



INTERNATIONAL SAVA RIVER BASIN COMMISSION

PRIRUČNIK ZA PLOVIDBU NA RIJECI SAVI



PRIRUČNIK
ZA PLOVIDBU
NA RIJECI
SAVI

**PRIRUČNIK ZA PLOVIDBU
NA RIJECI SAVI**

Izdavač:

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

Uređivački odbor:

Dragan Zeljko, Krunoslav Sopček, Duško Isaković, Goran Šukalo

Stručni odbor:

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

Jezik:

Bosanski (BiH)

Izdanje:

Digitalno izdanje

Grafičko oblikovanje:

Tijana Dinić



PRIRUČNIK ZA PLOVIDBU NA RIJECI SAVI

Zagreb, 2023.

PREDGOVOR

Nakon višegodišnjeg predanog sakupljanja građe i rada na njenoj sistematizaciji, veliko nam je zadovoljstvo predstaviti vam drugo dopunjeno izdanje Priručnika za plovidbu na rijeci Savi. Obzirom da je prvo izdanje pobralo velike pohvale i imalo pozitivan odjek u stručnoj javnosti i obrazovnim sistemima država članica Okvirnog sporazuma o slivu rijeke Save, ovo dopunjeno izdanje pokrilo je najnovije tehnološke trendove i prakse u unutrašnjoj plovidbi. Sveobuhvatnost ovog izdanja priručnika za plovidbu već je tokom njegove pripreme potvrđena od strane velikog broja naših saradnika koji su i sami dali značajan doprinos pri izradi odnosno utvrđivanju koncepcije i sadržaja Priručnika. Ovo izdanje priručnika obuhvata gotovo sva važna pitanja i teme iz područja unutrašnje plovidbe tako da u jednom dijelu obrađuje opće teme iz područja unutrašnje plovidbe, a u drugom dijelu se bavi posebnostima plovnog puta i plovidbe na rijeci Savi.

Sekretarijat Međunarodne komisije za sliv rijeke Save (Savske komisije) priredio je ovo izdanje Priručnika s ciljem daljeg unapređenja znanja i informiranosti, prvenstveno o plovidbi na rijeci Savi, ali isto tako i o osnovnim principima plovidbe na unutrašnjim 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 unutrašnje plovidbe, Sekretarijat će i nadalje činiti napore na prikupljanju i pripremi dostupne građe za naredna izdanja Priručnika za plovidbu na rijeci Savi. Takođe, 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 internet stranici Savske komisije. U tom pogledu, pozivamo sve one koji uoče bilo kakve nedosljednosti, nedostatke ili greške da svojim komentarima, primjedbama i prijedlozima omoguće što vjerodostojnija naredna izdanja u skladu sa najnovim dostignućima i trendovima u unutrašnjoj 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 sticanje ovlaštenja za zvanja u unutrašnjoj plovidbi.

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

1. OPĆA OBILJEŽJA RIJEKE SAVE 11

1.1 OPĆI I HIDROGRAFSKI PODACI O SLIVU RIJEKE SAVE	11
---	----

1.2 HISTORIJAT PLOVIDBE NA RIJECI SAVI	14
---	----

2. PLOVNI PUT RIJEKE SAVE 21

2.1 KARAKTERISTIKE 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 Ruščica	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 UNUTRAŠNJI VODNI PUTEVI	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 Uslovi koje moraju da zadovolje plovne oznake i obalski 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. OSNOVI BRODOGRADNJE I PROPULZIJA 73

4.1	OSNOVI BRODOGRADNJE	73
4.1.1	Brodске konstrukcije	74
4.1.2	Hidrodinamika plovila	79
4.1.3	Brodovi i konvoji u unutrašnjoj 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 sistemi (Steering Propulsion Unit)	103
4.4.3	Hibridni Propulzioni Sistem (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

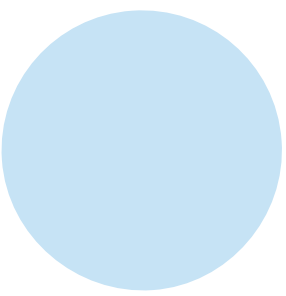
5.1	OSNOVE STABILITETA	115
5.2	STATIČKI STABILITET	116
5.2.1	Poprečni stabilitet	117
5.2.2	Uzdužni stabilitet	119
5.2.3	Stabilitet forme i stabilitet težina	120
5.3	DINAMIČKI STABILITET	121
5.4	SLOBODNE POVRŠINE I NJIHOV UTICAJ NA STABILITET	121

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 pakovanja u savremenom vodnom transportu	131

6. NAVIGACIJA, MANEVAR I VOĐENJE PLOVILA 135

6.1	POJAM I PODJELA	135
6.2	NAVIGACIONA 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	Dvogled – Binokular	149
6.2.7	Radiotelefonski uređaj	150
6.3	PRIRUČNICI ZA PLOVIDBU	151
6.3.1	Navigacione karte	151
6.3.2	Daljinar	156
6.3.3	Album mostova	156
6.3.4	Saopćenja brodarstvu	157
6.4	RIJEČNI INFORMACIONI 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	UDESI 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 stanice	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 UNUTRAŠNJU 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 njen sliv imaju svoja sopstvena različita staništa i vrste koji obogaćuju život u slivu – život ljudi različitih kultura, naroda i zemalja. Tako je i sa rijekom Savom, koja protiče 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, takođe 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 niziju i njenim 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 da pronosi nanos koji unese pritoke, već ga taloži u koritu ispod ušća pritoka stvarajući pri tome mnogobrojne sprudove i plicake, što pri niskim vodostajima još više otežava pa i na izvjesno vrijeme potpuno onemogućuje plovidbu. Režim voda rijeke Save je kišno-snježni sa prosječnom brzinom toka od 3,2 m/s.

Dužina rijeke Save, od izvora smještenog u zapadnim slovenskim planinama do ušća u Beogradu, iznosi oko 944 km. Sliv, sa površinom od 97.713 km², obuhvata veliki 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 najznačajniju pritoku Dunava, jer doprinosi sa gotovo 25% ukupnog protoka Dunava. To znači da održivi razvoj sliva rijeke Save ima značajan uticaj 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 nesvakidašnje raznolikosti pejzaža i raznovrsnosti biodiverziteta. U njenom slivu se nalazi najveća cjelina aluvijalnih močvara u slivu rijeke Dunav (Posavina – centralni dio sliva rijeke Save) i velika ravničarska šumska područja. Rijeka Sava je jedinstven primjer rijeke sa još uvijek netaknutim poplavnim područjima, koja ublažavaju poplave i podržavaju biodiverzitet.

U slivu rijeke Save nalazi se i sedam Ramsarskih područja, tačnije, 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 nacionalnom nivou te Natura 2000 područja.

Osnovne informacije o glavnim pritokama rijeke Save date su u Tablici 2.

Naziv rijeke	Pritoka (l – lijeva; d – desna)	Sliv [km ²]	Dužina [km]	Država	Površina po državi [km ²]
Ljubljanica	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
Vrbaš	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. Glavne pritoke rijeke Save

1.2 HISTORIJAT PLOVIDBE NA RIJECI SAVI

Prva organiziranija ljudska naselja, u doba prahistorije, stvarala su se na obalama rijeka i jezera. Treba napomenuti da je na obalama velikih rijeka udaren temelj prvim naukama u daljem razvoju ljudskog društva: astronomiji i geometriji. Posmatrajući historijski razvoj brodogradnje, a brod kao proizvod brodograđevinske djelatnosti, vidjeće se da ni jedna ljudska tvorevina ne daje tako vjernu sliku stepena razvoja čovječanstva, kao što je to slučaj sa 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. vijeka nove ere vesla su bila glavno pogonsko sredstvo, dok su jedra bila pomoćna pogonska opcija i to, ako je vjetar duvao u krmu broda.

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

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

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

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

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 talasa) i drugo, zbog riječne struje parobrodi su bili potrebni na rijekama nego na moru gdje se jedrima moglo ipak nesmetano ploviti i manevrisati.

Prvi parobrod nastao je dvadesetak godina prije parne lokomotive. Ko je bio izumitelj prvog parobroda teško je tačno 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 motorom nabavljenim u Evropi (firma „Bulton i Vat“). Osnovne karakteristike parobroda bile su: dužina 40,5 m, širina 5,48, visina boka 2,74 m, deplasman 180 tona te parni pogon od, za to vrijeme nevjerovatnih, 50 konjskih snaga. Parobrod „Clermont“ zaplovio je rijekom Hudson 17. augusta 1807. godine.

Godine 1816. na evropskom 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 sa 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 saobraćao na liniji Beč – Oršava.

Razvojem savremenog 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 zadatkom ispitivanja plovidbenih uslova da bi 11. septembra 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 julu 1844. Parobrod „Florisdorf“ krenuo je iz Beča 21. augusta 1844. i stigao u Sisak 8. septembra 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. septembra 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 dobija isključivo pravo plovidbe na rijeci Savi. 1846. godine parobrod „Panonija“ uplovio je u Savu i pristao u Sisku. U januaru 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“ dužine 58 m, širine 7 m, deplasmama 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 so i petrolej iz Rumunije, a po potrebi i putnike. Bio je naoružan sa dva topa. Ovaj brod je potopljen 6. aprila 1941. godine na prvom kilometru rijeke Save, a potopila ga je sopstvena 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. vijeka ovo brodarsko društvo prelazi u ruke novoosnovanog „Bosanskog parobrodarskog društva“, sa sjedištem u Brčkom. Društvo je pomenute 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. Sa ovakvom flotom uspostavljen je redovan promet iz Beograda za Dubavicu i Šabac.

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

U periodu između dva svjetska rata, dva najjača industrijska pogona Rafinerija Shell i Talionica Caprag biće formirani uz samu obalu rijeke Save, čime je naglašena privredna važnost ove rijeke za šire područje Siska.

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

U julu 1945. godine osniva se Glavna uprava riječnog saobraćaja, a u okviru nje se formira Državno riječno brodarstvo, koje 1947. godine dobija naziv Jugoslovensko državno riječno brodarstvo. Od 1952. poslije reorganizacije i decentralizacije dobija 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-potisnica 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 angažovan u sektoru Đerdapa i koji će ostati zapamćen po svojoj snazi, sigurnosti plovidbe 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 privredna vrijednost grada.

Godine 1955. u nekoliko se navrata pokušala oživjeti često osporavana plovidba 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 plovnih jedinica. Tih godina u promet su pušteni, i za dunavske prilike jaki, motorni tegljači kao što su „Biokovo“, „Sisak“, „Boris Kidrič“ te motorni tank tegljači „Caprag“ i „Sisak“.

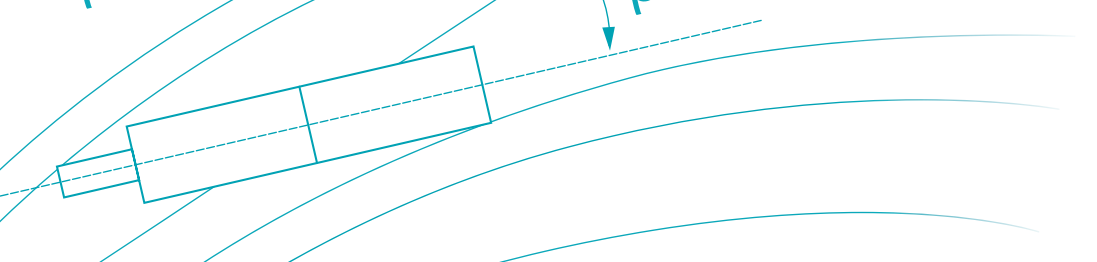
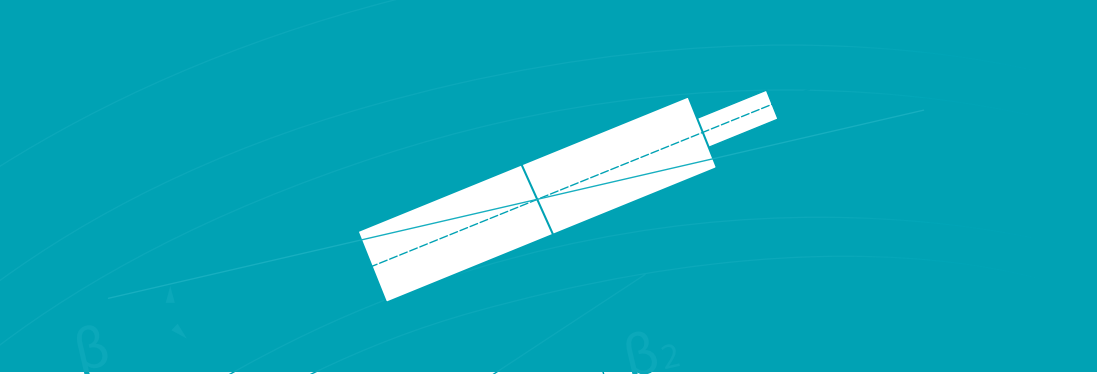
Osamdesetih godina prošlog vijeka došlo je do značajnog povećanja vučnih i potisnih kapaciteta te je rashodovan veći dio zastarjele transportne tehnologije. Tih je godina i transport rijekom Savom dostizao svoj maksimum, a njegovu okosnicu su činili rasuti tereti pretovarani u luci Brčko te transport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

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

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

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

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



2.

PLOVNI PUT RIJEKE SAVE

2.1 KARAKTERISTIKE PLOVNOG PUTA

Međunarodni plovni put na rijeci Savi i njenim pritokama 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 (uslovno je za manja turistička plovila plovna od Rugvice kraj Zagreba) sve do njenog 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 poluprečnici (radijusi) ispod 200 m što znatno otežava plovidbu, posebno za potiskivane konvoje. Smatra se da je za normalno odvijanje plovidbe neophodan poluprečnik 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 put je obilježen prema trenutnom stanju u kom se nalazi, a sistem

obilježavanja mijenja se u skladu sa uređenjem plovnog puta. Razvoj Riječnih informaonih servisa, općenito će olakšati plovidbu, a posebno noćnu plovidbu i plovidbu u lošim vremenskim uslovima.

Geografski gledano plovni put se prostire između Sredozemlja i Srednje Evrope. Paralelan je sa Koridorom 10, a siječe Koridor 5c što mu daje izuzetnu važnost kod planiranja prometne strategije svake pribrežne zemlje.

Trenutna situacija je takva da plovni put nije dovoljno iskorišten, a njegov geostrateški položaj osigurava razvoj kombinovanog i intermodalnog transporta kojim bi se povezala Srednja i Zapadna Evropa sa Jadranom. Rehabilitacijom i razvojem plovnih puteva 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 putevi su predmet homogenog i međunarodno priznatog sistema klasifikacije prema AGN-u (Ugovor o glavnim plovnim putevima od međunarodnog značaja). Ekonomska važnost za međunarodni vodni promet pripisana je plovnim putevima kategorije IV do VII. Ovaj sistem klasifikacije uspostavili su UNECE (Ekonomska komisija Ujedinjenih nacija za Evropu) i CEMT (Evropska konferencija ministara prometa).

Ključni kriterijum klasifikacije zavisi od osnovnih dimenzija plovila koja se koriste, a varijable na osnovu kojih se odlučuje su dužina, širina i gaz plovila, nosivost plovila kao i međuprostor mosta. Konkurentnost plovnog puta znatno zavisi od prevladavajućih uslova plovnog dijela rijeke koji određuju kapacitet plovila za unutrašnju 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 kom se nalazi plovni put. U budućnosti će doći do manjih korekcija jer će se kontinuirano odvijati projekti koji podrazumijevaju izradu projektne dokumentacije i na bazi nje izvođenje hidrograđevinskih radova.

Klasifikacija plovnog puta rijeke Save prikazana je u tablici ispod:

Dionica rijeke Save		Dužina (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.







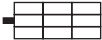
Dodatak 1. Prilozi uz klasifikaciju

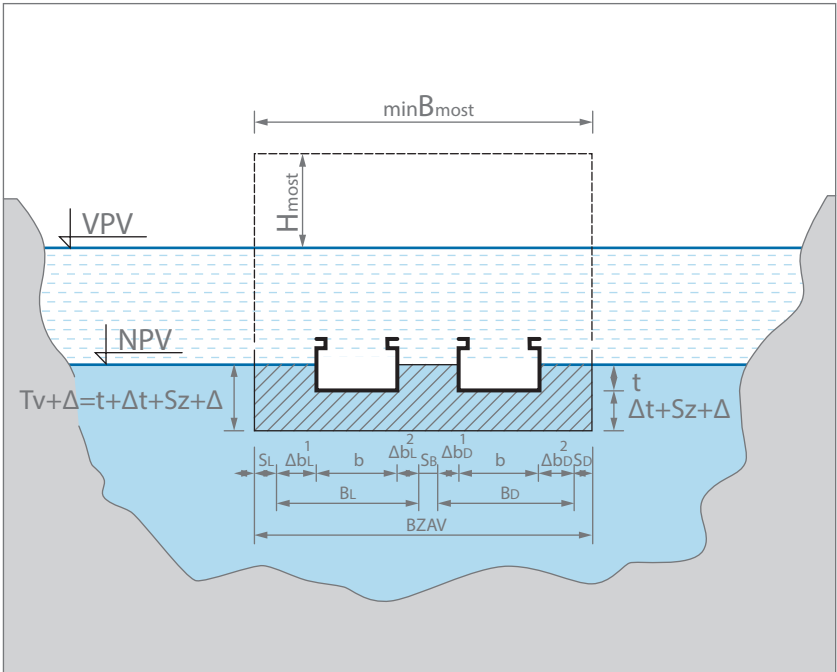
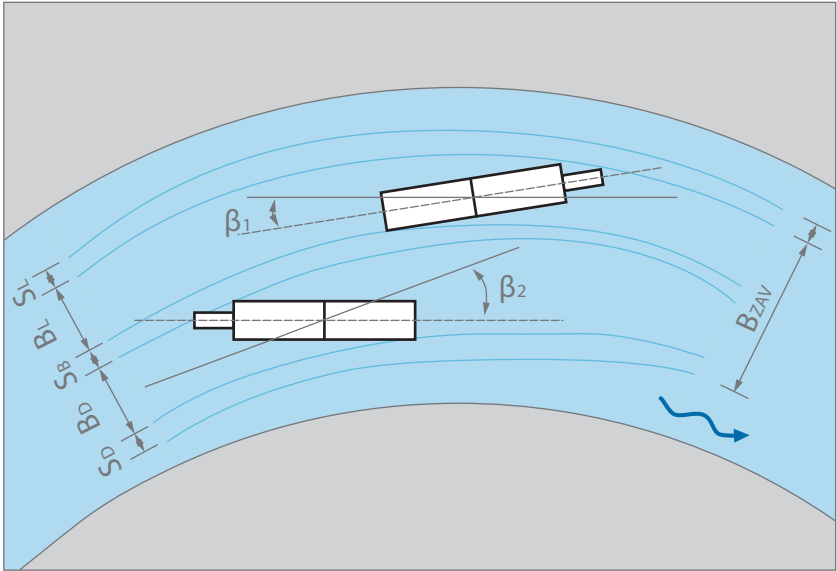
IZVOD IZ DETALJNIH PARAMETARA UNUTRAŠNJIH prema klasifikaciji evropskih unutrašnjih vodnih puteva ekonomske komisije										
VODNI PUT	ZNAČAJ		REGIONALNI					MEĐUNARODNI		
	KLASA		I	II		III		IV		
POTISKIVANI SASTAVI	SASTAVI							P.1		
	I (m)					118 – 132	85			
	b (m)					8,2 – 9,0	9,5			
	t (m)					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 VAZDUŠNIH 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	
	H_{nnkab} (m)		12	12	12	12	12	12	12	
	B_{kab} (m); B_{nnkab} (m)		$B_{kabr} \cdot B_{nnkab}$ = 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 PUTEVA – „PROGRAM SAVA INICIJATIVA“
za Evropu pri UN – Odbor za unutrašnji 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								
3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,7	3,7	3,6	3,6	3,8	3,8	
55	35	65	40	75	100	140	120	150	125	170	160	
85	40	95	50	100	120	180	125	200	160	200	160	
90	45	100	55	120	150	180	125	200	160	200	160	
7		7		9,5	10	9,5	10	9,5	10	9,5	10	
55	35	65	40	75	100	140	120	150	125	170	160	
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
12	12	12	12	12	12	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5
vanjskih stopa odbrambenih nasipa kod rijeka iznad VPV + 12,0m												
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		

I (m)	dužina plovila
b (m)	širina plovila
t (m)	gaz plovila pod punim opterećenjem
W (t)	nosivost plovila
T (m)	dubina gabarita plovnog puta za plovidbu sa reduciranim gazom (94% trajanja)
T_v (m)	dubina na nivou 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
I_{sast}	dužina 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 vazdušnih naponskih kablova
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 vazdušnih nenaponskih kablova
B_{kab} (m)	širina slobodnog gabarita ispod vazdušnih naponskih kablova
B_{nnkab} (m)	širina slobodnog gabarita ispod vazdušnih nenaponskih kablova
T_{prev} (m)	dubina na pragovima prevodnice
min B_{prev} (m)	minimalna širina prevodnice
min L_{prev} (m)	minimalna dužina prevodnice



Slika 1. Poprečni presjek i izgled u planu riječnog korita i vodnog puta u zavoju za 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
β_1, β_2	horizontalni uglovi 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 tački slobodnoprotočne rijeke odgovara nivou vodnog ogledala od protoka trajanja 94% dana u godini. Određuje se na osnovu statističkog proračuna trajanja vodostaja iz 30-godišnjeg perioda opažanja. Tradicionalno služi za određivanje plovnog puta kod niskih vodostaja pri čemu se plovidba 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 tački slobodnoprotočne rijeke odgovara nivou vodnog ogledala od protoka trajanja 1% dana u godini. Određuje se na osnovu statističkog proračuna trajanja vodostaja iz 30-godišnjeg perioda opažanja. Tradicionalno služi za određivanje slobodnog gabarita ispod mostova i ispod vazdušnih kablova.

