 177 gdje je širina plovnog puta pri niskim vodostajima, zbog uzdužne vodograđevine na desnoj i „napera ili pera“ (poprečnih vodograđevina) na lijevoj obali, veoma

sužena. Uzdužna se vodograđevina pojavljuje na vodostaju oko +230 cm, a poprečne na +330 cm na vodomjeru Sremska Mitrovica. Nizvodno od poprečnih vodograđevina formirao se sprud, i to mjesto je najuže i najkritičnije pri svladavanju ovog poteza rijeke.

Nizvodni i uzvodni konvoji prevlače se od Rače, rkm 179,5 pa do ispod Poloja, rkm 172,6 premda nije rijedak slučaj, kad su u pitanju veći konvoji, da se prevlače do ispod krivine Bosut na rkm 162. Nizvodni konvoji, pri niskim vodostajima, mogu se sastojati od najviše tri plovila u jednom poprečnom redu, a uzvodni ovise o snazi tegljača – potiski-vača. Ako ovi konvoji, bez većih teškoća prođu na toj krivini, uspjeh će proći i „Račanski sektor“. Ukoliko se ova krivina sporo svladava, tada treba pristupiti prevlačenju.

Na ovom podsektoru rijeke Save postoje krivine koje, ako su konvoji na ovom potezu maksimalni, mogu činiti smetnju plovību. U sektoru Rača ranijih su godina postojale tri, a potom dvije signalne stanice kojima se osiguravalo da kroz sektor plovi samo jedan konvoj. Signalne stanice su bile u Rači, ušću Drine i kod Poloja, kasnije u Rači i kod Poloja uz obvezno uzimanje „loca-pilota“ no danas je zbog modernih komunikacijskih sredstava korištenje ovih signalnih stanica i loceva napušteno.

Krivine su na ovom sektoru velike i oštre te predstavljaju ograničenje za nesmetanu plovību, a prikazane su u donjoj tablici:

Krivina-naziv	Rkm	Krivina-naziv	Rkm
Rača	179–177	Ravnje	155,5
Bosut	163–162	Mandelos	153

Tablica 15. Pregled krivina na „Račanskom sektoru“

Ako se izuzme „Račanski sektor“, na kojem je veličina konvoja ograničena, na ostalim krivinama i drugim preprekama mogu ploviti konvoji maksimalnih gabarita u oba smjera plovību.

Mjesta za okretanje i sidrenje na ovom sektoru su važna i prikazana su u donjoj tablici:

Mjesto-naziv	Rkm	Mjesto-naziv	Rkm
Brezovo Polje	216	Bosut	161
Bela Crkva	184,5	Ravnje	156
Rača	180	Laćarak	143,5
Poloj	171	Sremska Mitrovica	139

Tablica 16. Pregled mjesta pogodnih za okretanje i sidrenje na „Račanskom sektoru“

Mostovi na ovom sektoru su:

Rijeka (rkm)	Naziv mosta	Širina pl. otvora (m)	Visina pl. otvora (m)		Mjerodavna VS (kota mnm)
			Pri koti „0“	Pri VPN	
Sava (183,3)	Cestovno-željeznički most Rača	140,00	17,23	---	Jamena (72,44)
Sava (139,25)	Novi pješački most Sremska Mitrovica	100,00	14,59–16,52	8,37–10,30	Sremska Mitrovica (72,22)

Uzvodni i nizvodni, tegljeni i potiskivani konvoji se mogu sastojati, kao što je već rečeno, od većeg broja plovila s prekidom – ograničenjem u sektoru Rače, gdje uzvodni konvoji ovise o jačini tegljača – potiskivača, a nizvodni se mogu sastojati od samo jednog poprečnog reda.