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 da se izrazi sa vodostajem 60%-tnog trajanja: $V_{60\%}$ [cm ili m.n.m.], a u bilo kojoj tački slobodnoprotočne rijeke odgovara nivou vodnog lica 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 putevima (IV. do VII. klase) u principu mora da bude osigurana cijelu godinu osim u periodu 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 sistema pramčanog i krmenog vala, brzine opstrujavanja broskog trupa, veličine i oblika plovila ili konvoja, omočenog presjeka plovila ili sastava te skućenosti vodnog puta, a usvojena vrijednost iznosi 0,2 m.

Δ – apsolutna rezerva je uvijek slobodan vodeni jastuk između korita plovila i plovnog puta po kom 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 poluprečnika:

R_{\min} [m] – minimalni poluprečnik ose plovnog puta u zavoju;

R_{izn} [m] – iznimni poluprečnik ose plovnog puta u zavoju.

Minimalni poluprečnici (radijusi)

Minimalni poluprečnik zavoja vodnog puta je najmanji poluprečnik ose plovnog puta po kome se obavlja nesmetana dvosmjerna plovidba kod niskog plovnog vodostaja.

Izuzetni poluprečnik (radijus)

Izuzetni poluprečnik 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 proračunate 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 ogledala koji plovilo ili konvoj, obzirom na svoju širinu, zanošenje u zavoju, ili vijuganje u pravcu, može u plovidbi da dosegne.

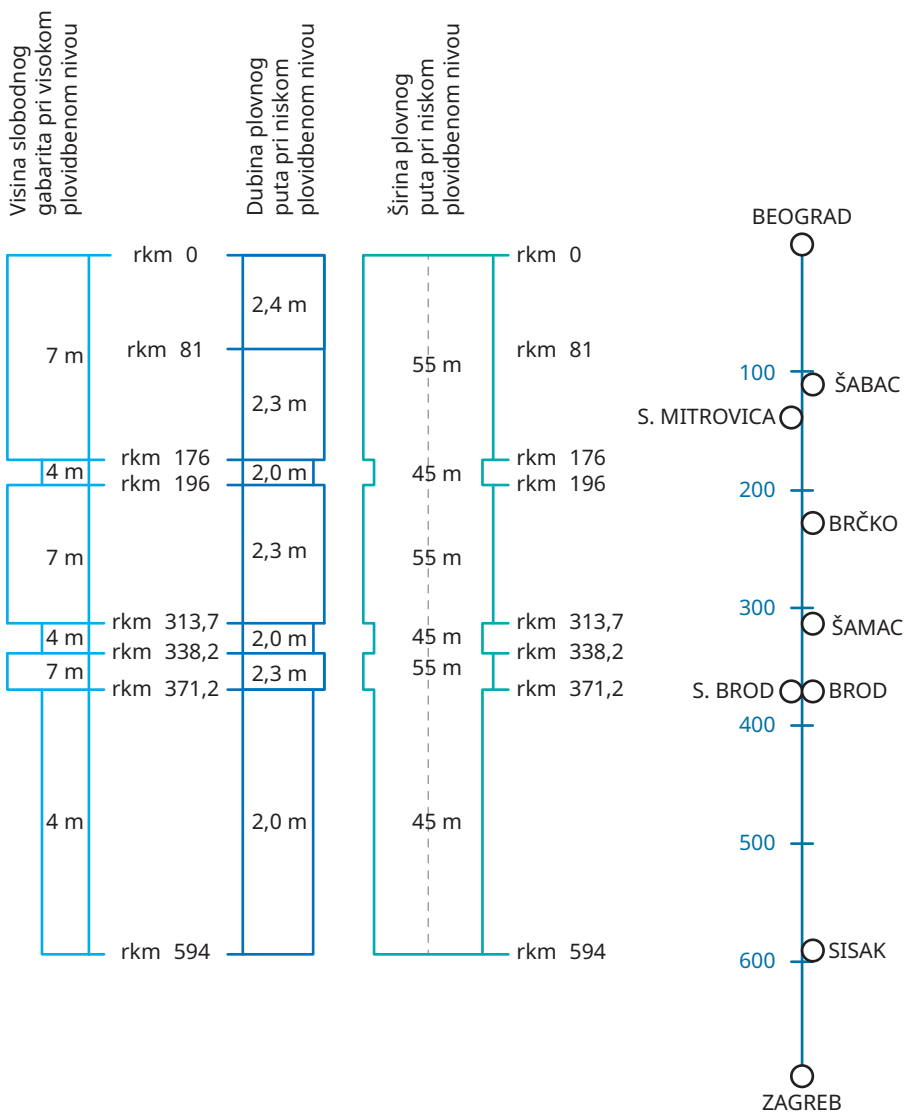
Gabarit plovnog puta

Gabarit plovnog puta je zamišljeni pravougaonik u poprečnom presjeku plovnog puta po kom se stalno obavlja plovidba; tj. dio presjeka vodnog puta koji plovila ili konvoji mogu u plovidbi da dosegnu 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.

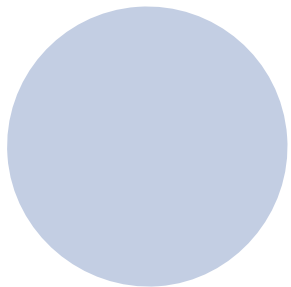
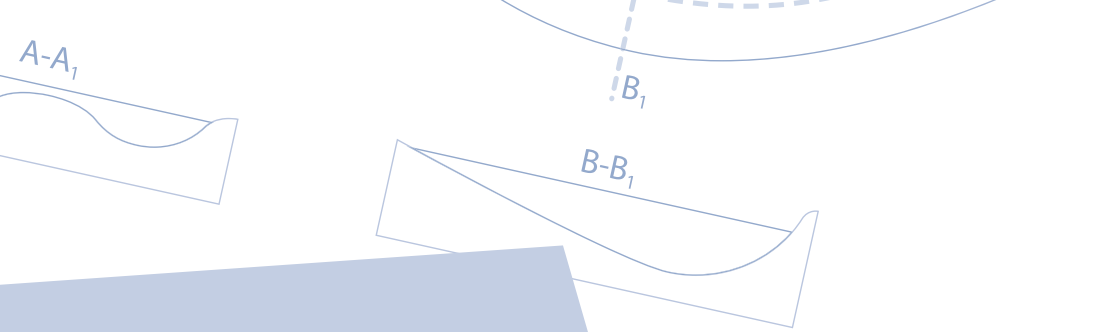
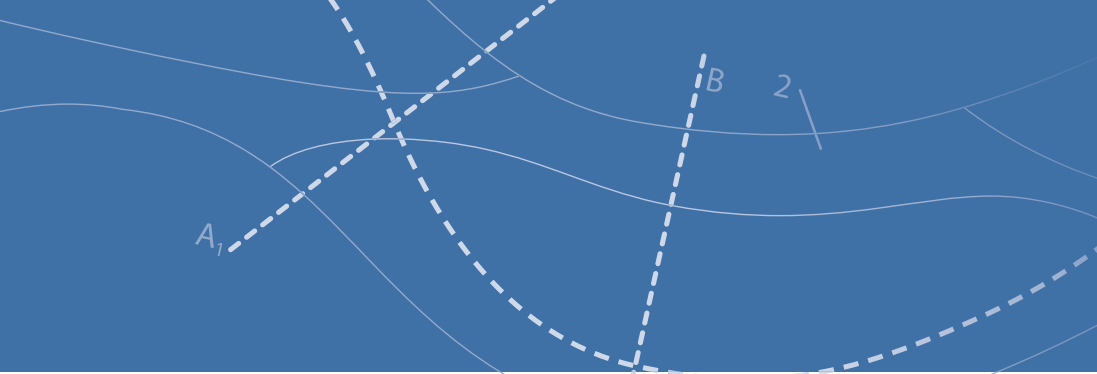
Slobodni gabarit

Slobodni gabarit ispod mosta je slobodni prostor između vodnog puta i mosta (Slika 1). U vertikalnom smislu to je prostor između vodnog ogledala i donjeg ruba konstrukcije mosta, a u okomitom smislu prostor između unutrašnjih bridova temelja riječnih stubova mosta. Ovdje će se definirati slobodni gabarit ispod mosta kao zamišljeni pravougaonik 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 mostovske 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 ali od njih na pojedinim dionicama može biti izvjesnih odstupanja.



3.

INFRASTRUKTURA

3.1 LUKE I PRISTANIŠTA

Luke su vodeni prostori rijeke, kanala i jezera i sa njima neposredno povezani kopneni prostor sa izgrađenim lučkim građevinama koje osiguravaju efikasno odvijanje lučkih djelatnosti, dok su pristaništa vodeni i sa vodom neposredno 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 prevoza (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 sa uređenjem plovnog puta, kroz modernizaciju i unapređenje unutrašnjih tehnoloških procesa, pripremiti za vrijeme kad će plovidba rijekom Savom biti nesmetana.

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

- **Konvencionalne riječne luke** – pružaju svoje prekrcajne usluge sa 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 prevoza) 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 kom slučaju krajnja destinacija pošiljke već samo mjesto gdje roba mijenja sredstvo prevoza, sa jednog 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 obuhvata konstrukcije i građevine koje su postavljene na lučkoj infrastrukturi i koriste se za prekrcaj, skladištenje i distribuciju tereta i u daljem tekstu neće biti posebno razmatran. Ovo uključuje prekrcajne objekte (dizalice), skladišta i silose, uredske zgrade, ali i infrastrukturu privatnog prevoza (privatne željeznice ili tračnice od dizalice).

U priloženoj tablici dat je pregled važnijih luka i pristaništa u slivu rijeke Save sa 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.	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.	Pristanište rafinerije	BiH	Sava	374,5/desna	sirova nafta i naftni derivati	IV
6.	Luka Slavonski Brod	Hrvatska	Sava	363,4/lijeva	gen. teret	IV
7.	Naftna luka Ruščica	Hrvatska	Sava	363,0/lijeva	sirova nafta	IV
8.	RTC Luka Šamac	BiH	Sava	313,0/desna	gen. teret	III
9.	Naftni terminal			226,4/desna	naftni derivati	
10.	Luka Brčko	BiH	Sava	228,4/desna	gen. teret	IV
11.	Putničko pristanište			228,4/desna	putničko	
12.	Luka Leget	Srbija	Sava	135,7/lijeva	gen. teret	IV
13.	Naftni terminal			104,6/desna	naftni derivati	IV
	Slobodna zona	Srbija	Sava	101,0/desna	gen. teret	
14.	Naftni terminal Barič			26,3/desna	naftni derivati	
15.	Naftni terminal Ostružnica			18,0/desna	naftni derivati	
16.	Naftni terminal Beogradske elektrane	Srbija	Sava	5,0/lijeva	naftni derivati	Va
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 vijeka predstavljalo je važan infrastrukturni objekt u kome se pretovarala i skladištila značajna količina roba za šire područje Siska i Zagreba. Dobro je povezano sa važnijim željezničkim i cestovnim pravcima. Posjeduje sopstveni prostor za ranžiranje željezničkih kompozicija kao i terminal za cestovna prevozna sredstva. Posjeduje vertikalnu operativnu obalu u dužini 170 m koja može da primi 4 plovila.

3.1.2 Putničko pristanište Sisak

Putnički ponton lociran je u samom centru grada, na uređenom dijelu lijeve obale Kupe, neposredno ispred zgrade lučke kapetanije sa mogućnošću prihvata većeg putničkog ili više manjih (turističkih) plovila. Priključak na struju osiguran je sa operativne obale koja je osvijetljena i predstavlja glavno gradsko šetalište. U neposrednoj blizini pristaništa nalaze se hotel, pošta, policijska stanica, 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. Raspolaže sa 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 industrijsko proizvodnoj zoni. Povezano je cestovnom i željezničkom infrastrukturom sa međunarodnim infrastrukturnim koridorima, kao i sa privrednim subjektima Slavanskog Broda. Luka je u fazi razvoja a trenutno raspolaže sa 370 metara vertikalne obale.

3.1.7 Naftna luka Ruščica

Naftni terminal kao pretovarna instalacija, 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

Sa položajem kakav zauzima predstavlja pravi primjer intermodalne platforme na plovnom putu, a blizina koridora Vc i koridora X uz dobru vezu sa 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 dalji razvoj ponude lučkih usluga. Posjeduje vertikalnu obalu u dužini od 311 m, bazen sa nedovršenom operativnom obalom u dužini 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 reflektuju se u ograničenoj mogućnosti kako daljeg razvoja tako i problema prometnog pristupa. U neposrednoj blizini operativne obale nalaze se tri sidrišta, formirana shodno tehnološkim operacijama i vrsti robe. Dužina izgrađene operativne obale iznosi 104 m uz

kosi kej i 76 m uz vertikalni kej. Uz operativnu obalu nalaze se četiri ranžirna kolosijeka ukupne dužine 2.586 m. Luka je sa glavnom željezničkom stanicom povezana jednokolosiječnom trasom. Raspolože 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 industrijskoj zoni Sremske Mitrovice. Povezana je industrijskim kolosjekom sa 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 raspolože vertikalnom obalom dužine 100 metara sa mogućnošću pristajanja i istovara-utovara svih plovila koja plove u slivu Dunava. Na vertikalnoj obali se nalazi portalna dizalica nosivosti 6.500 kg s mogućnošću istovara svih vrsta općih i rasutih tereta. Isto tako, za manipulaciju robom na raspolaganju je velik broj viljuškara 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 integrišući cestovni, željeznički i vodni promet. Trenutno se ne obavlja pretovar tereta sa plovila zbog nedovoljnih dubina na ulazu u bazen. Površinom akvatorija od 4,5 ha i bazenom predstavlja respektabilan potencijal. Istovremeno može da prihvati 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 sa 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 da pruži 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 njenog ušća u rijeku Dunav (rkm 1171). Izuzetan položaj na raskršću riječnog Koridora VII i kopnenog Koridora X čini ovo područje međunarodnim prometnim i transportnim čvorištem, a brojne atrakcije i bogata turistička ponuda grada Beograda i izuzetno atraktivnom turističkom destinacijom. Međunarodni aerodrom udaljen je svega 16,8 km od pristaništa.

3.2 UNUTRAŠNJI VODNI PUTEVI

Unutrašnji vodni putevi 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 uslovi za plovidbu u okvirima predviđenih gabarita. Plovni put u slivu rijeke Save već je definiran u prvom dijelu ovog Priručnika pa ga nije potrebno posebno razmatrati već ćemo se fokusirati na njegove osnovne karakteristike: širinu, dubinu, poluprečnik krivine (radijus) te brzinu toka.

Važan dio infrastrukture na unutrašnjim vodnim putevima i njen neizostavan dio čine objekti sigurnosti plovidbe: plovni i obalski znakovi – plovidbene oznake, zimovnici i zimska skloništa, sidrišta, hidrorregulacioni objekti kojim se osiguravaju gabariti plovnog puta, brodske prevodnice (šlajzovi), optički, zvučni, električni, elektronski, radarski i drugi uređaji itd. U daljem tekstu ćemo se osvrnuti na najzastupljenije.

3.2.1 Zimovnici i zimska skloništa

Zimovnik je objekat 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 da bude veća od 60 km, odnosno dan plovidbe – vrijeme obdanice.

Zimovnike i zimska skloništa na plovnom putu mogu pod jednakim uslovima da koriste sva plovila, dok plovila sa opasnim teretom moraju, u pravilu, da koriste za tu namjenu određene zimovnike.

Red u zimovniku i zimskom skloništu određuje nadležno tijelo države na čijoj teritoriji se zimovnik ili zimsko sklonište nalazi, a zadržavanje u njima traje dok traju mjere vanrednih okolnosti. Zimovnici i zimska skloništa mogu da se, prema odluci zapovjednika, koriste i van perioda trajanja mjera proglašanih zbog vanrednih okolnosti u slučajevima kad 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 obavještavajući ga pri tome o razlogu, mjestu i vremenu stajanja.

Postojeće luke i pristaništa mogu da budu 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 sa klasom plovnog puta u sektoru;
- obilježenost zimovnika i zimskih skloništa.

Posebni uslovi koje definiraju nadležna tijela a odnose se na:

- zapovijedanje u zimovniku i zimskom skloništu,
- način komunikacije sa plovnih objekata na obalu,
- način izvezivanja (veza) i sidrenja plovila,
- način prihvata otpadnih i drugih materija,
- 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 Hidrograđevinski objekti

Opće karakteristike prirodnih tokova

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

Općenito rečeno, riječni tok se sastoji od krivina, i između njih kraćih pravolinijskih dionica. Za razliku od mora i jezera, na rijekama postoji struja ili tok, sila koja direktno utiče na plovidbu. Brzina kretanja vode u rijeci zavisi od dva najvažnija faktora: padu (nagibu) dna korita rijeke i količini mase vode. Kako je pad dna korita rijeke konstanta, povećanje ili smanjenje brzine toka zavisi od povećanja ili smanjenja količine vodene mase, odnosno oscilacije vodostaja rijeke.

Brzina toka rijeke, u poprečnom profilu nije svugdje jednaka. Na površini i prema sredini rijeke je veća, a prema obalama i dnu 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, usljed podvodnih prepreka, kod preliva, itd. Na primjer, kad 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 plovidbu reflektuje se u sljedećem:

- Brzina uzvodne plovidbe umanjena je za veličinu brzine toka rijeke;
- Nizvodna plovidba može da bude ugrožena ako se kod manevra ne uzme u obzir sila vodene struje. Na primjer, da bi plovilo u nizvodnoj plovidbi sigurno pristalo, potrebno je da izvrši manevar okreta i zauzme uzvodni kurs. Pri tom manevru, da bi okret uspio, uzima se u obzir brzina riječnog toka i širina vodnog ogledala. Manevar treba da se izvede blagovremeno kako bi plovilo zauzelo povoljnu poziciju u odnosu na mjesto pristajanja. Naime, kod jakih vodenih struja i slabog pogona, 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 prijete opasnost od havarije, udara u druga plovila, kamenitu obalu, stub mosta itd. Da bi se to spriječilo, aktivira se rezervni pogon (ako postoji), obara se sidro ili se uz pomoć vesla prilazi obali, i u trenutku kontakta sa obalom plovilo se zadržava i vezuje.

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 unutrašnja obala u krivini. Pored nje su uvijek slabija strujanja vode, usljed 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, posmatrano uvijek od izvora prema ušću, dok se dužina rijeke računa i obilježava od ušća prema izvoru te se izražava u kilometrima.

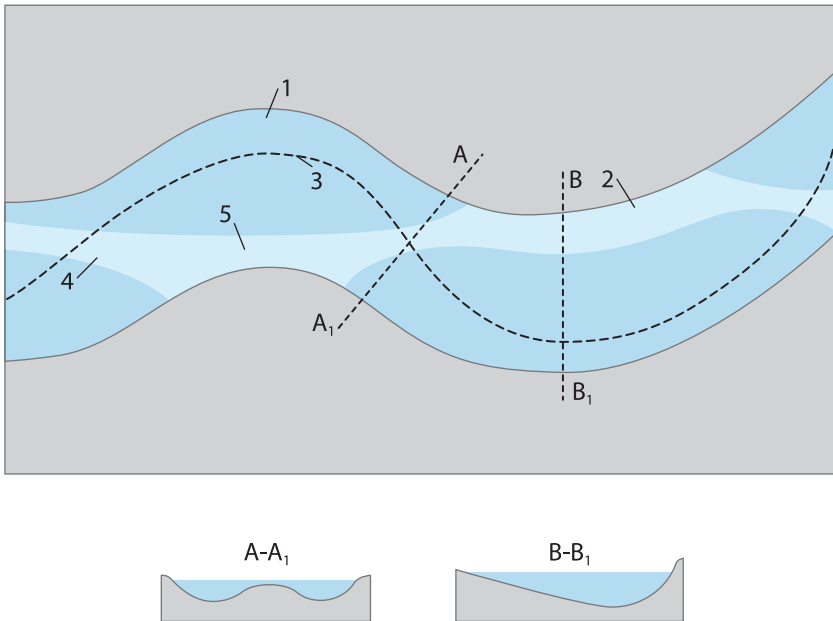
Riječni nanosi, ade i sprudovi

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

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

Nanos se taloži i na pravolinijskom toku rijeke uz obalu, gdje je voda mirnija. Najveća taloženja nanosa su na ušćima rijeka.

Srudovi 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-A, na prelazu, i B-B, 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 plovidbe

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

Cilj regulisanja riječnog toka je stvaranje i održavanje dubina, širina i poluprečnika krivina u granicama koje omogućuju sigurnu plovidbu. Radovi na regulaciji za potrebe plovidbe po pravilu se uklapaju u opću regulaciju riječnih korita, čime se doprinosi zaštiti od poplava, sprječava nagomilavanje leda, odnosno otklanjaju se opasnosti od takozvanih „ledenih poplava“ i drugih štetnih uticaja vode. Drugim riječima, cilj regulacije rijeke je stabilizacija obale te formiranje njenog korita za potrebe plovidbe.

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).

Regulacione 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 regulacionih radova i građevina.

Spomenute regulacione mjere mogu biti pojedinačne ili u kombinaciji.

Regulacija riječnog korita za plovidbu primjenom regulacionih građevina i radova najzastupljenija je na unutrašnjim vodama. U regulisanju prirodnog vodotoka za potrebe plovidbe direktnu primjenu svakako imaju regulacione građevine u riječnom koritu, kao i radovi na prosjecanju riječnih krivina (meandara). Regulacione građevine služe za:

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

Regulacione 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 vodo-radnjama. Osnovna podjela je na vertikalne i kose konstrukcije.

Vertikalne konstrukcije treba da prenesu u tlo horizontalna opterećenja, dok kod kosih konstrukcija samo tlo preuzima ta opterećenja (pitanje stabilnosti kosina). Vertikalne konstrukcije dijelimo na dvije osnovne grupe, takođe vezano uz prijenos horizontalnih sila. U prvu grupu spadaju gravitacione konstrukcije kod kojih se horizontalna opterećenja prenose na tlo posredstvom sopstvene težine građevine. Kod tog tipa, u samoj se konstrukciji ne pojavljuju vučna naprezanja. Druga grupa predstavlja tipove kod kojih se horizontalna opterećenja prenose u tlo posredstvom unutrašnjih sila u konstrukciji.



Slika 3. Vertikalna gravitaciona 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 je karakterišu i kojima se suprostavlja hidrodinamičkim djelovanjima vode. To su obloga i posteljica.

Prave paralelne građevine (uzdužne) primjenjuju se takođe za regulisanje konkavnih obala, i to na onim sektorima rijeke gdje je potrebno građevinu praviti u koritu, kako bi se ublažile krivine. Mogu da budu od kamena, vreća punjenih pijeskom, na podlozi od tucanika ili fašinskih madraca (fašna – snop od vrbovog pruća). Tijelo paralelne građevine je povezano sa obalom traverzama, čime se stvaraju međutraverzna polja. U njima se smanjuje brzina vodene mase koja prelijeva traverze, što povećava brzinu istaloženja nanosa i sprječava proticanje vode između građevine i obale. Tako se ubrzava stvaranje nove obale. Prave paralelne građevine se mogu primijeniti i za regulisanje pravolinijskih 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 izuzetno i na pravolinijskim dionicama. Prave se isključivo u serijama. Djelovanje naperi je dvostruko: sužavaju riječno korito, povećavaju pad, dubinu i propusnu moć korita u pogledu prenosa nanosa, a sa druge strane izazivaju taloženje nanosa u međunaperskim poljima. Pri srednjim i visokim vodostajima, voda koja prelijeva napere gubi brzinu, odnosno prenosnu snagu, te materijal koji nosi deponira u međunaperska polja, čime se postiže formiranje nove obale. Ukoliko se konveksna obala reguliše naperima, suprotna konkavna obala mora da bude zaštićena obaloutvrdom ili pravom paralelnom građevinom.

Regulaciona 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 regulacione linije nema stvaranja lokalnih erozija u koritu i uz njih je pronos nanosa ujednačen. Nedostaci paralelnih građevina su visoki troškovi građenja, teško i skupo ispravljanje grešaka, poteškoće u izvođenju zbog otežanog temeljenja u dubokoj vodi zbog usporenog zasipanja staroga korita i zbog potrebe za jakim osiguranjem nožice građevine. Ono što su kod pera nedostaci, kod paralelnih građevina su



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

prednosti i obrnuto. Tako će pera imati prednosti lakog prilagođenja i ispravljanja grešaka, efikasnog zasipavanja starog 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 regulacione linije tačkasto (a ne kontinuirano). Razvijeni su i posebni tipovi regulacionih 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 regulacionih pera vezanih uz tačkasto definiranje obale, te izazivanja poprečnih strujanja u vodotoku.

Pregrade imaju značajnu ulogu u regulisanju rijeka koje karakterišu 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 regulacionih mjera na vodotocima sa oštrim krivinama. Prosijecanje se sastoji u formiranju novog riječnog korita koje odgovara uslovima 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 regulacionih 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 nivoa podzemne vode i uvijek se trasira bliže konveksnoj (unutrašnjoj) obali zavoja korita. Deponije služe za kontrolu procesa širenja prokopa i za ograničavanje na projektiranu širinu. Pregrade se izvode sa uzvodne i nizvodne strane prokopa ili samo sa uzvodne strane, zavisno od toga 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 da protiču voda, nanos i led (kako ne bi izazvale prevelik uspor vode i eventualno poplave uzvodno od prokopa). Pregrade ubrzavaju proces konačnog formiranja prokopa, ali se obično izvode u fazama (ili po visini ili po dužini) kako bi se do potpunog formiranja korita kroz staro korito mogle propuštati određene količine velikih vodnih talasa. 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, ono mora da se učvrsti odgovarajućim regulacionim 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 u slučaju depresije može da se očekuje erozija korita pritoke i deponiranje nanosa nizvodno od ušća u matičnoj rijeci. Ako velike vode pritoka izazivaju uspor vode u matičnoj rijeci, treba očekivati taloženje nanosa uzvodno od ušća u matičnoj rijeci. Pri smanjenju vodnog vala pritoke, mogu se očekivati povećane brzine u matičnoj rijeci sa izraženim erozionim djelovanjem i taloženjem nanosa nizvodno od ušća.

Kada regulacione građevine zbog niskih vodostaja predstavljaju opasnost za plovidbu, obilježavaju se oznakama sigurnosti plovidbe. 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 da se odredi vodostaj na kom se pojavljuje gornji kraj građevine ili napera. Budući da nautičari s malim plovilima krstare i van plovnog puta, ovi podaci su im veoma važni. Na temelju iznesenog uvijek mogu da znaju dubine vode na građevinama, odnosno, da li su i koliko te građevine izašle iz vode. Pregrade koje zatvaraju pojedine rukavce u pravilu se postavljaju na istoj visinskoj koti kao i naperi i druge regulacione građevine. Međutim, neke pregrade su i sa višom kotom od ostalih regulacionih građevina (obično jedan metar) a razlozi su hidrotehničke prirode. Neke pregrade su sa kraćim trupom i nižom kotom krune, što omogućuje prolaz manjih plovila pri niskim vodostajima.

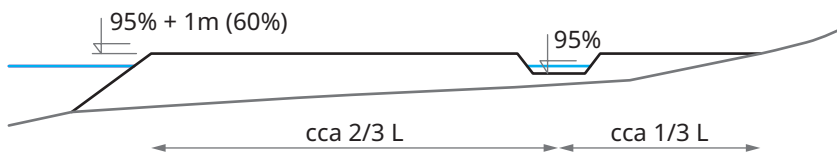
Kanaliziranje riječnog toka podrazumijeva njegovo pregrađivanje u jednom ili više profila umjetim pregradama – branama, čime se bitno mijenja njegov hidrološki režim i ostvaruju povoljni navigacioni uslovi. Zbog pregrađivanja riječnog toka formira se diskontinuitet u nivou vodnog ogledala (razlika u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

Primjena novih regulacionih mjera pri uređenju vodnih puteva

Tokom proteklih godina intezivirale su se rasprave o evropskim rijekama, s naglaskom da riječni ekosistemi i prirodni krajolici trebaju zaštitu, a jedan od osnovnih ciljeva EU Okvirne direktive o vodama je sprečavanje daljeg pogoršanja i zaštita i poboljšanje statusa akvatičnih ekosistema. Takođe, rasprave o zaštiti rijeka, uzimajući u obzir i potrebu daljeg privrednog razvoja, dovele su do sve većeg razumijevanja potrebe da se prilikom provođenja budućih aktivnosti na unapređenju plovnih puteva posebna pažnja posvećuje što je moguće većem usklađivanju interesa privrednog razvoja i zaštite okoliša.

U tom smislu, razvijena je Zajednička izjava o vodećim načelima za razvoj unutrašnje 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 unutrašnjim plovnim putevima. Intencija Zajedničke izjave nije samo da se ne ugrozi okoliš, već da se primjenom ekoloških inženjerskih rješenja, odnosno eko-inženjeringa, poboljša zatečeni status akvatičnih ekosistema. Kao pomoć svima koji se bave projektovanjem, izgradnjom i održavanjem plovnih puteva u okviru EU projekta PLATINA, izrađen je PLATINA Priručnik dobre prakse u održivom planiranju vodnih puteva, 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 uticaj na akvatični ekosistem posebne u domenu 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 lokalizovana između korita i obale. Ovakva su rješenja do sada bila rijetko primjenjivana u Evropi, 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 uslov koji obilježavanje treba da ispuni je da, tokom 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, sistem obilježavanja sastoji se od dvije kategorije znakova:

- a. znakova koji se koriste za regulisanje 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, obaveze, ograničenja, preporuke ili upućivanja i pomoćni znakovi, u vidu Anek-sa, sastavni su dio Pravila plovidbe u slivu rijeke Save.

Tokom plovidbe, brodaraci su dužni da poštuju zahtjeve i uvažavaju preporuke ili napomene na koje im se skreće pažnja ovim znakovima. Kombinacijama plovnih oznaka i obalskih 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 obalskih znakova i plovnih oznaka i plan njihovog postavljanja na terenu mora da bude u skladu sa uslovima sigurne plovidbe. Izbor oznake i definiranje njihovog broja zavisi od lokalnih prilika na vodnom putu i funkcije oznake. Postavljaju se tako da se osigura vidljivost od jedne do druge oznake.

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

Sistem obilježavanja obično je u nadležnosti specijaliziranih državnih tijela koja imaju obavezu da:

- a. redovno prate stanje riječnog korita i promjene koje se u njemu dešavaju, te na temelju rezultata isprave pozicije znakova i oznaka i, kada je neophodno, dopune sistem novim oznakama kako bi se obilježio plovni put;
- b. redovno mjere dubinu i širinu obilježenog plovnog puta i osiguraju neophodne informacije zapovjednicima u vezi sa minimalnim dubinama, širinama plovnog puta i vodostajima;
- c. uspostave plan postavljanja znakova i oznaka u pojedinim sektorima i odrede vrstu i broj plovnih oznaka i obalnih znakova koji se koriste, a sve u svrhu osiguranja uslova sigurnosti plovidbe i lokalnih uslova;
- d. osiguraju, koliko je moguće nesmetanu funkciju svih plovnih oznaka i obalskih znakova;
- e. pravovremeno obavijeste 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 preticanje zabranjeno.

3.3.1 Uslovi koje moraju da zadovolje plovne oznake i obalski znakovi i Plan obilježavanja

Sistem 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, sistem obilježavanja je postavljen tako da plovila koja plove nizvodno koriste dio rijeke sa visokim brzinama strujanja, a plovila koja plove uzvodno dio rijeke sa niskim brzinama strujanja.

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

Obalski znakovi se koriste za navođenje zapovjednika i označavanje pravca plovnog puta. Plovne oznake su dopuna obalskim 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 vanredno hidrografsko mjerenje kako bi se provjerilo da li su pozicije oznaka odgovarajuće i da li sistem treba da se dopuni novim oznakama. Učestalost ovih vanrednih hidrografskih mjerenja zavisi od promjena 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 sa minimalnim dimenzijama mogu se naći u posebnim pravilima koja šire regulišu obavezu i način obilježavanja vodnog puta.

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

- a. Znak je vidljiv golim okom.
Značenje znaka još nije moguće utvrditi (vidljiv);
- b. Kad 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).

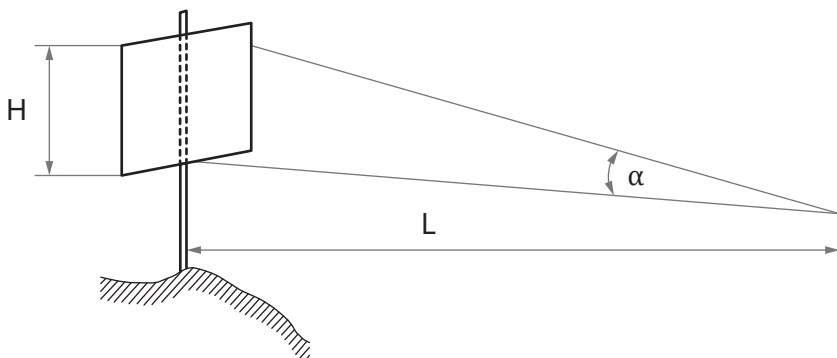
Minimalni ugao prepoznatljivosti u dnevnim uslovima za jednostavne oblike (cilindar, konus, kugla i sl.) je između 3 i 5 minuta, a za složene oblike (brojevi, slova i sl.) između 5 i 8 minuta. Da bi brodarac mogao da prepozna dnevni znak pri odgovarajućim rastojanjima i vidljivosti (bez optičkih pomagala) može da koristi sljedeću formulu za proračun zahtjevanih minimalnih dimenzija znaka jednostavnih i kompleksnih oblika:

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

H (m) – visina znaka;

L (m) – rastojanje;

α (°) – ugao gledanja.



Znakovi i oznake korišteni u slivu rijeke Save, nesvijetleće plutače i nesvijetleći obalski znakovi u pravilu se prekrivaju reflektujućim materijalom. Svijetleće plutače i svijetleći obalski znakovi mogu takođe da budu 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 reflektujućom bojom ili materijalom.

Vidljivost znakova i oznaka kojima se reguliše plovidba na plovnom putu osigurana je njihovim noćnim osvjetljavanjem sa fiksnim usmjerenim bijelim svjetlima koja funkcioniraju bez prestanka i postavljene na način da svjetlo ne ometa brodarce. Ukoliko se koristi električno osvjetljenje, ploče znakova su obično prekrivene reflektujućim materijalom odgovarajuće boje.

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

Za potrebe noćne plovidbe odnedavno su u upotrebi solarne navigacione lampe, u okviru modernizacije sistema obilježavanja plovnih puteva. Ovakav sistem obilježavanja značajno unapređuje sigurnost plovidbe zahvaljujući boljoj uočljivosti signalizacije na plovnom putu. Solarne navigacione lampe doprinose značajnom smanjenju troškova održavanja, a njihova primjena nema negativan uticaj na okoliš.



Slika 11. Solarne navigacione lampe (reff. *Plovput web-site*)

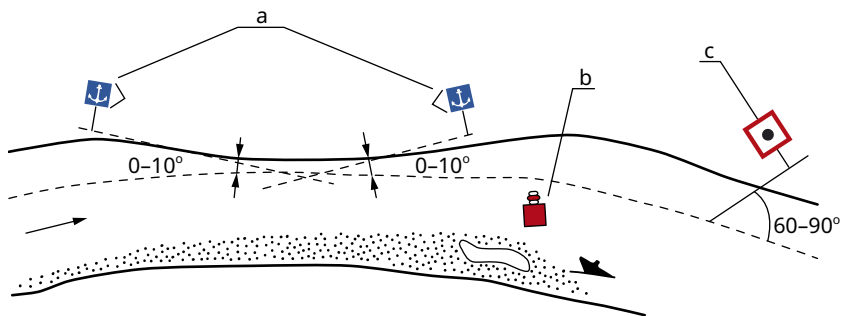
3.3.3 Obilježavanje karakterističnih sektora rijeke

Znakovi na vodnom putu su orijentirani na dva načina:

- paralelno sa osovinom plovnog puta;
- okomito na osovину plovnog puta.

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

Obalski znakovi, koji se koriste za regulisanje 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 uglom u odnosu na osovину plovnog puta tako da su vidljivi korisnicima koji plove. Obalski znakovi, koji se koriste za regulisanje plovidbe koja se odvija u jednom smjeru (uzvodno ili nizvodno), orijentirani su kao pod (b). U nekim slučajevima (bolja vidljivost) ugao između znaka i osovine plovnog puta ne može biti manji od 60° (Skica 1, znak c).



Skica 1

Pravilo je da se svijetleće ili nsvijetleće 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.).

Stubovi 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 da budu zamjenjene stubovima i motkama.

Dionice rijeke na kojima se obavlja dnevna i noćna plovdba, račvanja, ukrštanja te osovina plovnog puta, zajedno sa preprekama plovdbi koje se nalaze u plovnom putu, obilježeni su svijetlećim plutačama ili obalskim znakovima i svjetlima. Plovne oznake postavljaju se pri takvoj dubini i udaljenosti od prepreke da osiguraju sigurnost i lako kretanje plovila tokom noći i pri slaboj vidljivosti, a na dionicama gdje je plovní put uzak prednost se daje oznakama na obalama.

3.3.4 Obilježavanje meandrirajućih sektora

Obilježavanje pokrivenih pravaca

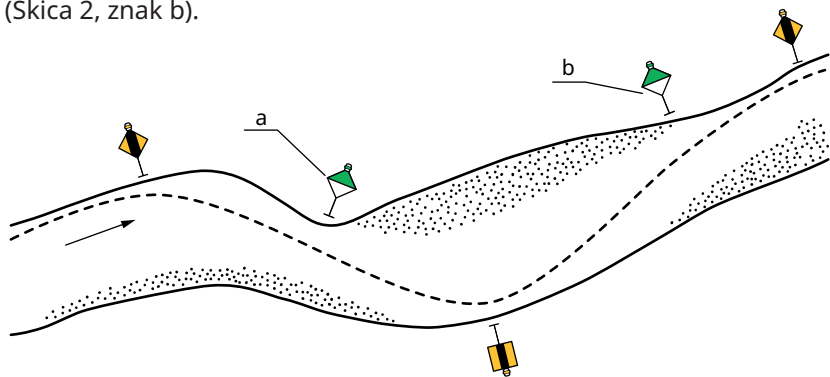
Znakovi za obilježavanje pokrivenih pravaca i obalska svjetla mogu da se koriste u aluvijalnim tokovima kako bi se označio prelazak plovnog puta sa jedne na drugu obalu. Meandrirajući sektori su obilježeni obalskim svjetlima i znakovima za obilježavanje pokrivenih pravaca kad je plovní put dovoljno širok, kad je osigurana njegova sigurnost i kada se pravac označava približno.

Obalska svjetla i znakovi za obilježavanje pokrivenih pravaca odabrani su tako da se razlikuju prelazi u kontekstu njihove dužine, tačnije u kontekstu udaljenosti između dva susjedna znaka. Dužina prelaza je relativna, jer zavisi od širine plovnog puta.

Znakovi za obilježavanje pokrivenih pravaca i obalska svjetla daju najbolje rezultate na rastojanjima do 3 km. Na takvim dionicama mogu biti postavljeni znakovi za obilježavanje pokrivenih pravaca (bez plovećih oznaka) pri uslovima 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 obalska svjetla (bez plovećih oznaka) ne postavljaju se na rastojanju većem od 1,0–1,5 km.

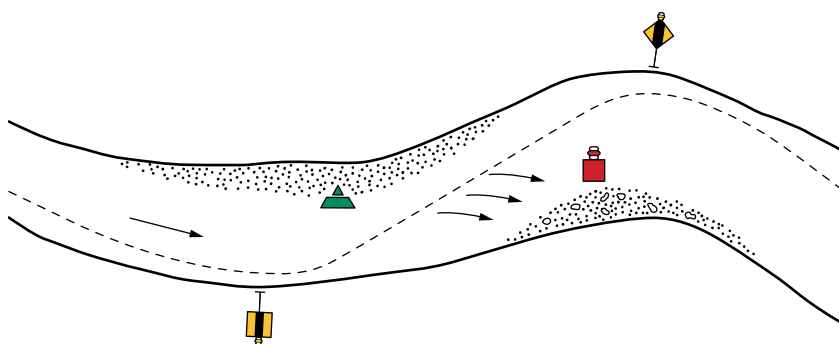
Ukoliko je udaljenost između dva susjedna znaka za obilježavanje pokrivenih pravaca veća od računске vidljivosti i kada je plovni put u blizini obale, između ta dva susjedna znaka za obilježavanje pokrivenih pravaca postavlja se obalski svijetleći znak kojim se dodatno označava položaj plovnog puta (Skica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

Obalski svijetleći znak se takođe postavlja kad je plovni put blizu obale (Skica 2, znak b).