8.1.3 Sektor Donja Sava (rkm 139 do rkm 0)

Ovaj sektor ima sve značajke nizinske rijeke. Tok rijeke je mirniji s blagim krivinama a širina korita je velika i s većim dubinama. Prisutan je i veći broj ada, a samim tim i veći broj rukavaca različitih plovidbenih karakteristika. Na ovom sektoru najveća dubina je kod sela Hrtkovci, rkm 121 i iznosi 25 m. Širina rijeke je kod Šapca i Ostružnice oko 600 m. Veće ade–otoci su: Mišarska, Vitojevačka, Velika Grabovačka, Miloševa, Skelska, Kolubarska (Barička), Međica i Ciganlija.

Veći pritoci Save na ovom sektoru su: Vukodraž na rkm 62,0, Kolubara na rkm 27,6, Barička rijeka na rkm 26,5 i Topčiderska rijeka na rkm 4. Sve su ovo desni pritoci i bez većega su utjecaja na priljev i punjenje rijeke Save. Kolubara ima kišno–snježni režim vode s izraženim oscilacijama tijekom godine, a pored male količine vode unosi u Savu, posebice pri visokim vodostajima, velike količine nanosa što se u razdoblju niskih vodostaja negativno odražava na gabarite plovnog puta.

Regulacijskim radovima na sektoru donje Save nisu postignuti željeni rezultati. Jaružanjem pojedinih dionica plovnog puta proširuje se i produbljuje korito rijeke, a izgradnjom uzdužnih i poprečnih regulacijskih građevina sakuplja se voda sa širokog poprečnog profila rijeke. Međutim, i pored svih poduzetih mjera, pri niskim vodostajima ovaj sektor nema najpovoljnije plovidbene uvjete, a to se posebice odnosi na dionicu od rkm 111,7 do rkm 82,3 takozvani „Šabački sektor“, odnosno u okviru njega potez rkm 89,0 do rkm 82,3 (poznat kao „Kamičak“).

Dionica rkm 111,7 do rkm 82,3 (poznatiji kao „Šabački sektor“) proteže se od nekadašnje Drenovačke Ade pa do Vrbice, u duljini od cca 30 km. Obilježava ga nedostatak potrebnih dubina i širina plovnog puta koje su posljedica velike razlivenosti vode u širokom koritu rijeke. Još u vremenu od 1924. do 1935. godine izvedeni su na ovom potezu značajni radovi jaružanja i to od Vitojevačke ade, rkm 95,3 pa nizvodno 18 km, prokopavanjem kanala širine od 50 do 80 metara.

Na potezu nizvodno od Mišarske ade regulacije su izvedene kombinirano, postavljanjem uzdužnih i poprečnih regulacijskih građevina, a 1994. godine izgrađena je pregrada na vrhu Podgoričke ade na rkm 86,8 uz desnu obalu čime je zatvoren dotadašnji plovni put a plovidba premještena uz lijevu obalu.

Pri izrazito niskim vodostajima konvoji se prevlače od rkm 113 pa do Vrbice na rkm 80. Konvoji se prevlače nizvodno samo u jednom redu, a broj potisnica ovisi o njihovu gazu. Ukoliko gabariti konvoja omogućuju prolaz na većem dijelu ovog sektora, tada se prevlačenje obavlja samo od Širokih njiva rkm 90,0 pa do Vrbice rkm 80. Zbog ograničene širine i dubine plovnog puta na potezu, tegljeno–potiskivani konvoji ga moraju proploviti s posebnom pozornošću, pridržavajući se pri tome

svih plovidbenih normi. Svako odstupanje od iskustvenih i važećih normi može prouzročiti teže nasukanje, zatvaranje plovnog puta i havariju s težim posljedicama. Na ovoj dionici treba također vrlo oprezno ploviti u uvjetima ograničene vidljivosti, pri promjeni vodostaja, a posebno u vrijeme kada je sustav obilježavanja sklonjen ili je zbog drugih razloga nepotpun. (zimsko razdoblje).