Skica 2

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

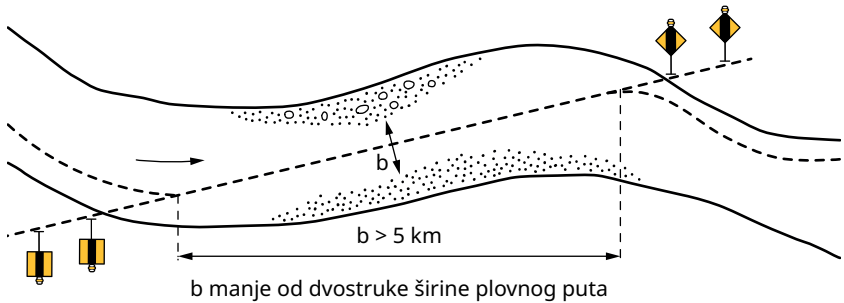


Skica 3

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

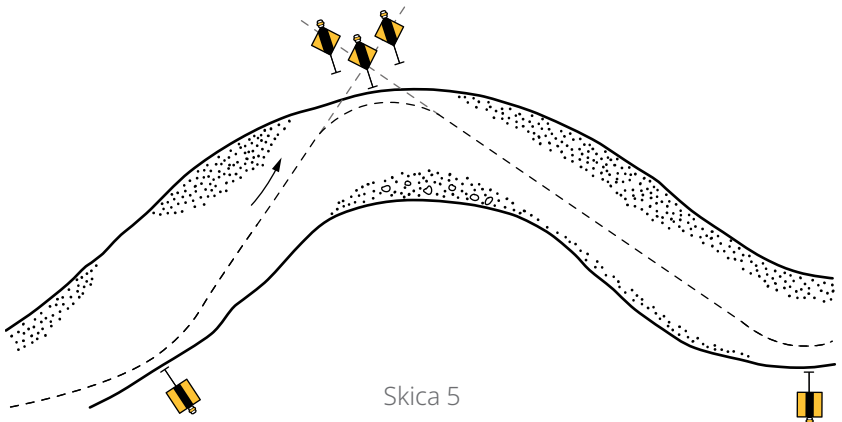
Prednost znakova za obilježavanje pokrivenih pravaca na svakoj strani plovnog puta se daje u slučaju pravolinijskih dionica dužih od 5 km, gdje je raspoloživa širina za plovidbu manja od dvostruke preporučene širine plovnog puta za određeni sektor. U tom slučaju i kada to konfiguracija obale dozvoljava,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

Uvijek se preporučuje da se imaju 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

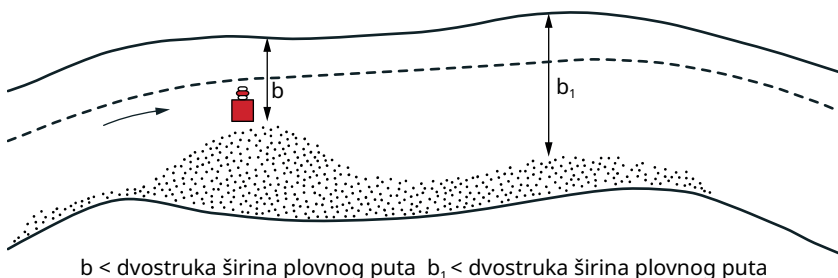
Na sektorima gdje plovni put neposredno poslije prelaza ka suprotnoj, iznenada ponovo prelazi na suprotnu obalu, obavezno se postavljaju tri znaka (prednji ima dvije ploče) za obilježavanje pokrivenih pravaca (Skica 5). U tom slučaju, svjetla zadnjih znakova za obilježavanje pokrivenih pravaca biće strogo usmjerena po osovini plovnog puta: jedno uzvodno, drugo nizvodno.



Skica 5

Postavljanje plovnih oznaka

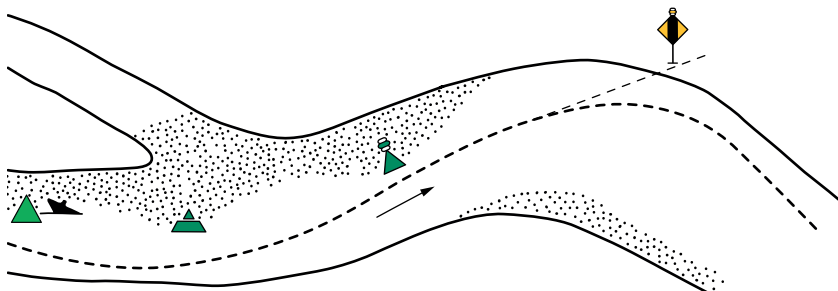
Na meandrirajućim sektorima, gdje plovni put prolazi sredinom riječnog korita ili duž obale ili blago prolazi od jedne do druge obale, plovne oznake se koriste za obilježavanje formacija u riječnom koritu ili prepreka (prirodnih i umjetnih) pored plovnog puta (obale, nasipi, ade, kamenje, potopljena 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 mnogo široka, postavlja se plovna oznaka sa svjetlom na njenoj uzvodnoj dionici. Stub ili motka može da se postavi na njenoj nizvodnoj dionici zavisno od njene dužine.

Plovne oznake koje obilježavaju podvodne prepreke značajne dužine postavljene su na način 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).



U dijelovima riječnog korita gdje je suprotna obala, koju prati linija plovnog puta, ograničena obalskim nasipom, gdje se u prirodnim uslovima favorizuje uzvodna plovidba u mirnoj vodi, obala je obilježena plovnim oznakama nezavisno od širine riječnog korita.

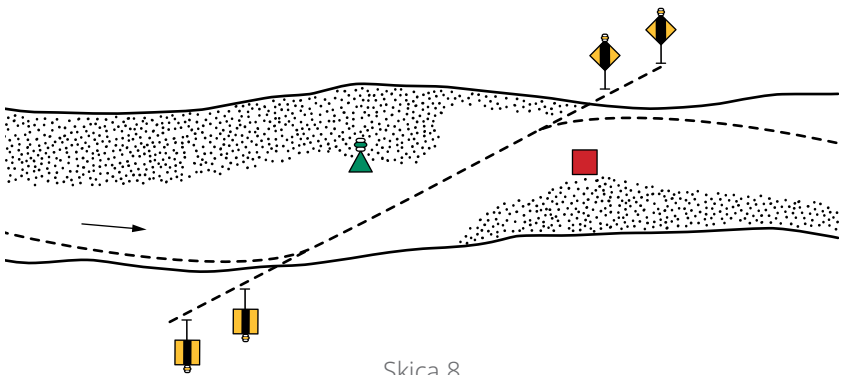
Na meandrirajućim sektorima, sistem obilježavanja na obali u periodima visokih voda u principu ostaje isti kao i u periodima najnižih voda, osim na dionicama, na kojim se pri visokim vodama preporučuje eventualno neki drugi plovni put sa boljim plovidbenim karakteristikama. U ovom slučaju, odabrani plovni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

Obilježavanje plićaka

Na plićacima kao i na ostalim dionicama primjenjuje se princip prema kome sistem oznaka osigurava neprekidnu obilježenost pravca plovnog puta.

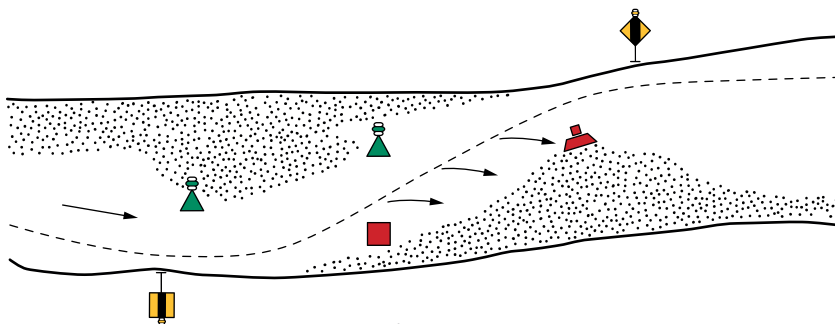
Plovni put na plićacima može da bude obilježen obalskim znakovima i plovnim oznakama.

Alternativno, locirani plićaci mogu takođe da budu obilježeni znakovima za obilježavanje pokrivenih pravaca, sa dovoljnom raspoloživom širinom za plovidbu na način da plovila kroz njih mogu prolaziti pravolinijski (Skica 8).



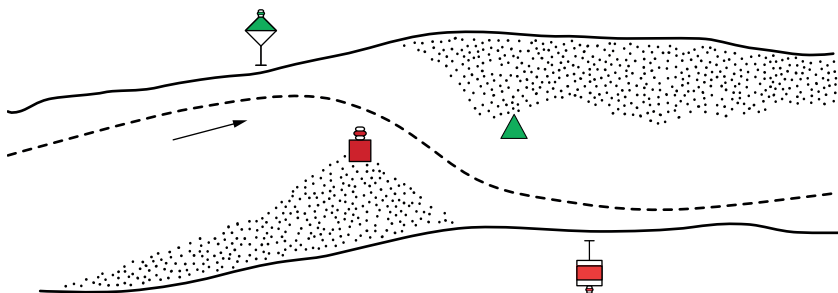
Skica 8

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



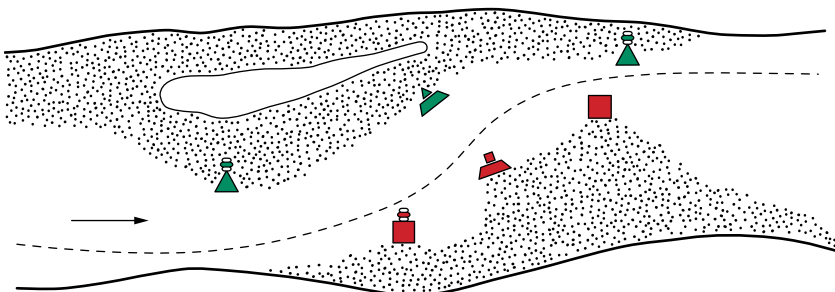
Skica 9

Ukoliko plovni put prolazi pravolinijski 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 pokrivnih pravaca, plovni put može da se, sa jedne ili obje strane, obilježi plovnicima u zavisnosti od širine plovnog puta i hidroloških uslova.

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

Izbor i pozicioniranje znakova obilježavanja u svakom slučaju zavisi od lokalnih uslova na dionici gdje se nalazi most.

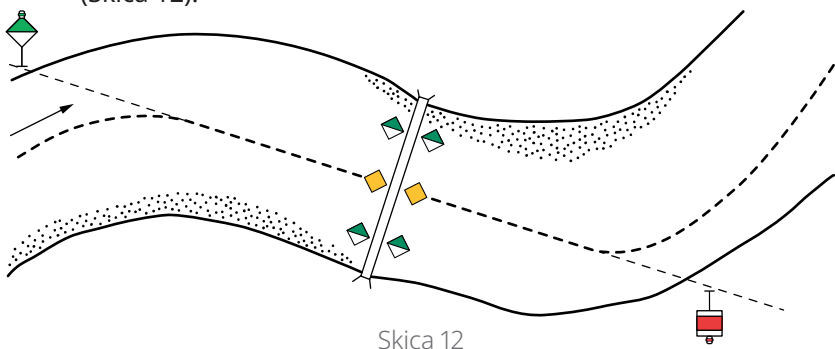
Postavljanje znakova za obilježavanje u blizini mostova i obilježavanje plovidbenih otvora plutačama u skladu su sa sljedećim uslovima:

- a. kako bi se obilježio plovidbeni otvor mosta, moraju da se koriste 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 uslova plovidbe;
- d. ukoliko je, prilikom približavanja mostu ili plovidbenom otvoru, pravac toka pod uglom u odnosu na most, pri čemu izaziva vrtloge oko stubova mosta, znakovi na vodi postavljeni su tako da pokažu pravac vrtloga.

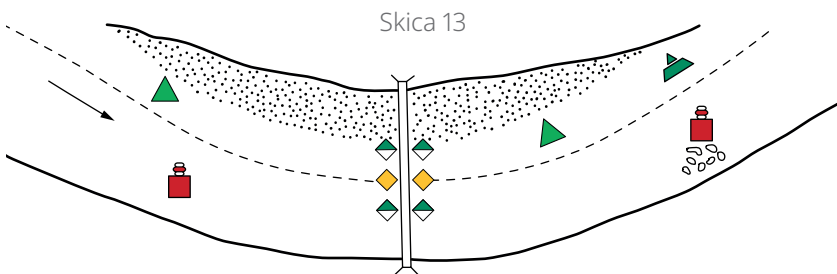
Plovne oznake mogu da budu postavljene na prilazu plovidbenim otvorima kako bi dali tačnu poziciju plovnog puta.

Sljedeći primjeri prikazuju postavljanje pomenutih plovnih oznaka kojim se obilježavaju dionice u blizini mostova:

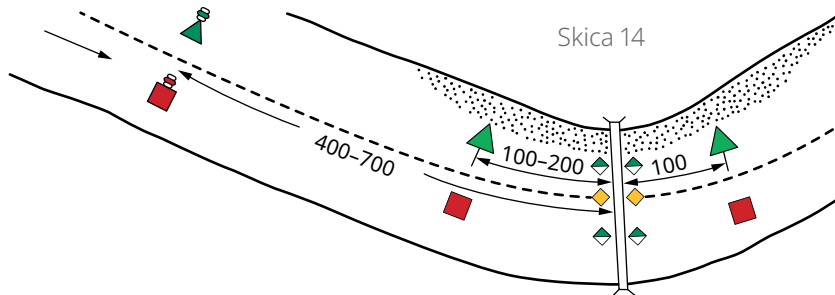
- a. ukoliko se most nalazi u infleksiji, pravac prolaska plovila kroz plovidbeni otvor mosta može biti obilježen plovnim oznakama (Skica 12).



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



- c. ukoliko je most postavljen na dionici na kojoj je tok pod uglom u odnosu na os plovidbenog prolaza, obilježavanje može biti izvedeno s dva para plutača uzvodno od mosta. Jedan par bližih plutača postavlja se na rastojanju 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 sa parom plutača blizu mosta, obilježavaju riječni tok. Još jedan par plutača može se postaviti 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 identifikacioni sistem) biće više rečeno u poglavlju 6.4 – Riječni Infomacioni Servisi (RIS).

AIS AtoN, u pojmovnom smislu, je stvarni ili virtuelni objekat sigurnosti plovidbe od značaja za sigurnost plovidbe koji se elektronskom ikonom prikazuje na integrisanom brodskom grafičkom elektronskom sistemu.

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



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

Postavljanje radarskih reflektora na plovne oznake, obalske znakove i plovidbene prolaze kroz mostove

Važno je opremiti obalske 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 ekranu.

Ova udaljenost zavisi od tehničkih karakteristika radara, radarskih reflektora, reflektivnog kapaciteta readarskog reflektora i posebnih uslova na rijeci, te visine antene instalirane na plovilu, kao i visine radarskog reflektora, u odnosu na vodu.

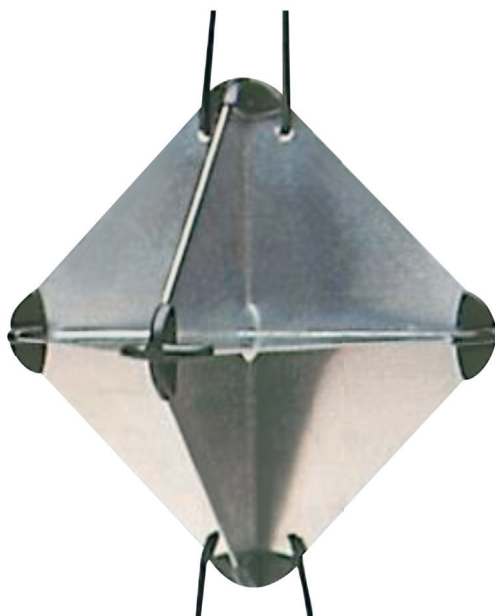
Budući da je vidljivost mostovskih stubova obično nedovoljna na radarskim ekranima, mostovski stubovi za prolazak brodova uzvodno i nizvodno moraju da budu označeni ili plutačama opremljenim radarskim reflektorima postavljenim najmanje 15–20 m prije mosta, ili radarskim reflektorima postavljenim na samom mostu ne manje od 12–15 m od najisturenijeg ruba mostovske konstrukcije (Skica 15).



Opasnosti u plovidbi i različite prepreke (potopljena plovila, naperi i druge regulacione građevine, itd.) koje se nalaze u riječnom koritu trebalo bi takođe da se obilježavaju radarskim reflektorima. Ukoliko se naperi ili druge regulacione građevine obilježene znakovima sa

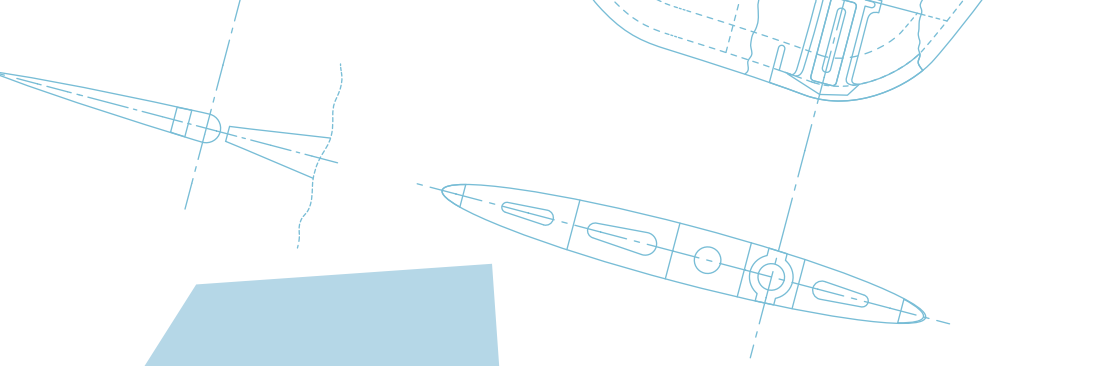
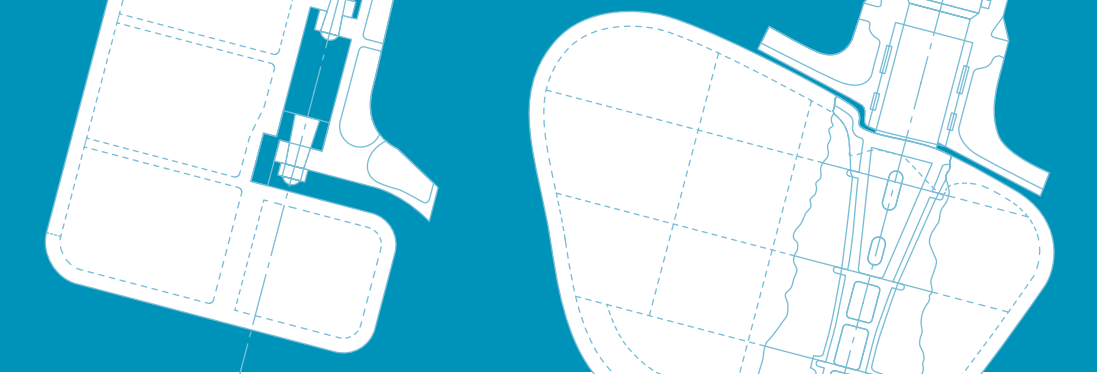
radarskim reflektorima nalaze duž jedne obale, pri čemu plovni put prati suprotnu obalu koja je niska i ravna, onda su znakovi sa radarskim reflektorima takođe postavljeni na toj obali kako bi se olakšala orijentacija plovila koja plove pomoću radara.

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

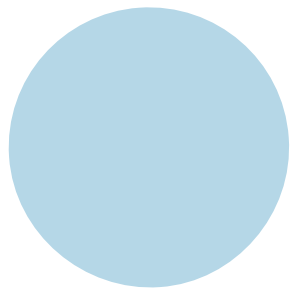


Slika 13. Moderni sklopivi radarski reflektor

Za izradu radarskih reflektora treba koristiti aluminijum ili nerđajući čelik.



4

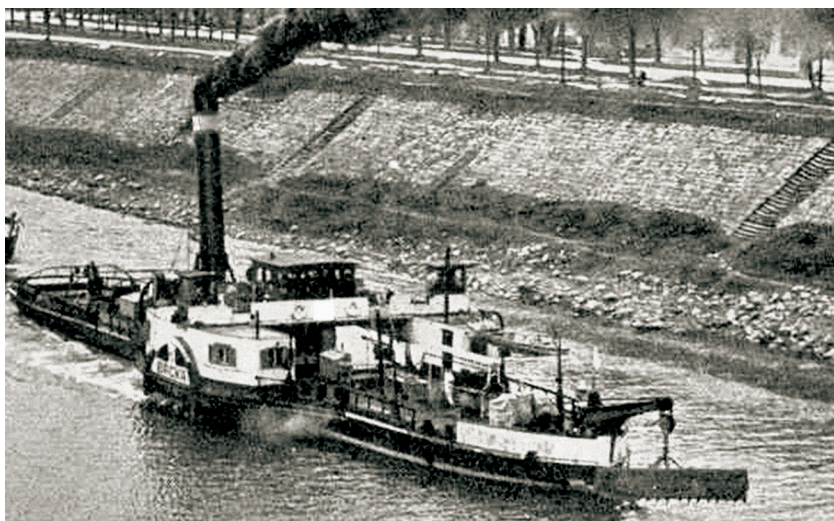


4.

OSNOVE BRODOGRADNJE I PROPULZIJA

4.1 OSNOVE BRODOGRADNJE

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



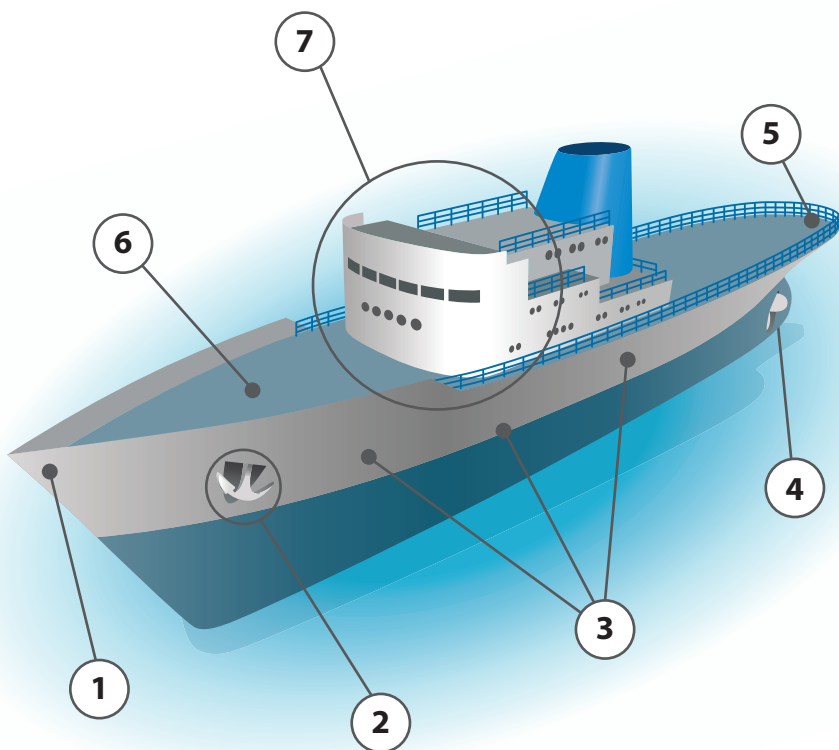
Slika 15. Tegljač Bačka u vožnji Kupom, 1959. godina

4.1.1 Brodske konstrukcije

Brod je plovno sredstvo sposobno da se kreće po morima, rijekama i jezerima koje služi za prevoz 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 kablova, cjevovoda, istraživački brodovi, itd.) kao i za obavljanje raznih zadataka u vezi sa plovidbom (tegljači, ledolomci itd.).

Brodom se smatraju samo veći plovni objekti, dok se manji nazivaju čamci. Za razliku od splava, brod, kao i čamac, ima koritasti 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 dole, 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 sistema na brodu koji osigurava boravak broda na jednom mjestu, a u vanrednim situacijama osigurava brzo zaustavljanje. Brod može da ga ima i na krmi, a u tom slučaju ga zovemo „strujni sidreni uređaj“. Sidreni uređaj se sastoji od: sidara, sidrenih lanaca, sidrenog vitla, lančanika u kome je smješten lanac, sidrenog ždrijela kroz koje prolazi lanac, sidrenog oka u kome je smješteno sidro i stopera 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 u zavisnosti od vrste broda) i oplata (oplata je sa vanjske i unutrašnje strane učvršćena na kostur na odgovarajući način, zavisno od vrste broda). Unutrašnjost broskog trupa podijeljena je po visini na palube, a po dužini 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 poplavlivanje cijelog broda i njegovo potonuće;
- **pogonski vijak** (4) – je dio motornog pogona koji svojom vrtnjom pokreće plovilo. Vijak je preko brodske osovine spojen s unutrašnjim motorom. Osnovne karakteristike broskog vijka su: broj krila, smjer vrtnje, prečnik i korak vijka. Iza vijka nalazi se kormilo broda, koje služi za upravljanje brodom;
- **krma** (5) – je krajnji zadnji dio broda, suprotno od pramca, ispod koga je smješten pogonski dio broda;
- **glavna paluba** (6) – je vodoravni pokrov broskog 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 komandni most sa komandnim uređajima za upravljanje brodom. Nadgrađe pridonosi povećanju čvrstoće broda;

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

- **ugradnja** – svi dijelovi na i u brodu koji ne doprinose povećanju čvrstoće broda (unutrašnje 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, motori i instalacije koji služe za pomoćne djelatnosti motornog prostora i palube (agregati za električnu energiju, razne pumpe, pogon sidra, kormilarnica, vodovodne i električne instalacije i sl.);
- **pokretna oprema** – navigaciona oprema, sigurnosna oprema, motorna oprema i slično.

Osnovne karakteristike i dimenzije broda

U osnovne karakteristike broda spadaju:

- sopstvena 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 da se izrazi 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 sa njihovom prtljagom. Izražava se u tonama.

Istisnina broda (deplasman) može da se definira 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 sopstvene mase broda. Izražava se u tonama. Razlikuju se dvije vrste nosivosti:

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

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

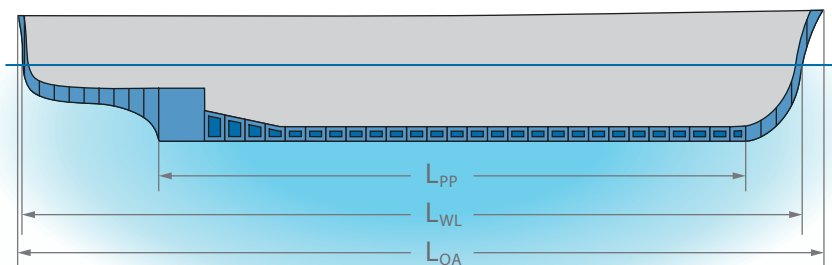
Registarska tona je jedna od mjernih jedinica koja u pomorstvu označava volumen svih zatvorenih prostora, a jednaka je $2,83 m^3$. Ova jedinica izvedena je iz anglosaksonskih jedinica gdje $1 \text{ rt} = 100 \text{ stopa}^3 = 2,83 m^3$.

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 dimenzije broda spadaju:

1. Uzdužne dimenzije



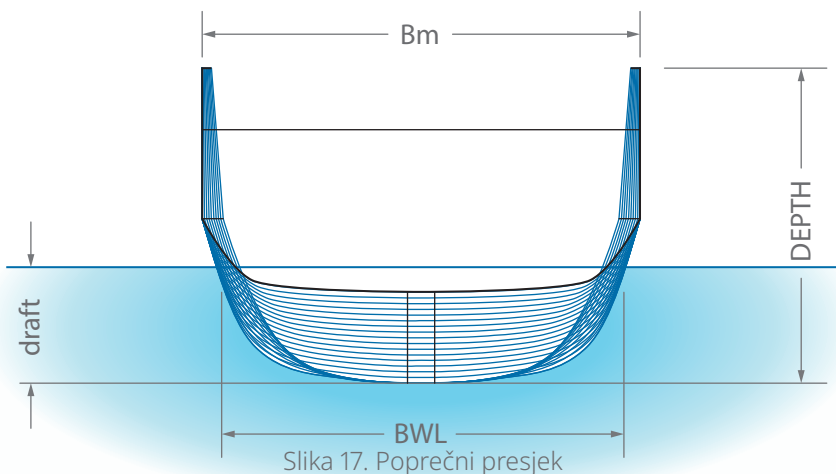
Slika 16. Uzdužni presjek

L_{OA}	(Lenght over all) – dužina preko svega. Jednaka je međusobnoj udaljenosti dviju ravnina rebara položenih kroz najudaljeniju pramčanu tačku, koje pripadaju strukturi broda, paralelno konstrukcionoj vodnoj liniji.
L_{PP}	(Lenght between perpendiculars) – dužina između vertikalala (perpendikulara), jednaka je udaljenosti između pramčane i krmene vertikale.
L_{WL}	Dužina na projektiranoj vodnoj liniji. Jednaka je udaljenosti između presjecišta konstrukcije vodne linije sa konturom pramčane statve i analognog presjecišta iste vodne linije sa konturom krmene statve.

Isto tako, ne manje važne dimenzije su i:

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

2. Poprečne dimenzije:



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

3. Vertikalne dimenzije:

$D_M (H)$	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 polovini dužine LPP, od konstrukcije vodne linije do gornjeg ruba opločenja palube (uključujući drvenu oblogu palube ukoliko postoji).
T_A	Gaz na krmi – mjeri se na krmenoj vertikali od osnove do vodne linije.
T_F	Gaz na pramcu – mjeri se na pramčanoj vertikali od osnove do vodne linije.
T_M	Srednji konstrukcioni gaz – visina uronjenog dijela broda, mjeri se na polovini LPP, od gornjeg ruba kobilice do konstrukcije vodne linije.
T_x	Konstrukcioni gaz na rebu najveće ploštine – visina uronjenog dijela broda, mjeri se na položaju rebra najveće ploštine, od gornjeg ruba kobilice do konstrukcije vodne linije.

4.1.2 Hidrodinamika plovila

Hidrodinamika plovila izučava:

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

Pokretljivost plovila je njegova sposobnost premještanja po vodi pod djelovanjem sile poriva (pogona), 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 savladavanje otpora potrebno je upotrijebiti određenu silu. Kretanju plovila kroz tekućinu suprotstavljaju se hidrodinamičke sile tekućine i aerodinamičke sile vazduha. 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 talasi 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 vazduh) R_z ;
- Dodatne otpore R_o .

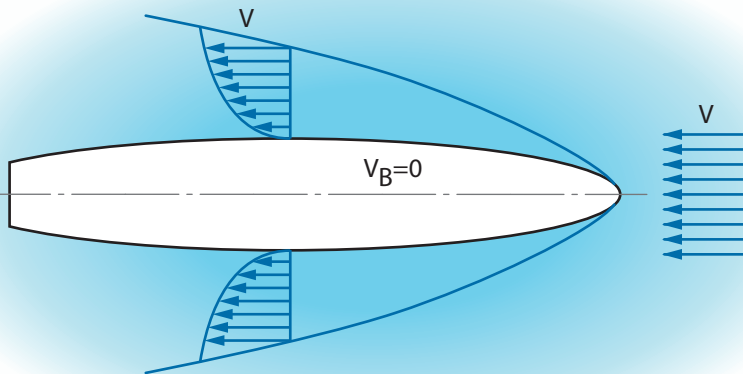
Dodatno otpor plovila dijeli se na:

- Otpor trenja R_f ;
- Otpor talasa R_v ;
- Otpor pritiska R_p ;
- Otpor privjesaka R_{PR} .

Osnovna jednačina za otpor plovila:

$$R = R_v + R_z + R_o = R_f + R_w + R_p + R_{PR} + R_z + R_o$$

Otpor trenja je osnovna 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 viskoziteta vode koja se za vrijeme gibanja plovila prikazuje kao unutrašnje trenje. U tankom sloju vode uz površinu tijela, koji se zove *pogranični sloj*, odvija se prenos energije sa plovila na okolnu vodu i stvara se otpor trenja.

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

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

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

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

L – dužina broda (m);

V – brzina broda (m/s)

ν – $\mu \cdot \rho$ – kinematički koeficijent viskoziteta (m^2/s)

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

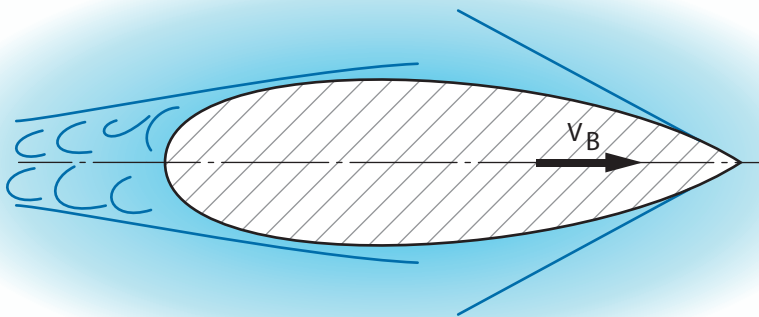
ρ – gustoća tekućine (kg/m^3)

U zavisnosti od veličine Reynoldsovog broja i stepena 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 tački. Otpor trenja je znatno veći u turbolentnom 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 talasa R_v nastaje zbog otpora vode koja se odupire promjeni sopstvenog stanja. Povećanjem brzine plovila, povećavaju se talasi, odnosno otpor talasa.

Postoje dvije vrste talasa:

- razilazni talasi i
- poprečni talasi.



Slika 19. Oblik povoljan za otpor talasa

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

Talasi se javljaju samo kod plovila koja plove površinom. Ako je plovilo (npr. podmornica) udaljeno od površine za jedan i po do tri sopstvena prečnika, talasi nestaju, pa nema ni otpora talasa.

Otpor talasa zavisi od:

- Brzine kretanja plovila – povećanjem brzine progresivno raste veličina poprečnih talasa, a time i njihov otpor;
- Forme plovila – porastom omjera širine i gaza (B/T) raste i otpor talasa;
- Dužine plovila – povećanjem dužine smanjuje se otpor talasa (ali povećava otpor trenja i to je nešto što traži optimalno rješenje).

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

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

Otpor virova zavisi od brzine, te prvenstveno od forme krme odnosno načina 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 da slijede formu tijela, pa se granični sloj otkida od površine tijela, strujnice se zakreću i stvaraju virove. Kod oštrijih formi krme debljina graničnog sloja raste postepeno, otkidanje nastaje na nekoj tački u samoj blizini krme, pa i otpor virova postaje manji.

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

- Izgradi što niže nadgrađe;
- Zaokruži nadgrađe i da mu se strujni oblik;
- Izvede strukturu nadgrađa stepenasto prema pramcu i prema krmi.

Otpor privjesaka R_{PR} , čini zajednički otpor ljuljne kobilice, skrokova, kormila, stabilizatora i slično. Obzirom na malu površinu privjesaka otpor trenja je mali, međutim, veći uticaj na otpor ima pojava virova na privjescima i iza njih pa je težnja da se privjesci na podvodnom dijelu broda projektuju tako da budu vitki i bez oštih rubova.

4.1.3 Brodovi i konvoji u unutrašnjoj plovidbi

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

- **trgovačke brodove** – plovila namijenjena za prevoz putnika i robe (dužine 20 m i više, tegljači i potiskivači bez obzira na dužinu);
 - Teretni brodovi – namijenjeni za prevoz isključivo raznih vrsta tereta;
 - Putnički brodovi – namijenjeni za prevoz više od 12 putnika (mogu biti izletnički ili kabinski brodovi);
- **specijalne brodove** – plovila namijenjena za posebne poslove i zadatke – javna plovila (plovila kapetanija, policije, vatrogasne službe), tehnička plovila (bageri, 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 sopstvenim pogonom (motorni brodovi)** – plovila koja koriste svoj sopstveni 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 konstruisana i opremljena za pokretanje tegljenih konvoja;
 - **potiskivači** – plovila posebno građena za pokretanje potiskivanih konvoja;
 - **samohotke** – motorni brodovi namijenjeni za prevoz tereta u sopstvenim skladištima.

Napomena: U praksi se pojavljuju i kombinovani brodovi koji prevoze teret u sopstvenim skladištima i istovremeno su osposobljeni za pokretanje potiskivanih konvoja.

- **brodovi bez sopstvenog pogona** – plovila koja ne koriste sopstveni 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 sopstvenog pogona su:

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

- nafta i derivati,
- hemijski proizvodi,
- tečni gasovi.

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

Moderna plovila imaju dvostruku oplatu koja sprečava isticanje 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 sistemi punjenja spremnika i gašenja požara (gasna povratna cijev, cijevi za ostatak materije i spremnik za ostatak materije) međusobno odvojeni. Ovi sistemi su neophodni kako bi se spriječilo da otrovni preostali gasovi i tekućine ne dođu u kontakt sa okolinom. Spremnici od nehrđajućeg čelika ili brodska skladišta sa posebnom prevlakom koriste se kako bi se spriječilo da opasni tereti reaguju sa površinom spremnika. Grijači i ventili koriste se kod prevoza tereta koji se lako zamrzne zimi, a sistem prskalice na palubi štiti spremnike od ljetnih vrućina. Prevoz tekućih tereta zahtjeva najnoviju tehnologiju.

Kontejnrska plovila namijenjena su za prevoz svih tipova kontejnera u kojima se uglavnom prevozi visokotarifna roba koja zahtijeva visok stepen očuvanosti. Kontejnerski prevoz se smatra jednim od glavnih rastućih tržišta za prevoz unutrašnjim plovnim putevima. Dok sektor

tradicionalnog rasutog tereta ima tendenciju zasićenja, kontejnerski prevoz pokazuje najveći potencijal rasta. Razvijeni su namjenski brodovi kako bi se moglo nositi s povećanom potražnjom. Na dobro razvijenim riječnim sistemima sa dobrim navigacionim uslovima, kontejnerska plovidba ima tendenciju da biva ekonomičnija.

RoRo plovila su namijenjena uglavnom za prevoz cestovnih vozila svih vrsta. Glavna prednost RoRo prevoza najizraženija je u manje razvijenim zemljama Istočne Evrope; 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 plovidbe uključuju iskorištenost prostora na brodovima blizu optimalnog te priključivanje skupih sredstava kao što su prikolice.

Osnovni tipovi konvoja na Savi

Radi optimalnog stepena 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 povezani 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 djelimični 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 dužinu 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 dužinu od oko 185 m (potiskivač i dvije potisnice u dužinu, tri uporedo). Potiskivani konvoji prevladavaju na Donjoj Savi i Srednjoj Savi do Slavenskog Broda. Veličina potiskivanog sastava zavisi od stanja i gabarita 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 evropskim plovnim putevima, dok se, u manjoj mjeri, na Savi još uvijek koriste za prevoz 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 manevrisanja u lukama, prevodnicama i na sidrištima.

4.2 OPREMA BRODA

Kako bi plovila mogla da se namjenski koriste neophodno je da budu opremljena tzv. opremom broda, što podrazumijeva brodski pribor i uređaje. Raznovrsnost opreme broda zavisi od veličine i vrste plovila, sektora plovidbe kao i namjene plovila. Oprema mora da bude u ispravnom stanju i na predviđenim mjestima kako bi mogla efikasno da se koristi.

Uređaji na plovilu su uglavnom pomoćni motori 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 da služe za više namjena.

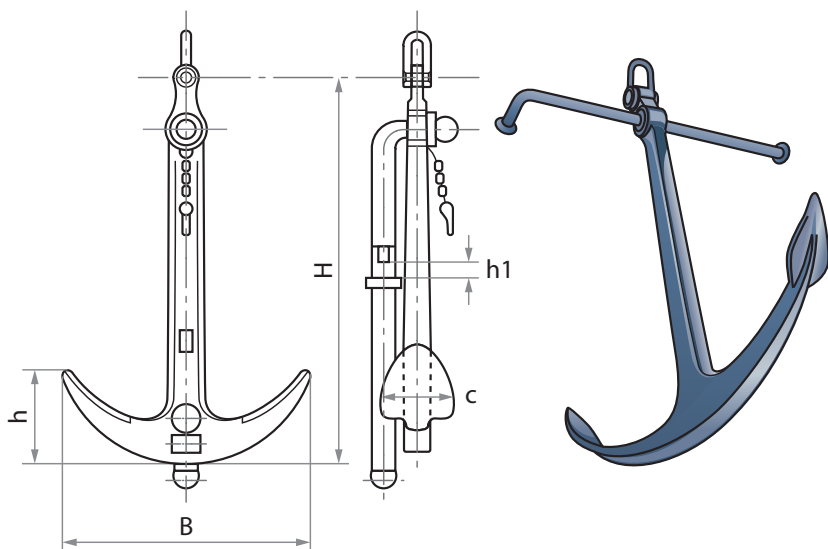
Zavisno od glavne namjene i lokacije, u osnovnu opremu plovila ubrajaju se:

- 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;
- prema 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 da bude 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, lančanik i drugo. Dužina sidrenog lanca u pravilu treba da bude dužina i pol sidrenog objekta. „Registar brodova” ili drugo, od države ovlašteno „Tehničko nadzorno tijelo”, propisali su na bazi „Tehničkih pravila” standarde za odnose mase broda i mase sidra te prekidnu čvrstoću sidrenog lanca.

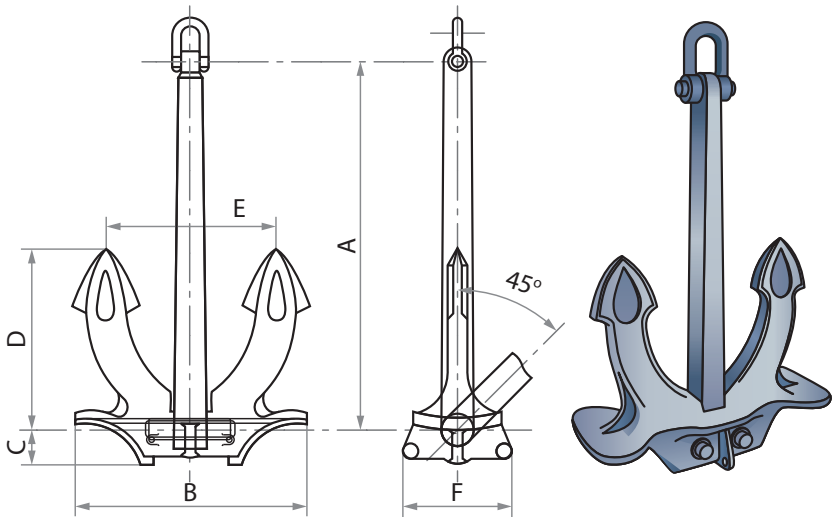
Općenito sidra dijelimo na:

- 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 sa 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 sa jednim krakom (tzv. polusidro) koje se još koristi i kod sidrenja plutača kao i drugih fiksnih plovih objekata i oznaka sigurnosti plovidbe;

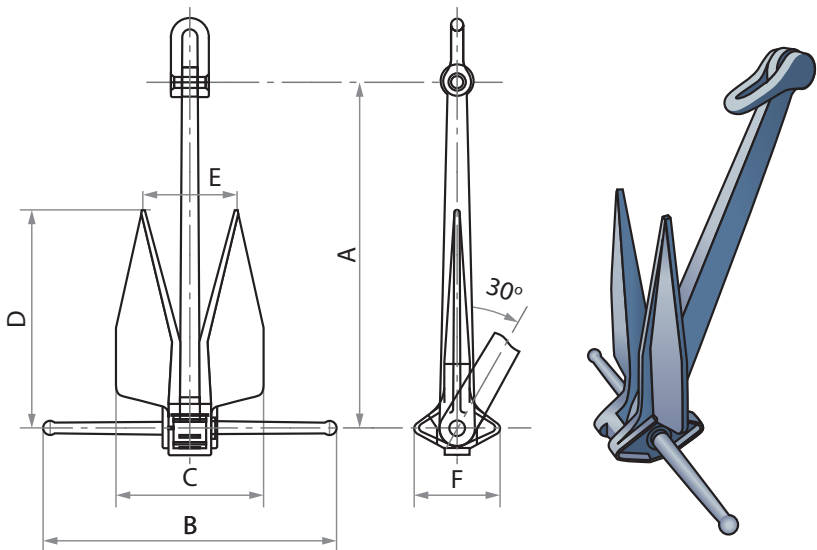


Slika 20. Admiralitetno sidro

- 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 priteznihih vitala, užadi i bitvi koji čine osnovu opreme prema tehničkim pravilima, tu se još ubrajaju: izbacivač sa 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 pumpe) 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 unutrašnje 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 da budu na svakom plovilu. Zavisno od veličine i namjene, projektira se i ugrađuje sistem orošavanja, postavljaju se spremnici sa inertnim gasom 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, hemikalije, drvo itd).