Mjesta pogodna za okretanje na ovom sektoru su: Jarak na rkm 124, Hrtkovci na rkm 121, bivša Drenovačka ada na rkm 113, Šabac na rkm 105, Široke njive na rkm 90 i Ada Vrbica na rkm 80. Mjerodavne vodomjerne postaje za ovaj sektor su u Sremskoj Mitrovici, Šapcu i Beogradu. Stanje na vodomjernoj postaji u Šapcu veoma je značajno sa stajališta plovidbe, kako kod niskih vodostaja zbog sagledavanja dubina u plovnom putu tako i kod visokih vodostaja, zbog ograničene visine plovnog otvora starog željezničkog mosta u Šapcu. Vodostaj vodomjerne postaje u Beogradu je važan zbog visine prolaza ispod starog željezničkog mosta u Beogradu. Kota „0“ vodomjerne postaje u Sremskoj Mitrovici se nalazi na 72,22, Šapca na 72,61 a Beograda na 68,28 m nadmorske visine. Plovidba na potezu Baričke ade, rkm 27 do rkm 25 regulirana je jednosmjernim odvijanjem plovidbe oko ade. Nizvodna plovila koriste stari plovni put uz desnu obalu, a uzvodna između lijeve obale rijeke i lijeve obale ade.

Mjesto i naziv plicaka	Rkm	Mjesto i naziv plicaka	Rkm
Šabački – iznad mosta	113–107	Široke Njive	92–89
Šabački – ispod mosta	107–104	Kamičak	89–82
Mišarski	103–101	Orljača	76–72
Mrđenovac	98–95	Kolubara	27,5–26,5

Tablica 17. Pregled plicaka na donjoj Savi

Mostovi na ovom sektoru, pri visokom vodostaju predstavljaju veliku prepreku plovidbi pa je u takvim uvjetima potrebno veoma pažljivo pratiti svaku promjenu vodostaja. Na ovom sektoru postoje:

Rijeka (rkm)	Naziv mosta	Širina pl. otvora (m)	Visina pl. otvora (m)		Mjerodavna VS (kota mnm)
			Pri koti „0”	Pri VPN	
Sava (136,6)	Cestovni most Sremska Mitrovica	150,0	15,44–17,32	9,30–11,18	Sremska Mitrovica (72,22)
Sava (106,96)	Željeznički most Šabac	75,0	11,26–11,48	6,46–6,68	Šabac (72,61)
Sava (104,53)	Novi cestovni most Šabac	80,0	14,13	9,42	Šabac (72,61)
Sava (42,53)	Toplovod Obrenovac	80,0/120,0	17,84–17,97	11,01–11,14	Beograd (68,28)
Sava (15,43)	Željeznički most Ostružnica	2 x 75,0	14,44–14,52	8,41–8,49	Beograd (68,28)
Sava (15,0)	Cestovni most Ostružnica	150,0	16,58–18,22	10,56–12,2	Beograd (68,28)
Sava (3,8)	Cestovni most Beograd – Ada Ciganlija	150,0	21,02–21,62	15,33–15,93	Beograd (68,28)
Sava (3,0)	Novi željeznički most Beograd	120,0	21,72	16,06	Beograd (68,28)
Sava (2,73)	Stari željeznički most Beograd	90,0	12,62	6,96	Beograd (68,28)
Sava (2,52)	Cestovni most „Gazela” Beograd	200,0	16,52–21,06	10,87–15,41	Beograd (68,28)
Sava (1,43)	Stari cestovni most Beograd	90,0	15,89–16,48	10,27–10,86	Beograd (68,28)
Sava (1,0)	Cestovni (Brankov) most Beograd	100,0	15,55–16,36	9,94–10,75	Beograd (68,28)

Oblici i vrste konvoja

- *Uzvodni tegljeni-potiskivani konvoji* mogu se, pri povoljnim vodostajima, ovisno o jačini tegljača, sastojati od većeg broja plovila različitih oblika i namjene.

Na mjestima ograničenja (Šabački sektor), ovi se konvoji, pri nižim vodostajima prilagođavaju uvjetima plovnog puta na ovom sektoru.