Oprema za spašavanje: mora da bude pristupačna i redovno održavana. Čine je: vijenci i prsluci za spašavanje, čamac i splav za spašavanje sa 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 komandni pult sa instrumentima, uređaji za prenos informacija u strojarnicu te kormilo sa transmisijom, perom kormila i njegovom osovinom. Uređaji i oprema koji se nalaze u kormilarnici detaljnije su opisani u poglavlju 6, koji šire obrađuje navigaciju.

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

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

- uređaj za vuču – vučno vitlo – obavezno za tegljače jače od 200 KW;
- uređaj za vuču – vučna automatska kuka sa osiguračem otvaranja;
- čelično uže – vučnik dužine od 80 do 350 m i debljine od 12 do 32 mm, u zavisnosti od snage 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 zavisni su od namjene plovila i vrste 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 zvisno od veličine i namjene. 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, viljuškari 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 dio ove opreme je smješten u brodskoj radionici, a čine je razne vrste alata i instrumenata kojim se mjere parametri i otkrivaju kvarovi. Na plovilu mora da se nalazi i određena količina rezervnih dijelova koji mogu da se zamijene u kratkom vremenu.

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

- čamac sa lancem, veslima, ispolcem, sidrom i ručnom svjetiljkom;
- skela za izlaz – siz (daska 6 m x 40 cm), ograda, spajač, nogare, stepenice – lotre;
- hladnjak, ledenica, vjedro za vodu s konopom dužine 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 žaga/pila);
- pribor za održavanje čistoće palube i nadgrađa (metle, kefe, brisači, stupa i slično, te boje, razrjeđivač sa priborom za bojenje);
- pribor za održavanje čistoće i higijene zajedničkih i prostorija (salon, hodnici, kabine, kormilarnica i slično);
- posebni pribor za održavanje higijene i čistoće kuhinje i špajza.

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 kojim se posada i plovilo drže u stanju uvježbanosti u slučaju nesreće ili drugog vanrednog 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 motori;
- Pomoćne energetske uređaje, koji služe za zadovoljavanje svih ostalih potreba za energijom na plovilu – pomoćni motori.

Potrebna snaga glavnih motora zavisi od veličine i brzine plovila, dok snaga pomoćnih motora uglavnom zavisi od namjene i tehnološke opremljenosti plovila.

Glavni pogonski motori, imaju ulogu ostvarivanja propulzije pomoću motora sa unutrašnjim sagorijevanjem, parnih ili gasnih 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 prekretanja 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.

Dizel motori su (toplotni) motori u kojim se hemijska energija goriva pretvara u mehanički rad. Hemijska energija sadržana u gorivu sagorijevanjem (oksidacijom) pretvara se u toplotnu. Na brodovima se uvijek susrećemo sa dva različita načela rada motora. To su četverotaktni dizel-motori koji mogu da budu glavni porivni motori i služe za pogon generatora, i dvotaktni dizel-motori koji su u pravilu glavni porivni motori.

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

Podjela dizel motora može se provesti prema više kriterija ali dizel motori koji se najčešće koriste za pogon brodova imaju sljedeće karakteristike: dvotaktni su, jednoredni, koriste tekuće gorivo (uglavnom teško), sa turbopunjenjem, direktnim ubrizgavanjem goriva u cilindarski prostor, izvode se sa krstastom glavom, i sporookretni su.

Parne turbine su toplotni motori pomoću kojih se toplotna energija pare pretvara u mehanički rad a brže su se počeli razvijati u 19. vijeku premda je princip rada bio poznat puno ranije. Princip rada toplotnih turbina sastoji se u tome da se toplotna 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 motori 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 okretni moment i pri malom broju okretaja, te mogućnost vožnje sa vrlo malim brojem okretaja propelerne osovine. U pogonu je parna turbina znatno elastičniji motor 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 duže. 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 sa turbinskom propulzijom mogu znatno lošije manevrisati od brodova sa 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 njena 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.

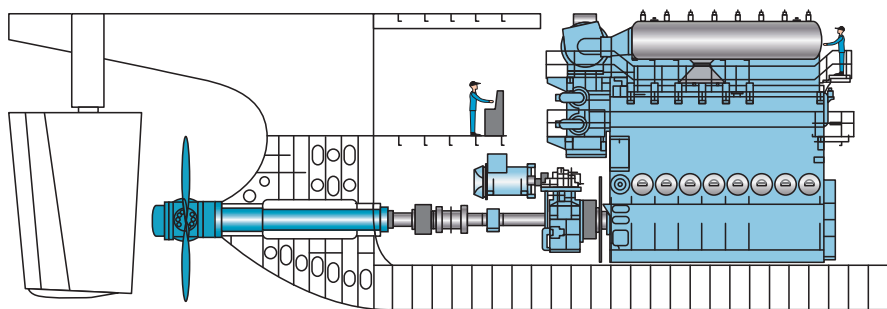
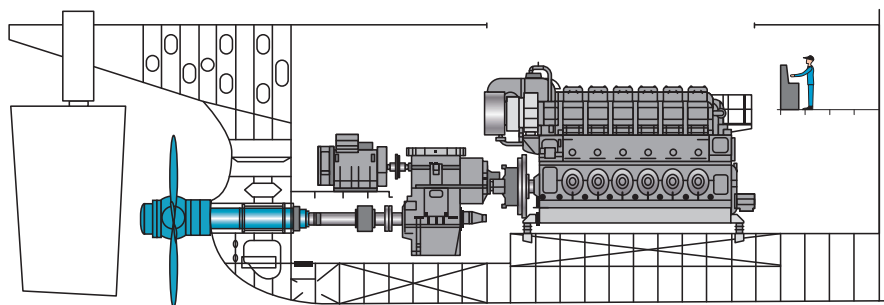
Gasne turbine nisu našle širu primjenu na trgovačkim plovilima i uglavnom se koriste kod ratnih brodova kako bi se postigle maksimalne brzine i velika koncentracija snage pa se često koriste u kombinaciji sa dizel motorom. Prvu plinsku turbinu koja je mogla da se koristi, konstruisao je norveški inženjer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

Istraživački rad na razvoju mlaznih avionskih motora pridionio je većem zanimanju pomorskih krugova širom svijeta za korištenje gasnih turbina na brodu. Ranih sedamdesetih godina prošlog vijeka razvoj sistema omogućio je korišćenje dizel goriva za rad gasnih turbina na brodu što je pridonijelo većoj upotrebi gasnih turbina na brodovima.

Ukratko, atmosferski vazduh se usisava u kompresor te se komprimirani vazduh uvodi u komoru za sagorijevanje do koje dolazi i preostali vazduh. U komoru se ubrizgava gorivo ta nakon izgaranja gasovi se uvode u turbinu. Prije uvođenja u turbinu, topli gasovi izgaranja prolaze kroz vodeni hladnjak a para proizvedena u hladnjaku miješa se sa gasovima izagarnja.

Od do sada spomenutih toplotnih motora gasne turbine imaju najmanji toplotni stepen korisnosti. Priprema i upućivanje je relativno kratko pa je to razlog da su se uglavnom koristile na već pomenutim vojnim plovilima gdje iskorištenost nije toliko bitna. Nadalje, pomoćni sistemi su najjednostavniji, dakle najjeftiniji i najlakši za održavanje. Gasne

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



Slika 23. Smještaj brzohodnog i sporohodnog motora u strojarnici

Nadolazeće nove tehnologije

Regulativa koja se bavi pitanjem emisija iz izduvnih gasova postala je sve stroža posljednjih godina. Uredba Evropskog parlamenta o zahtjevima koji se odnose na ograničenja emisija gasovitih i krutih zagađujućih materija i homologaciju za motore sa unutrašnjim sagorijevanjem za necestovne pokretne strojeve (NRMM uredba) definira granične vrijednosti emisija izduvnih gasova u novim motorima. Obavezne granične vrijednosti vrlo su stroge, što će zahtijevati ugradnju tehnologija za smanjenja emisija, kao što su naknadna obrada izduvnih gasova selektivnom katalitičkom redukcijom (SCR) i filteri za krute čestice ili korištenje novih tehnologija i alternativnih goriva.

Čini se ipak da će dizel motori i u narednom srednjoročju ostati najčešći oblik pogona u unutrašnjoj plovidbi. Dugoročno gledano, zamislivo je da će se koristiti i motori na gas i gorive ćelije koji će značajno smanjiti emisije štetnih gasova sa plovila.

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

- Smanjenje emisije sumpornog oksida pomoću goriva s niskim udjelom sumpora;
- Smanjenje emisija ugljen vodonika i ugljen monoksida pomoću katalizatora oksidacije dizela (potrebno je gorivo s niskim udjelom sumpora);
- Smanjenje emisija azotnog oksida, na primjer putem recirkulacije izduvnih gasova (zahtijeva gorivo s niskim udjelom sumpora), vlaženjem zraka na ulazu u motor, ubrizgavanjem vode u cilindar ili upotrebom selektivne katalitičke redukcije (tj. ubrizgavanje redukcionog sredstva za efikasno uklanjanje emisija azotnog oksida);
- Smanjenje emisije čestica pomoću filtera za krute čestice.

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

- Motori za tečni prirodni gas (LNG)
- Upotreba goriva s niskim udjelom sumpora
- Katalizatori oksidacije dizela
- Selektivna katalitička redukcija
- Filteri za krute čestice
- Energetski efikasna plovidba uz potrebu informatički potpomognutih sistema za podršku odlučivanju

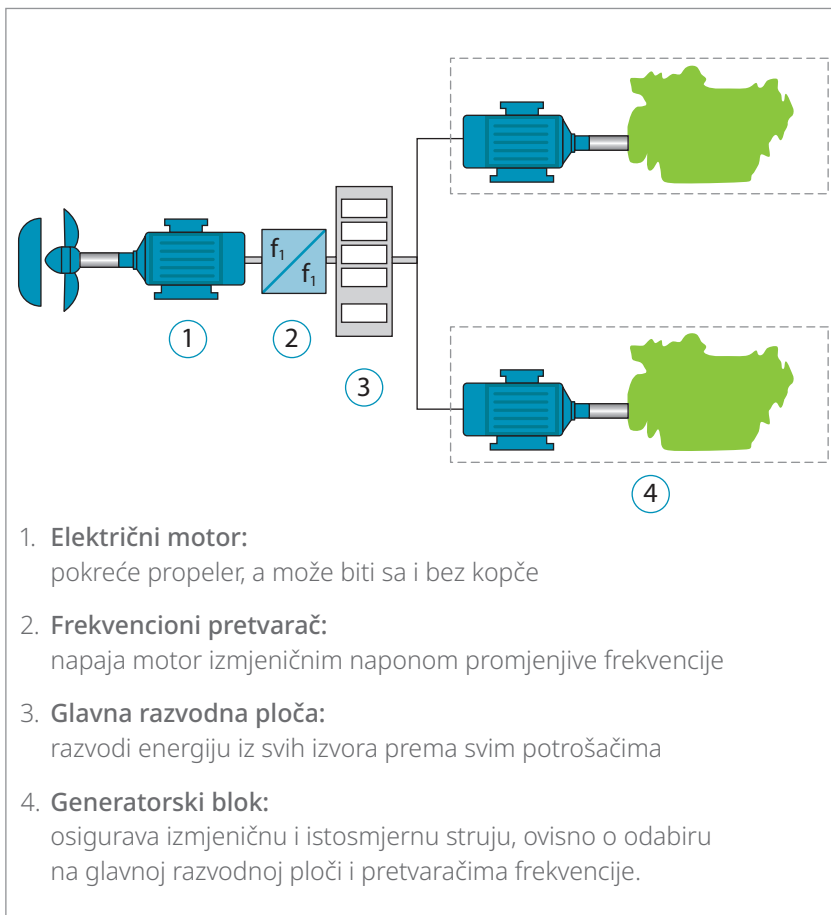
Projekti PROMINENT i GRENDEL (2019.) istakli su i razmatrali najperspektivnije tehnologije koje bi mogle smanjiti zagađenja usljed plovidbe. U tom smislu odabrane su najperspektivnije ekološke ili najbolje dostupne tehnologije temeljem sljedećih kriterijuma:

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

U nastavku su ispod navedene najbolje dostupne tehnologije identifikovane na temelju gornjih kriterijuma.

Dizel-električni pogon kombinira visoku efikasnost motora, nizak nivo buke i održivost po pitanju zaštite okoliša zbog potencijalno nižih emisija gasova staklene bašte i zagađujućih supstanci (GRENDEL, 2019). Za dizel-električni pogon mogao bi se koristiti bilo koji homologirani dizel motor za plovila unutrašnje plovidbe (NRMM–nivo V) ili marinizirani Euro VI kamionski motor. Takvi dizel 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 efikasnosti jer se potreba za pogonom i snaga neprestano prilagođavaju stvarnim uslovima rada.

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



Plin i plinsko-električni pogon

Tečni prirodni gas (LNG) je prirodni gas (uglavnom metan) koji se ohlađi 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 sistem goriva mogli bi se povratiti uštedom na razlici u cijeni goriva. LNG bi omogućio smanjenje emisije NOx za najmanje 70% u poređenju sa konvencionalnim CCNR II dizel motorom i smanjenje 95% do 100% čestica (PM). Emisije CO2 mogle bi se smanjiti za 25%. Neke evropske zemlje nude modele javne pomoći za preuređenje plovila unutrašnje 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 unutrašnjim plovnim putevima u Evropi, broj plovila pogodnih za LNG relativno je ograničen. Štoviše, 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 miliona 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 unutrašnju plovidbu je plinsko-električni pogon. Plinsko-električni pogon je sistem kojim plovilo unutrašnje 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 hemijsku energiju goriva (obično vodonik, prirodni gas 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. Shodno tome, nema habanja, vibracija ili stvaranja buke kao kod konvencionalnih motora (GRENDEL, 2019), a troškovi održavanja su niski. Nedostaci pogona gorivih ćelija trenutno su visoki investicioni troškovi i ograničeno operativno iskustvo.

Isto tako, u toku su rasprave o uvođenju potpuno električnih pogonskih sistema, iako je to povezano s izazovima u vezi sa infrastrukturom za opskrbu, regulatornim pitanjima, kapacitetom za skladištenje energije, veličinom sredstava za skladištenje, vremenom punjenja i dometom plovila.

Brodski pomoćni pogonski motori, su svi motori na brodu osim motora koji proizvode snagu za propulziju broda. Mogu se prema namjeni podijeliti na motore potrebne za pravilno funkcioniranje glavnog

pogonskog motora, motore za navigaciju i sigurnost broda, motore za transport tereta i motore koji su potrebni radi boravka posade i putnika na brodu. Prema smještaju pomoćni motori mogu se podijeliti na palubne i potpalubne motore. Kako su palubni motori izloženi uticaju atmosfere i vode, to se treba imati u vidu pri njihovom smještaju na brod. U najviše slučajeva brodski pomoćni motori služe za transport bilo čvrstog ili tekućeg tereta koji brod prevozi bilo tekućine ili gasova koje treba na brodu premještati. Zbog toga većinu brodskih pomoćnih motora čine dizalice, pumpe, ventilatori i kompresori. Broj, veličina i vrsta brodskih pomoćnih motora zavisi od veličine, namjene i brzine broda. Najmanje brodskih pomoćnih motora imaju jedrenjaci, na kojima su oni ujedno i jedini motori, a najviše pomoćnih motora imaju putnički i ratni brodovi. Veličina većine brodskih pomoćnih motora raste sa veličinom i brzinom broda. Broj i veličina većine brodskih pomoćnih motora 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 nauka o djelovanju propulzora, tj. naprava koje proizvode poriv-pogon i time pokreću brod, i o hidrodinamičkim pojavama vezanim sa pokretanjem broda. Da bi se brod kretao nekom određenom brzinom, treba da se primijeni odgovarajuća sila koja će savladati otpor broda pri toj brzini. Izvor energije koji proizvodi silu potrebnu za pokretanje broda može biti van broda, kao npr. kad se brod tegli užetom ili pokreće silom vjetra i jedrima, ili može da bude u samom brodu, pri čemu posebna naprava nazvana propulzor, najčešće brodski vijak (propeler), pretvara snagu preuzetu od pogonskog motora u poriv. Danas postoji nekoliko tipova brodskih propulzora koji se među sobom znatno razlikuju po načinu djelovanja, smještaju na brodu i konstrukcionom rješenju. To su: vijčani propulzor (propeler) ili brodski vijak, kolo sa lopaticama, cikloidni ili Voith-Schneiderov propeler, Kirsten-Boeingov propeler i mlazni propulzor.

Unutar brodske hidromehanike, uobičajeno je da se pogon i kormilarenje posmatra odvojeno, ali cjelovito gledajući, skup svih sredstava za upravljanje na plovilu zove se upravljačko-propulzioni sistem.

U području propulzije vlada neopisiva zbrka pojmova (engleski stručni nazivi). Usmjerivi porivnik AT, u žargonu poznat kao „šotel“, na engleskom 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 da veslajući plove 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 kopopom. Stoga ne iznenađuje da u njemačkom jeziku riječ *das Ruder* znači i veslo i kormilo.

Veslo je jedan od primjera SPU-a. Sastavni dio je 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 grupe:

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

4.4.1 Kombinacije propulzora i kormila

Ovaj sistem je kombinacija:

- a. propulzora (koji stvara različito velik poriv prema naprijed ili nazad, 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 njegovom 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 glavčine, a u manjoj mjeri i kavitirajući vršni vrtlozi, mogu izazvati kavitacionu eroziju kormila (na brzim brodovima i ozbiljnu). Približavanje kormila vijku povoljno djeluje na smanjenje rotacije mlaza pa tako i na povećanje stepena iskoristivosti propulzije. Međutim, ako su oni preblizu, mogu zajednički izazvati nepodnošljivu vibracionu uzbudu trupa.

4.4.2 Upravljačko-propulzioni sistemi (Steering Propulsion Unit)

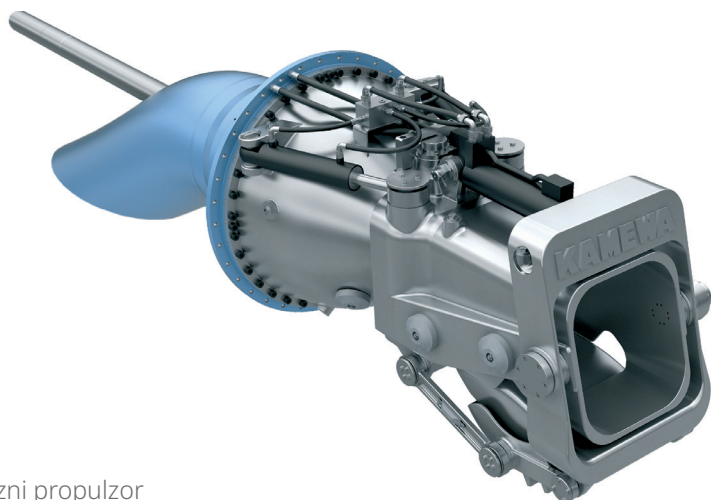
Steering-Propulsion Unit (SPU) je integralni uređaj koji izvršava zadatke pogona plovila i zadatke upravljanja plovilom. Takvi uređaji se već dugo primjenjuju na manjim i posebnim plovilima, no sada se njihova primjena širi prema plovilima sve većih tonaža.

SPU može da pripada jednoj od dvije podskupine: azimuthing SPU i nonazimuthing SPU.

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

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

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



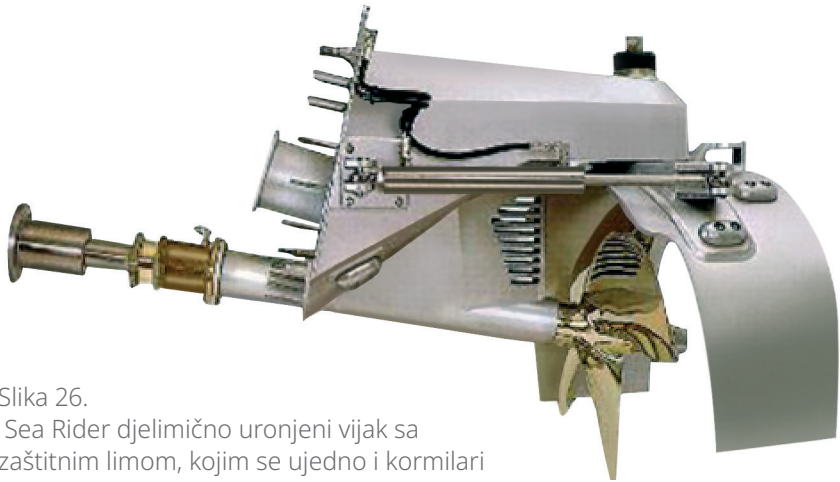
Slika 24.
Vodmlazni propulzor

Djelimično 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 stepene korisnosti (nema gubitaka koji su posljedica otpora vijčane osovine, skrokova i glavčine vijka), ne ugrožava ih kavitacija, jednostavno prelaze grbu otpora i pogodni su za plitke vode.