- *Nizvodni tegljeno-potiskivani konvoji*, isto tako, mogu biti sastavljeni od većeg broja plovila, ali uz ograničenja u Šabačkom sektoru u pogledu duljine na samo dva poprečna reda.

Izuzetak čine veličine konvoja na sektoru „Ušće Save“ (rkm 0 do rkm 11), koje su propisane Pravilima plovidbe u slivu rijeke Save u poglavlju 11 „Dodatna lokalna pravila“.

8.2 POTEŠKOĆE U PLOVIDBI RIJEKOM SAVOM USLJED HIDROMETEOROLOŠKIH PRILIKA

Ove poteškoće u plovidbi na rijeci Savi nastaju kao posljedica hidroloških, hidrografskih i klimatskih prilika karakterističnih za podneblje umjereno kontinentalnog tipa i promjenljivog karaktera. Njihova učestalost iz godine u godinu i tijekom jedne godine je različita, promjenljiva i ovisi o vremenskim prilikama. Postoje kako sušne, tako i kišne godine, godine s blagim i ostrim zimama te manje ili više vjetrovite godine. Također različita je učestalost i duljina maglovitih razdoblja te razdoblja s niskim temperaturama i ledom.

Prema značaju, duljini trajanja i učestalosti hidrometeoroloških pojava na plovnom putu rijeke Save, najizrazitije i najštetnije su s nautičke točke gledišta:

Visoki i ekstremno visoki te niski i ekstremno niski vodostaji

Niski i visoki vodostaji nepovoljno utječu na plovidbene uvjete, a u oba slučaja može doći do prekida plovidbe. Ako se ipak i plovi, mogu nastati velike materijalne štete, a ljudski životi mogu biti dovedeni u opasnost. Visoki vodostaj, pored gubitka vizualnog kontakta s obalom, negativno utječe i na plovidbene uvjete jer se zbog povećane brzine struje vode,

koja nosi veliki broj stabala i drugih plutajućih predmeta, mogu oštetiti i izbaciti iz upotrebe kormilarski uređaj i sustav propulzije, što znači prepuštanje vodenoj stihiji s nesagledivo teškim posljedicama.

Negativan utjecaj visokih vodostaja izravno se reflektira prekidom plovidbe uzrokovanim visinama umjetnih prepreka u plovnom putu (Šabački, Beogradski stari željeznički most i drugih). Zbog niskih vodostaja smanjuju se komercijalni efekti, negativan je stupanj iskorišćenja tovarnog prostora, vučne snage, veličine konvoja, česta su prevlačenja te drugi negativni prateći efekti. Nije rijedak slučaj da se zbog obustave plovidbe zbog niskog vodostaja gubi dio tereta i trpe štete na plovilima, naročito na Šamačkom, Račanskom, Šabačkom i nekim drugim sektorima.

Brzaci

Brzaci se redovito pojavljuju na rijekama s velikim padom i u vrijeme niskih vodostaja. Oni nastaju na onim mjestima gdje se u koritu rijeke na dnu nalazi prirodna ili umjetna prepreka, ili pri naglom sužavanju korita s visokim obalama. Brzaci značajno utječu na manevar i vođenje plovila te ih treba uzeti u obzir prilikom ulaska u sektore gdje su uobičajena pojava.

Broj dana s maglom i učestalost maglovitih razdoblja

Magla se na rijeci Savi najčešće pojavljuje u proljeće i jesen. Vrijeme pojave magle u pravilu se podudara s početkom povoljnih vodostaja za plovidbu. Ravnice uz korita rijeke, bare i rukavci predstavljaju povoljna mjesta za nastajanje magle. Na gornjoj Savi ona je naročito izražena oko ušća malog i velikog Struga, na srednjoj u zoni Šamačkog sektora, Županje, Broda, Račanskog sektora dok je na cijeloj donjoj Savi izražena posebno oko Sremske Mitrovice, Šapca, Ostružnice i ušća.