Zaštita od preopterećenja pogonskog motora pri plovidbi malim brzinama, kod kojih se ogledalo 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
djelimično uronjenim
vijkom na kraju horizontalno
i vertikalno pomične osovine.
Kardanski zglob je zaštićen
crnom gumenom manžetom



Slika 26.
Sea Rider djelimično uronjeni vijak sa
zaštitnim limom, kojim se ujedno i kormilari

Drugi način smanjenja opterećenja pogonskog motora je primjena zaštitnog lima u obliku obrnutog slova „U“ kojim je okružen vijak i u koga se dovode ispušni gasovi kako bi se izazvala umjetna kavitacija, te tako smanjila apsorpcija snage. Nedostatak svih izvedbi SPP je njihovo daleko protezanje iza krmenog ogledala 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 stepena korisnosti, što i jest glavni zadatak sapnice, ona djeluje povoljno na homogenizaciju polja dostrujavanja, poboljšava stabilnost plovila na kursu (ali mu istovremeno smanjuje okretljivost) i štiti vijak.

AziPod sistem (SPU–ASPU) obuhvata 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 upravno postavljena krila, odnosno lopatice, (zbog toga se VSP naziva i krilasti propulzor), i svaka se od njih sistemom poluga može zakretati oko svoje vertikalne ose, a promjena poriva ostvaruje se zakretanjem vertikalnih lopatica oko vertikalne ose svake lopatice.

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

Vijak sa vertikalnom osom umjesto glavčine ima valjak na kome su na donjoj vodoravnoj površini pričvršćene lopatice; one su postavljene okomito na donju površinu bubnja i svaka od njih sistemom poluga može da se zakreće oko svoje vertikalne ose, a promjena poriva ostvaruje se zakretanjem vertikalnih lopatica oko vertikalne ose svake lopatice. Na taj način se dobija porivna sila kojoj smjer može da se mijenja za svaki ugao, u krugu od 360°, pa se time postiže velika sposobnost manevrisanja. Tako se sa dvije Voith-Schneiderove porivne jedinice brod može

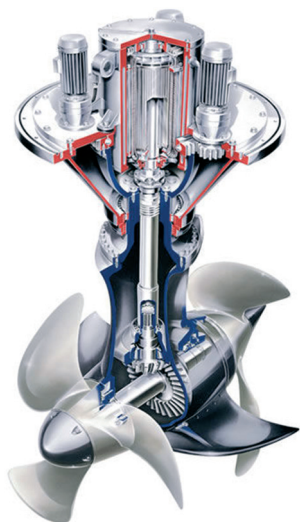


Slika 27.
Voith-Schneiderov
propulzor

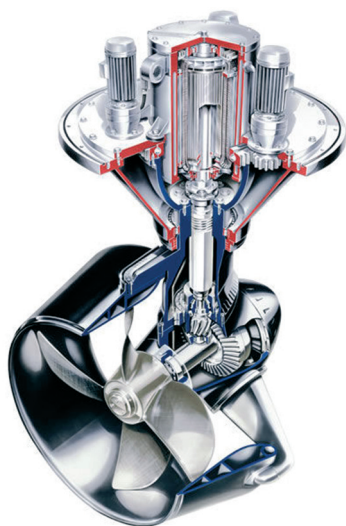
okretati u mjestu i pri svemu tome nije potrebno kormilo. Pritom, brodski trup na mjestu ugradnje ovoga uređaja mora da bude ravan. Sistem Voith-Schneiderova porivnog uređaja dosta je složen, pa se uglavnom ugrađuje na brodove koji plove u zaštićenim vodama, lukama i jezerima.

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

Podded propulsor – POD po izgledu je sličan AT propulzoru pogonjenom elektromotorom, ali sa 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 kupasti zupčanci, jer je vijak nasađen neposredno na osovinu elektromotora.

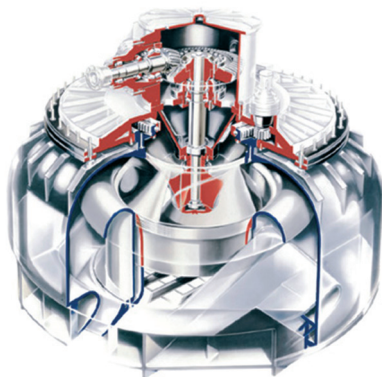


Slika 28.
Usmjerivi elektromotorom
gonjeni porivnik s tandem
vijcima – CD



Slika 29.
Usmjerivi, dizel 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 pomenutih propulzora, a ukratko bi se mogao opisati kao centrifugalna pumpa sa vertikalnom osovinom, smještena na dnu plovila. Voda se kroz otvor na oplati usisava neposredno u crpku, a izlaz iz spirale crpke nagnut petnaest stepeni 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
propulziona pumpa –
Schottelov model *SJP*[®]

4.4.3 Hibridni Propulzioni Sistem (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 sistem je bitno da je azimuthing SPU saosan (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 budućnosti se 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 sistemi za propulziju i upravljanje brodovima osvojili tako veliko polje primjene, nabrojane su u nastavku. Zajedničke vrline su:

- 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 kavitacione erozije kormila, te smanjenje troškova i težine;
- smještaj vijka u vrlo jednoobraznom polju brzina podiže njegov stepen 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 motor, pa su troškovi manji, a nosivost veća;
- jednostavna montaža (nema centriranja osovinskog voda);
- nepotreban poprečni porivnik na krmi.

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

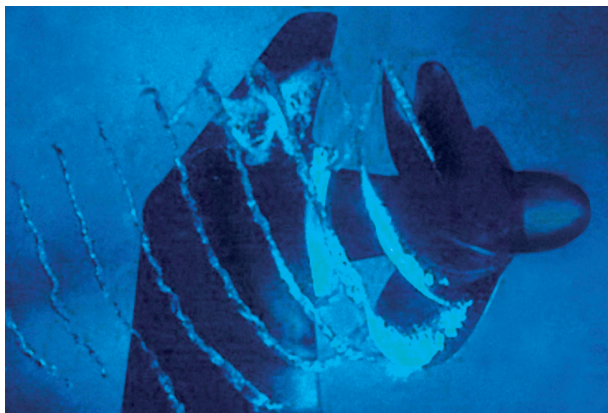
4.4.5 Kavitacija

Kavitacija, je pojava isparavanja vode i stvaranja mjehura vodene pare. Nastaje u trenutku kada pritisak vode postaje jednak ili manji od pritiska zasićenja vodene pare. Prilikom pada pritiska vode oko lopatica vijka na vrijednost pritiska isparavanja vode, pojavljuju se mjehurići pare koji su nošeni u područje višeg pritiska 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 glavčini.

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 kao krajnju posljedicu da ima 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 sa velikom snagom propulzije. Kod takvih brodova izražena je velika promjenljivost polja brzina unutar vijčane površine 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. Savremena nauka 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 konstrukcionom 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 unutrašnje plovidbe posebno se brzo razvija i optimizira u skladu sa zahtjevima koji se pred konstruktore postavljaju, a koje nameće razvoj transportnih i prometnih tehnologija. Ugradnja i korištenje pramčanih propulzora na novosagrađenim plovilima unutrašnje plovidbe olakšavaju manevar i vođenje plovila te doprinose većem stepenu sigurnosti plovidbe što je veoma važno u uslovima frekventnijeg (gušćeg) prometa na uskim ili ograničenim plovnim putevima 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 da čini i dio propulzorskog sklopa. Uz to spada i u red pomičnih privjesaka. Uvođenjem mehaničkog pogona, sve te atribute kormilo dijeli sa propelerom. Kormilo sa svim elementima sklopa, mora da izdrži pritiske, sile i momente koji nastaju otklonom pri najvećoj brzini broda. Tome treba dodati superponirajuće sile na listu kod nevremena, uslijed gibanja, posenno zanošenja, zaošijanja i ljuljanja. U savremenoj brodogradnji se primjenjuje nekoliko različitih izvedbi kormila, u zavisnosti od tipa, veličine i brzine broda. Izvedba i oblik kormila može također da zavisi od drugih faktora – od preferencije graditelja i brodovlasnika, od području plovidbe, dubine vode itd.

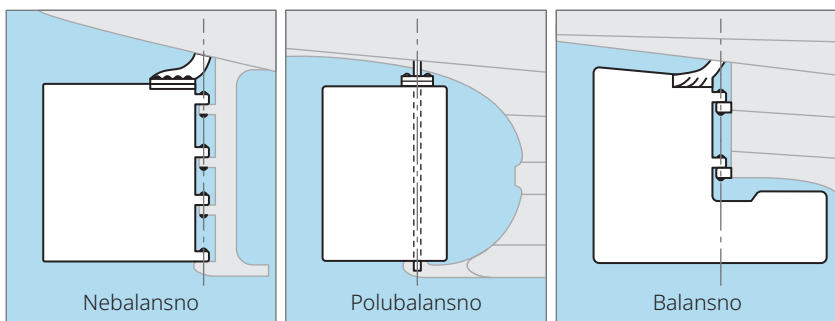
Zajedničko za gotovo sva današnja kormila, bez obzira na tip, jest hidrodinamička profiliranost horizontalnog presjeka.

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

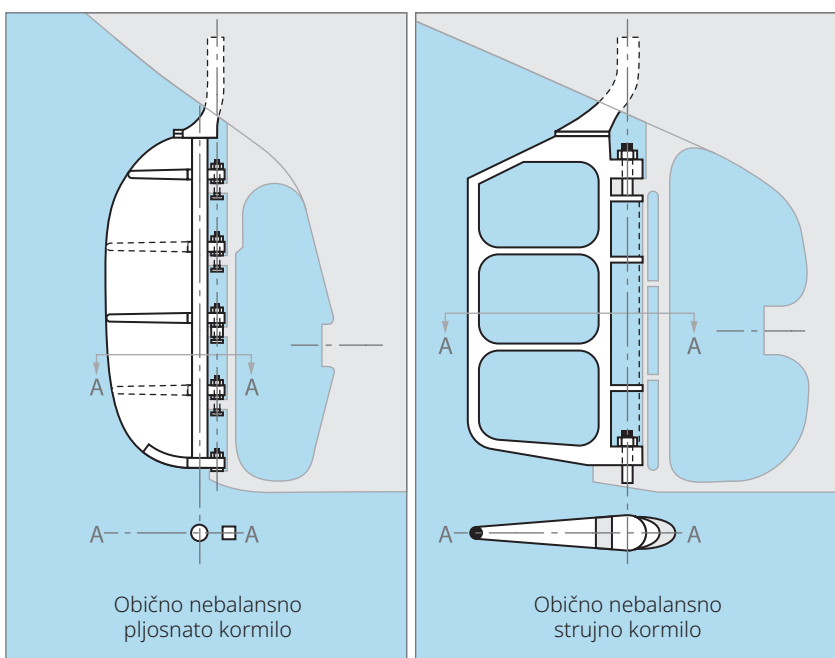
Na dvovijčane brodove ugrađuje se jedno ili dva kormila, a ako se želi veća okretnost dvovijčanog broda, na njega se ugrađuje iza svakog vijka po jedno kormilo.

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

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



Slika 32. Podjela kormila prema položaju, obzirom na osu



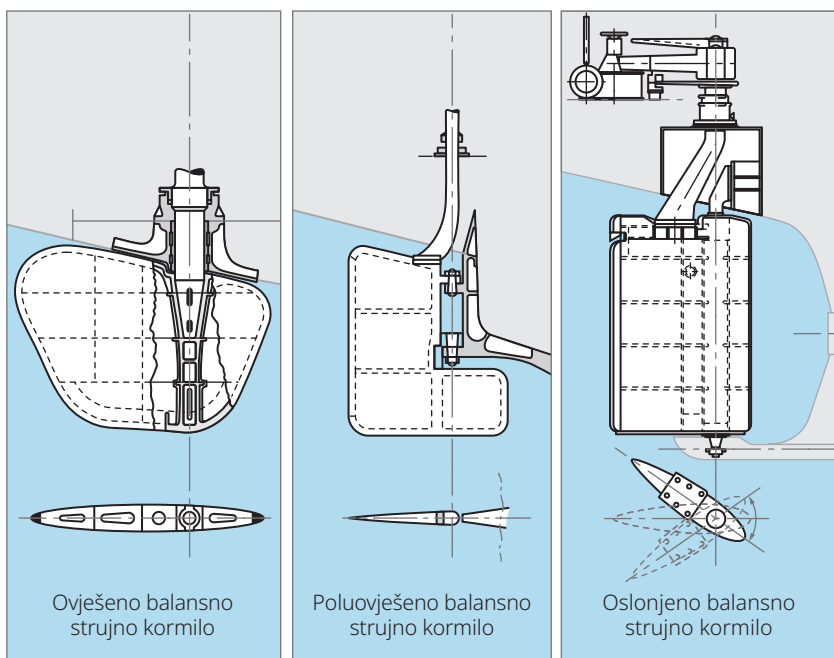
Slika 33. Podjela kormila prema obliku poprečnog presjeka tijela

Prema obliku poprečnog presjeka tijela, kormila dijelimo na:

- *Jednoplložna*, koja imaju presjek pravilnog plosnatog profila i obzirom da imaju veći otpor od strujnih kormila, danas se rijetko susreću u praksi i to uglavnom kod malih plovila ili plovila bez sopstvenog 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, sa izdankom povezanim na krmu.



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



5.

STABILITET I KRCANJE TERETA

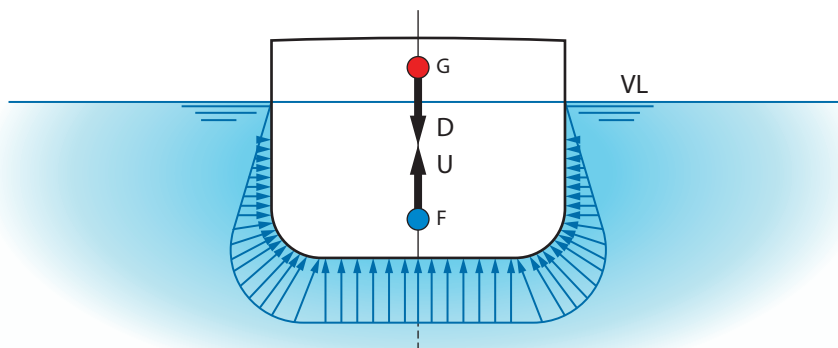
5.1 OSNOVE STABILITETA

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, talasi, 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 sa 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 zavisi od dva faktora:

- *Stabiliteta forme* – forma podvodnog dijela njegovog trupa;
- *Stabiliteta težina* – razmještaj težina.

Prilikom proračuna stabiliteta broda, osnovne veličine koje su potrebne za razmatranje ovog problema su udaljenost između težišta sistema G (*engl. center of gravity*), u kome djeluje sila teže (D) i težište zapremine istisnine F , u kome djeluje sila uzgona (U). Položaj težišta broskog sistema (G) definiran je udaljenošću od krmenog perpendikulara (vertikale) i visinom iznad unutrašnjeg 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 dve osnovne grupe:

- zavisno od djelovanja momenata na: *statički* (zavisno od forme broda i rasporeda težina delimo ga na stabilitet oblika (forme) i stabilitet težina)) i *dinamički* stabilitet;
- po smjeru naginjanja broda razlikujemo: *poprečni* (kada dolazi do naginjanja broda oko uzdužne ose) i *uzdužni* stabilitet (kada se brod naginje oko poprečne ose).

5.2 STATIČKI STABILITET

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

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

Tokom plovidbe, zbog uticaja talasa javljaju se i inercione sile koje su u statičkom slučaju zanemarene (pretpostavlja se da statičko naginjanje traje vrlo dugo). Brod mora da bude u stanju da preuzme energiju koju talasi prenose na njega tj. mora da ima dinamički stabilitet.

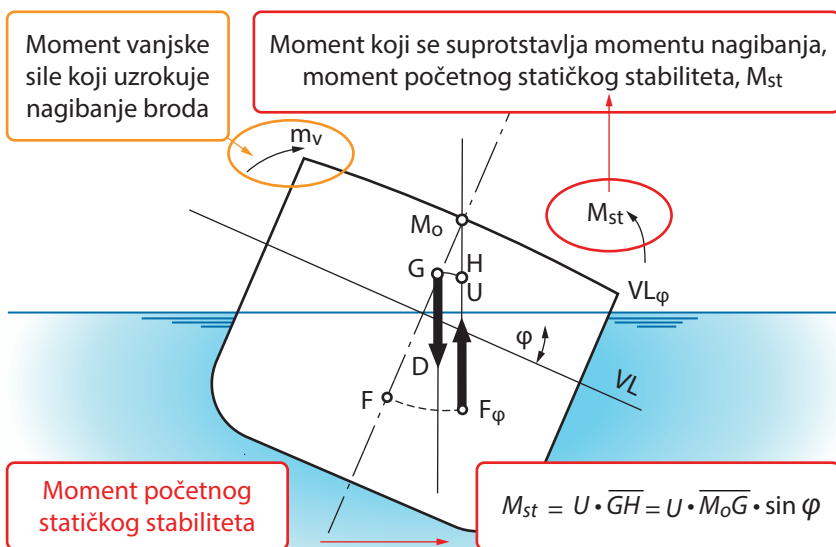
5.2.1 Poprečni stabilitet

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

Vrijednost početnog stabiliteta u uspravnom stanju je udaljenost metacentra od težišta sistema, a kad je brod malo nagnut vrijednost početnog momenta statičke stabilnosti je M_{st0} . Kod početnog stabiliteta ugao nagiba (ϕ) je mali i kreće se u rasponu 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.

Tačka 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 od nje zavisi ljuljanje plovila.



Slika 36. Poprečni stabilitet broda

Opći uslovi stabiliteta broda su:

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

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

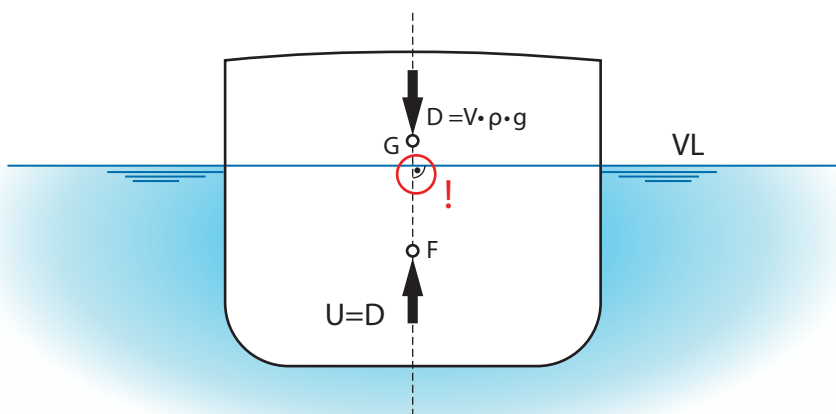
Gdje je:

V - volumen uronjenog dijela trupa (m^3)

ρ - gustoća vode (kg/m^3)

g - težno ubrzanje

2. Sile uzgona i težine moraju da leže na istom pravcu koji je okomit na trenutnu vodnu liniju. U protivnom slučaju javiće se spreg sila koji naginje brod i koji u najnepovoljnijem slučaju može da prevrne brod.



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

3. Metacentar (M_o) mora uvijek da se nalazi iznad težišta sistema (G).

Brod je u **stabilnom položaju**, ako je M_{st} (moment statičkog stabiliteta) pozitivan. To će biti samo u slučaju ako je: $M_o F > FG$, odnosno, težište sistema G mora da bude ispod početnog metacentra M_o , što je i opći uslov za ravnotežu nekog plovila. Tada postoji moment stabiliteta koji nastoji da vrati brod u prvobitni uspravni (ravnotežni) položaj.

Brod je u **indiferentnom položaju** ako se metacentar (Mo) i težište sistema broda (G) poklope: $MoF = FG$. Ovde ne postoji moment stabiliteta 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 sistema broda (G), tj. $MoF < FG$. Tada se javlja negativni moment stabiliteta ($-Mst$), koji će težiti da poveća ugao nagiba i tako prouzrokuje prevrtanje broda.

Od najveće važnosti za posmatranje stabiliteta broda je upravo položaj težišta sistema (G). Kod većine brodova, težište sistema (G) leži iznad težišta istisnine (F). Ovakav položaj uslovljen je smeštajem težina u brodu, kao i samim stabilitetnim osobinama broda. Međutim, kod brodova čiji je stabilitet ugrožen, npr. kod jedrilica, težište sistema (G) mora da leži ispod težišta istisnine (F), što se postiže određenim raspoređivanjem težina (dodavanjem balasta).

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

Međutim, u praksi plovilo treba da ispunjava dva "suprotna" uslova:

- početna metacentarska visina (MoG) mora biti dovoljno velika kako bi brod bio sposoban da se odupe vanjskim momentima;
- početna metacentarska visina (MoG) mora biti umjerena kako bi plovidba bila što ugodnija. U suprotnom, 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 ose. Razlika između poprečnog i uzdužnog stabiliteta ogleda se u tome što brod nije simetričan 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 obzirom na uzdužnu simetralnu ravninu broda, dok je 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 zavisi od forme trupa i od rasporeda mase plovila i tereta. Raspored tereta na plovilu mora biti usklađen sa mogućnošću forme plovila da generira stabilizirajući moment koji će brod nakon naginjanja vanjskim silama vratiti u uspravno stanje.