Broj dana s niskom temperaturom i ledom

Od svih rijeka u okruženju Sava se najkasnije zaledi. Razlozi za ovo su višestruki:

- veliki sadržaj salitre (Kalijev nitrat KNO_3) u vodi;
- kemijski sastav mineralnih tvari rastvorenih u vodi Save i njezinih pritoka;

- veliko onečišćenje otpadnim vodama iz industrije koncentrirane na obalama rijeke;
- zagađenje poljoprivrednih površina priobalja pesticidima i drugim tvarima koje voda odnosi u Savu itd.
- topla voda iz nuklearne elektrane „Krško“ i termo elektrane „Nikola Tesla“ Obrenovac.

Sava se može zalediti pri niskim temperaturama, nižim od -14°C , koje traju više dana, a posebno ako je vodostaj pritom veoma nizak.

Broj vjetrovitih dana i učestalost njihove pojave

Broj vjetrovitih dana i učestalost njihove pojave za Savu je, kako je to već rečeno, od drugorazrednog značaja. Košava na području toka Save ne utječe znatno na odvijanje plovidbe, osim na nekim dijelovima donje Save na kojima veoma rijetko dolazi do kraćih obustava plovidbe. Kada se pojave olujni vjetrovi, koji se stvaraju na obroncima bosansko-hercegovačkih planina, najbolje je obustaviti plovidbu i stati u zavjetrinu dok olujni vjetar ne oslabi. Posljedice olujnih vjetrova mogu biti katastrofalne kako za konvoje i teret, tako i po ljudske živote. Ove pojave kratko traju pa pravovremeni i kratki prekidi plovidbe nemaju većeg utjecaja na organizaciju plovidbe, izvršavanje obveza, i sam plovidbeni pothvat.

LITERATURA

Ilija Ika Petrović, Stojan Stošić

Osnovi plovidbe rekama i morima, 2002.

Centar za razvoj unutarnje plovidbe d.o.o.

Priručnik za unutarnju plovidbu u Republici Hrvatskoj

Zagreb, prosinac 2006.

Miroslav Sambolek,

Od vesla do Queen Mary II

Brodarski institut, Zagreb

Prof. dr. Neven Kuspilić, dipl. inž. građ.

Hidrotehničke građevine – 2. dio

Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, 2008.

Milan Milovanović Lanka

Riječna navigacija 1, 2, 3, i 4

Milan Grubor

Plovidba potiskivanih brodskih sastava

Beograd, 1983.

Slobodan Živanić

Rečna navigacija za II, III, i IV razred

usmerenog obrazovanja saobraćajne struke

Beograd/Novi Sad, 1988.

Vladeta Čolić, Vladimir Škiljaica

Stabilitet i krcanje broda –

udžbenik za III i IV razred saobraćajne škole

Beograd, 1997.

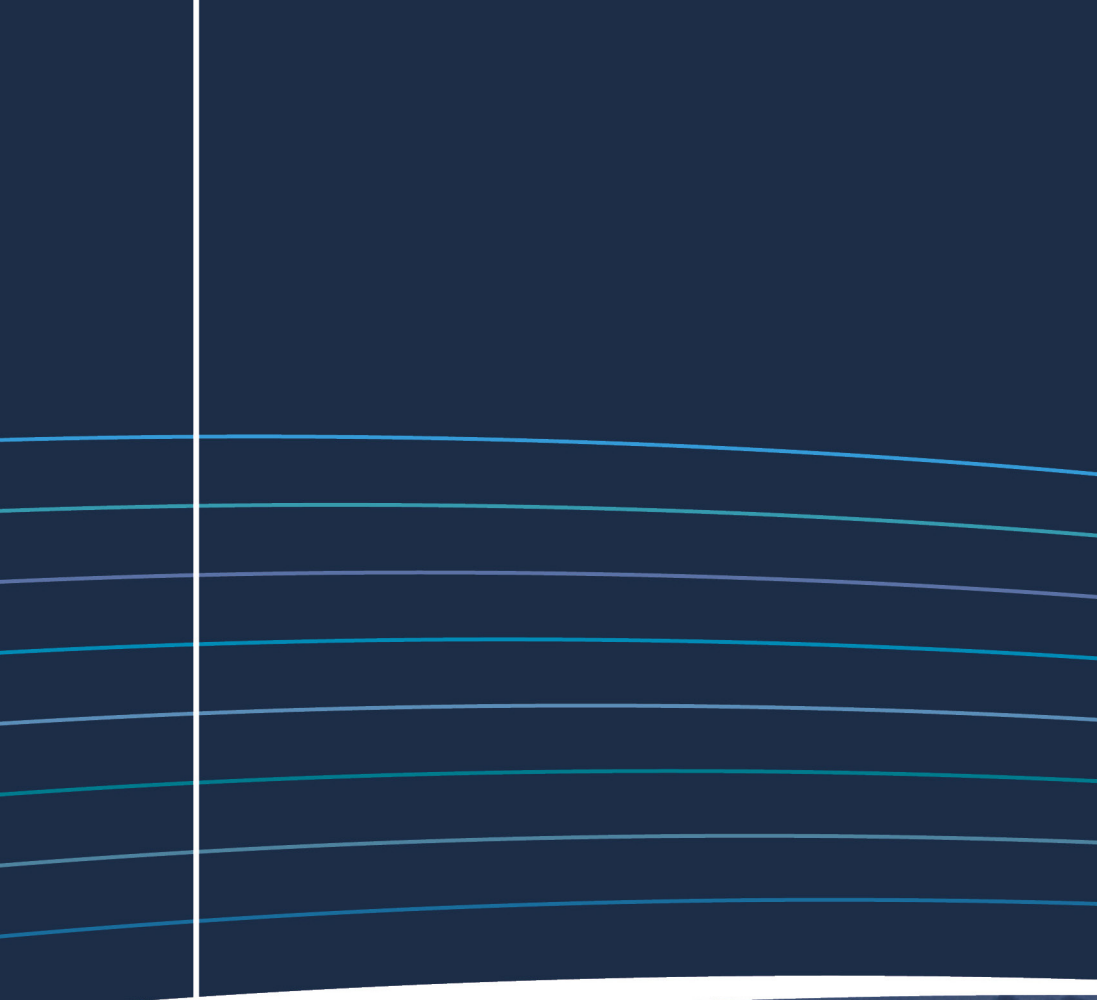
Dr Joško Dvornik, v. prof. i Srđan Dvornik, dipl. inž.

Konstrukcija, otpor i propulzija jahti

Pomorski fakultet u Splitu, 2013.

Pri izradi priručnika korištena je sva dostupna i poznata literatura koja se koristi u broderskim školama i na prometnim fakultetima, tj. smjerovima vezanim za vodni promet. Osim uređivačkog povjerenstva koje je dalo neupitan doprinos ovom izdanju, posebno je značajna i uloga Stalne stručne skupine za plovidbu Savske komisije, koja je postavila okvir za priručnik. Korištene su također i sve informacije dostupne na internetu koje nisu objavljene, a u skladu su s modernim trendovima i pokazuju pravce razvoja novih tehnologija u ovom vidu transporta. Pored ovdje navedenih izvora, od nemjerljive su pomoći bili i razgovori s kapetanima i drugim brodarima čija su iskustva plovidbe i života na Savi bili izvor informacija koje se ne mogu pronaći u literaturi.

Značajan doprinos ovoj publikaciji dala su tijela državnih uprava članica Savske komisije nadležna za unutarnje plovne putove, a posebice „Agencija za vodne putove“ Vukovar i „Direkcija za plovne puteve“ Beograd, čiji su predstavnici dio ranije spomenutog uređivačkog povjerenstva koje je pripremio ovo izdanje.



INTERNATIONAL SAVA RIVER BASIN COMMISSION