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

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

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

Moment stabiliteta težine negativno utiče na stabilitet broda. Iz tog razloga, neophodno je da se težište sistema (G) spusti što niže i tako smanji moment stabiliteta težina, odnosno poveća ukupni moment stabiliteta. Ovo se praktično postiže utovarom tereta na dno tovarnog prostora, zabranom utovara na palubu, a ako ni to nije dovoljno, onda se po dnu broskog trupa stavlja tzv. „balast“ i na taj način umjetno snižava težište.

5.3 DINAMIČKI STABILITET

U trenutku kad 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 ugao 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 ugla ϕ_2 . To znači da će se brod i dalje, poslije uspostavljanja statičke ravnoteže, naginjati sve dok se ne izjednače mehanički uticaji vanjske sile i sile uzgona, tj. dok se ne uspostavi dinamička ravnoteža. Stabilitet je sposobnost broda da se protivi silama koje ga nastoje nagnuti i svojstvo da se ponovo automatski vraća u ravan položaj kad prestanu djelovati te sile. Brod koji nema takvo svojstvo ne može uopće da plovi, a brod koji ga nema u dovoljnoj mjeri nije siguran u plovidbi.

5.4 SLOBODNE POVRŠINE I NJIHOV UTICAJ NA STABILITET

U slučaju kada brod prevozi tekući ili rasuti teret, skladišta mogu biti do vrha ispunjena teretom, ili može da ostane određena praznina usljed 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. Usljed toga, doći će do skraćivanja metacentarske visine, odnosno do pogoršanja stabiliteta pa čak i do njegovog gubitka. Treba istaći da skraćenje metacentarske visine, tj. pogoršanje stabiliteta ne zavisi od količine tereta, već samo od momenta tromosti slobodne površine i specifičnoj težini tereta. Zbog toga i najmanja količina tereta na dnu broda ima isti negativni uticaj kao i teret koji je tovarni prostor ispunio skoro do vrha. Uticaj slobodnih površina izražava se ispravkom za uticaj slobodnih površina koji se izračunava pomoću volumetričkog momenta tromosti površina tekućina u tankovima koji se označava sa i . Moment tromosti površina tekućina u tankovima određuje se za svaki tekućinom djelimično ispunjeni tank na brodu po sljedećoj formuli:

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

Gdje je:

i – moment tromosti slobodne površine,

I – rastojanje od jedne do druge
poprečne pregrade,

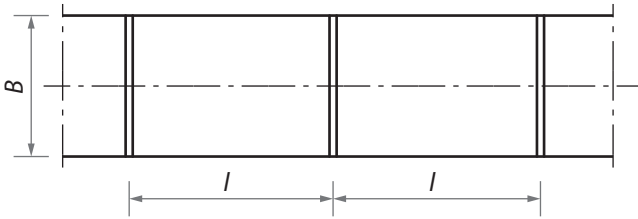
B – širina broda

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

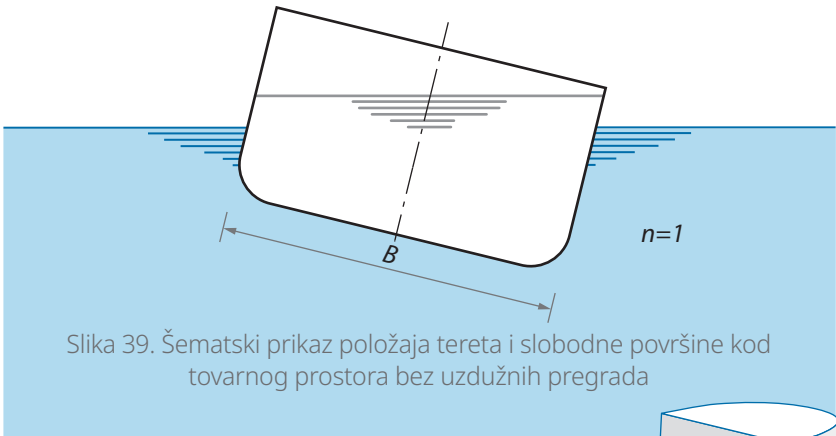
Neki brodovi imaju tzv. krila, pa kad se nagnu do krila površina vodne linije se naglo poveća a time se poveća i metacentarska visina. Kod čamac, ako opteretimo pramac koji je uži da zaroni značajno se smanji stabilitet jer se smanji površina vodne linije, pa se to u čamcu primjeti kad se ljudi premjeste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

Slobodnim površinama smatraju se sve nepokrivene tekućine, tankovi goriva, maziva (oni nikada ni 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 dobro ne zaptivaju i dolazi do prevrtanja (ne tako rijedak primjer). Zato kod takvih plovila u gradnji treba da se primjene sve mjere opreza kako do toga ne bi došlo. Ovaj problem se rješava postavljanjem uzdužnih pregrada u svim prostorijama gdje mogu da se pojave slobodne površine.

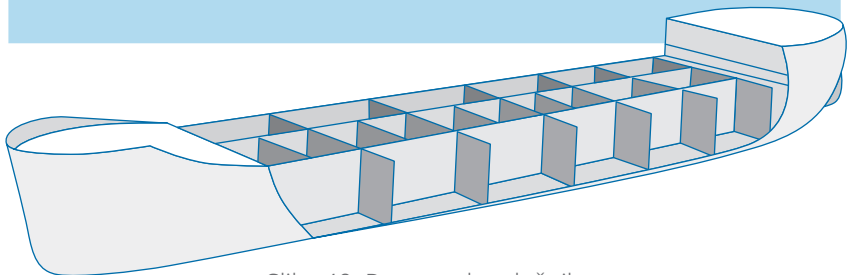
U svakom slučaju slobodne površine smanjuju metacentarsku visinu i to mora da se uzme u obzir kod računanja stabiliteta.



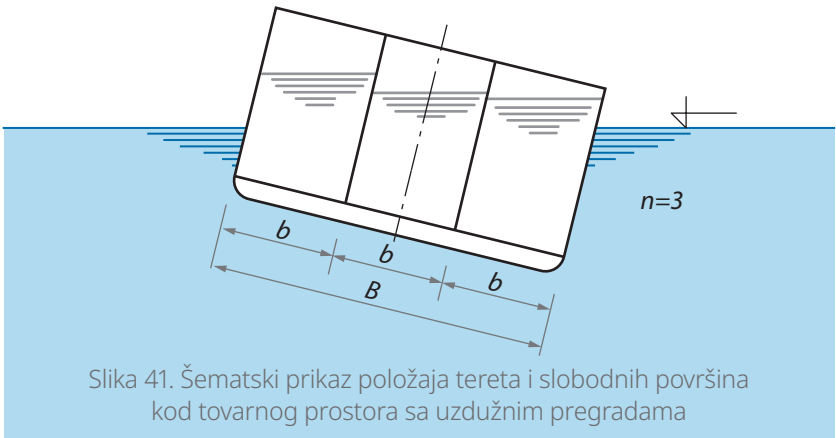
Slika 38. Izgled poprečnih pregrada u horizontalnoj projekciji



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



Slika 40. Raspored uzdužnih i poprečnih pregrada kod tankera



Slika 41. Šematski prikaz položaja tereta i slobodnih površina kod tovarnog prostora sa uzdužnim pregradama

5.5 KRCANJE TERETA

Krcanje tereta je posebno osjetljivo područje, za koje je neophodno dobro razumijevanje prethodno obrađenog stabiliteta. Isto tako, odgovorni za krcanje tereta moraju pažljivo da planiraju i provode proces krcanja vodeći računa i uzimajući u obzir specifičnosti tereta kao i samog plovila. U daljem tekstu biće riječi o pojedinim pojmovima vezanim uz krcanje broda.

5.5.1 Raspored tereta na brodu

Raspored tereta obzirom na poprečni stabilitet broda: Poprečni stabilitet direktno zavisi od veličine metacentarske visine, pa što je metacentarska visina veća to je veći i stabilitet. To znači da položaj težišta sistema direktno utiče na stabilitet plovila i što je težište niže metacentarska visina će biti veća, a time i stabilitet.

Iz ovog može da se zaključi da teži tereti moraju biti smješteni niže, no valja uzeti u obzir da i prevelika metacentarska visina tj. stabilnost znači povećano ljuljanje što nije dobro za teret, plovilo i posadu. Umjeren metacentarska visina, koja je i optimalna, postiže se opterećenjem međupalublja. 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 stabilitet broda: Naginjanja po dužini nisu tako velika pa su zato vanjski i unutrašnji momenti nastali pri takvom naginjanju mali i čine pramčanu pretegu ili krmenu zategu (trim) broda. Pramčani trim znači veći otpor i smanjen uticaj vijka u plovidbi, a umjeren krmeni trim pojačava djelovanje vijka i treba ga planirati prilikom krcanja.

Raspored tereta imajući u vidu čvrstoću broskog trupa: Čvrstoća broskog trupa znači njegovu otpornost na deformacije usljed djelovanja vanjskih sila. Razlikujemo poprečnu, uzdužnu i lokalnu čvrstoću, koje se osiguravaju čvrstinom kobilice, rebara, pregrada, temelja pogonskog motora kao i materijalima korištenim tokom gradnje, zavisno od namjene plovila.

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

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

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

Raspored tereta 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 obzirom na brzinu krcanja/iskrcavanja:

U načelu se to odnosi na krcanje/iskrcaj na više mjesta na brodu vodeći pri tom 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 pakovanog za prevoz. Faktor slaganja se izražava u kubnim 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 teret ne može idealno da se složi 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 imati u vidu da kroz neka od skladišta prolaze instalacije, osovine vijka, cjevovodi i slično.

Vozarska tona i kotiranje vozarine: Kad se kapacitet broda podijeli sa 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 brod se kaže da je nakrcan „*full and down*“.

Vozarinska tona (measurement ton) se i dalje koristi u pomorskom prometu kad se naplaćuje po prostoru (40 kubnih stopa po jednoj toni ili 1,133m³). Zbog ovog 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. Kad se brod nakrci takvim teretom, uroniće 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 vrijeme stvari su se promijenile, jer savremeni 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 sopstvenom 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 sopstvene 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 dobija kad se kapacitet svakog pojednog 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 dobija 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

Kad se svi faktori zbroje mora se dobiti jedinica (1), a kada se zbroje sve mase (q), dobija se korisna nosivost broda (Q_k). Ovim 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 zavisi od vrste skladišta te vrste tereta koji se planira ukrcati. Imajući sve to u vidu, razlikujemo brodska skladišta i međupalublje. Brodovi posebno građeni za prevoz 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, zavisno od namjene, prije krcanja odnosno iskrcaja tereta, moraju da se počiste i posuše 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 uslov 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 izvršiti 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 zaštita instalacija i cjevovoda od oštećenja. Obloge, isto tako odvajaju teret jedan od drugog i sprječavaju pomicanje tereta usljed gibanja broda.

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

Svaki član posade ima tačno određene zadatke, kako u fazi pripreme za krcanje, tako i tokom samoga krcanja.

Čuvanje tereta tokom prevoza je vrlo važno te kod same pripreme moraju da se predvide i preduzmu sve potrebne mjere kako bi teret zadržao svoj oblik, kvalitet i upotrebnu vrijednost. Za tu svrhu uglavnom se radi tzv. *pakovanje* za koje se koriste razne vrste omota i ambalaže.

5.5.5 Nadzor nad teretom u plovidbi

Za vrijeme plovidbe neophodan je neprekidan nadzor nad teretom kako ne bi došlo do njegovog oštećenja, kvara osjetljivih proizvoda i slično. Posebno na to utiče dužina plovidbe i klimatske te mikroklimatske prilike koje vladaju tokom plovidbe.

Osnovne mjere koje se preduzimaju 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 pritiska drugog tereta;
6. zaštita tereta od glodara i insekata;
7. zaštita od krađe tereta.

5.5.6 Krcanje, slaganje i prevoz 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 motori te njihovi dijelovi, motori i uređaji za kućanstvo itd. Takođe, opći teret podrazumijeva i razne vrste odljevaka, 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 s njim koriste brodske dizalice a na obali viljuškari, karete (kolica) ili druga lučka vozila.

Rasuti teret podrazumijeva robe koje nisu pakovane, već se krcaju u rasutom stanju kao na primjer: ugalj, koks, ruda, žitarice, so, šećer, pijesak, šljunak, kamen itd. Kad je rasuti teret upakovan, on se smatra općim (generalnim) teretom (so, žitarice, cement i sl.). Ova vrsta tereta se uglavnom prevozi u velikim količinama, a manipulacija s njim 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 ugalj, drvo, šećer, riža, kafa itd. Za ove terete se preduzimaju posebne protivpožarne mjere kao i zaštita od vlage, odnosno visoke temperature. Neki od navedenih tereta podložni su samozapaljenju, zbog čega se preduzimaju posebne mjere njihovog nadziranja.

Isto tako, teret pakovan u bale/rolne/vreće, bačve, sanduke zahtijeva poseban tretman i odlaganje zavisno od materijala od kog 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 gasovima, 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 preduzimaju se specifične mjere nadzora nad ovom vrstom tereta.

Opasni tereti su posebno tretirani i zbog svoje specifičnosti njihov prevoz uređen je Evropskim sporazumom o međunarodnom prevozu opasnih materija na unutrašnjim vodnim putevima (ADN) koji je klasificirao opasan teret.

Klase opasnih tereta prema ADN su:

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

Zbog važnosti i specifičnosti prevoza navedenih materija preduzimaju se posebne mjere sigurnosti koje zavise od konkretne vrste opasne materije koja se prevozi. Mjere i postupci prilikom prevoza opasnih materija 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 savremenim brodovima koncipirani su tako da skladišta hlade ohlađenim vazduhom, a postoji direktni i indirektni sistem hlađenja. Razlika između ova dva sistema je u načinu kako se freon (ili neki drugi ekološki prihvatljiviji inertni gas) koristi za razmjenu temperature na isparivačima i usmjeravanju rashlađenog vazduha u skladišne prostore (hladnjače).

Danas postoje i posebni brodovi tzv. hladnjače kod kojih je cjelokupan sistem hlađenja smješten na jednom mjestu, a upravljanje sistemom je automatizovano i daljinski nadzirano.

5.5.7 Najčešći sistemi pakovanja u savremenom vodnom transportu

Najčešći sistemi pakovanja u savremenom vodnom transportu su paletni sistem i kontejnerski sistem 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 viljuškarom 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 korisni prostor u skladištima smanjen za 10–15%.

Kontejneri su se pojavili krajem pedesetih godina te danas predstavljaju najsavremeniji način pakovanja tereta, pa je manipulacija ubrzana i pojednostavljena. Sastavljanje cargo planova je programirano i doprinosi smanjenju troškova transporta što za posljedicu ima jačanje konkurentnosti vodnog 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 pakovati. Posebno je robotiziran i automatiziran sistem vertikalnog upravljanja kontejnerima, kako na brodu tako i na terminalima. Skraćeno je na najmanju moguću mjeru vrijeme lučkih operacija i daljeg 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 prevoz 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 unutrašnjoj plovidbi.

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

Transport tereta „potisnicama pomorskih brodova“

U pomorsko-riječnom prevozu 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 unutrašnjim vodama¹), koje se unutrašnjim plovnim putevima dovoze do specijalnih brodova za prevoz potisnica. Potisnice koje se zajedno sa teretom prevoze specijalnim brodovima u stvari su plutajući kontejneri nosivosti 300 do 850 tona, najčešće su pravougaonog oblika i u većini slučajeva građene su od čelika. Dimenzije potisnica nisu standardizirane, tako da mogu da budu različitih veličina, zavisno od veličine broda, tehnologije prevoza i načina prekrcaja.

Brodovi ove vrste namijenjeni su za prevoz potisnica između zemalja koje pored morskih puteva imaju i unutrašnje plovne puteve. Prema načinu prekrcaja potisnica, grade se dva osnovna tipa broda: sa vertikalnim načinom prekrcaja – sistem LASH i s horizontalnim načinom prekrcaja – sistem SEA BEE. U prvome slučaju potisnice se prekrcajavu velikom mosnom dizalicom a u drugom slučaju velikom hidrauličkom dizalicom koja istovremeno može da podigne dvije potisnice. U primjeni su i dva podtipa broda za prevoz potisnica: BACAT i CAPRICORN.

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



6.

NAVIGACIJA, MANEVAR I VOĐENJE PLOVILA

6.1 POJAM I PODJELA

Navigacija je nauka koja se bavi proračunavanjem i izračunavanjem pozicije i kretanja u prostoru i vremenu te vođenjem broda od jedne do druge tačke. Navigacija nije zasnovana samo na naučnim saznanjima, nego se pri rješavanju navigacionih 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 razmatraćemo isključivo navigaciju na rijekama i kanalima.

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

Razlog jednostavnosti su striktno obilježeni i definirani plovni putevi, manja potreba za upotrebom elektronske opreme za navigaciju i skoro nikakva potreba za optičkim pomagalima za navigaciju. Isto tako, od

velike važnosti je informisanost o stanju vodnih puteva (prohodnost, na primjer) i manja zavisnost od vremenskih prilika. Razvoj riječnih informacionih servisa značajno je promijenio način vođenja brodova i sastava u navigacionom 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 plovnih puteva, promjenljivom vodostaju, a time i promjenljivosti dubine vode na plovnim putevima, smanjenoj vidljivost kod veoma čestih izmaglica, vodenim nanosima i slično. Sve to može da uzrokuje loš ili nikakav manevar u plovnom putu, veću mogućnost sudara, potapanje, nasukanje, oštećenje plovila, blokiranje ili zatvaranje plovnih puteva.

Za pouzdano i pravilno vođenje broda na rijekama i kanalima, prije svega se mora obratiti pažnja na signalizaciju i obilježavanje plovnih puteva. Mora da se vodi računa o propisima i pravilima za navigaciju, i to posebno ako ih propisuje nadležno državno tijelo za određeni dio plovnog puta, te odlično da se poznaje 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 dobijanja što tačnijeg rezultata.

Nije jednostavno pribaviti karte za navigaciju na rijekama, a ako ih imate, moraju biti što novijeg izdanja zbog toga što se te karte stalno dopunjuju i korigiraju. Dva osnovna razloga čestih korekcija su prohodnost plovnih puteva, što zavisi od vodostaja i promjene toka (korita) same rijeke, zbog čega se pak često vrše promjene signalizacije i obilježavanja. U novije vrijeme, u okviru riječnih informacionih servisa (RIS), izrađuju se i elektronske navigacione 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 pažnju valja obratiti na sljedeće:

- Obavezno imati upaljena svjetla za navigaciju, a ostala svjetla trebaju da budu ugašena ili prigušena da ne bi ometala osmatranje;
- Redovno 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 obavezno mora da vam ostane sa desne strane kod prolaska pored nje;
- Kada su dvije plutače postavljene jedna do druge (jedna bliže desnoj a druga bliže lijevoj obali), obavezno prođite između njih. Tako postavljene plutače obilježavaju krivine na rijekama, plovni put sa dobrom dubinom, prolaze ispod mostova i slično;
- Obratite pažnju na ostala plovila i u zavisnosti od njihove signalizacije, poštujujte prometna pravila i propise;
- Osmatrajte redovno, okom i dvogledom, okolinu koju prolazite, noću su na vodi veoma česte optičke varke;
- Ukoliko procijenite da je dalja plovidba opasna, svakako napustite obilježeni plovni put. Potrebno je da se udaljite od plutača, ali tako da vam ostanu u vidnom polju, usidrite brod i propisno ga signalizacijom obilježite.

6.2 NAVIGACIONA OPREMA

Moderna navigaciona oprema je standard svakog plovila i velika pomoć u navigaciji i sigurnoj plovidbi. Kako su zbog visokog procenta vlage i prisustva nečistoća uslovi 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 preduslov pouzdane orijentacije i navigacije. Navigaciona oprema doživjela je tehnološku revoluciju, što je pridonijelo razvoju tzv. „*Integrated Bridge*“ platforme koja podrazumijeva više mogućih kombinacija povezivanja navigacione opreme i programskih paketa radi usklađenosti svih potrebnih parametara navigacije, tako da pojedini integrisani sistemi mogu da budu složeni od različitih komponenti. Općenito, može se reći da integrisani navigacioni sistem povezuje sva raspoloživa navigaciona sredstva na

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

Općenito, u navigacionu opremu ubrajamo sve one uređaje kojima se služimo tokom vođenja plovila, navigacije, manevrisanja i orijentacije. Pobrojaće 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 aluminijumska motka kružnog presjeka debljine 4 – 6 cm, dužine 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 Hz $< f < 20$ kHz i ultrazvučno $f > 20$ kHz. Od 1925. godine počinju se koristiti ultrazvučni dubinomjeri koji se i danas koriste, jednostavni su za upotrebu 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 sa plovila i njegovog ponovnog prijema na hidrofona nakon odbijanja od dna, na bazi 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 zbog 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 ekrane sa tekućim kristalima, koji su povećali vrijednost upotrebe „fishfindera“ čak i kod proizvoda srednjeg i nižeg kvaliteta. Za pravilnu upotrebu bilo kog instrumenta, presudno je početno podešavanje zavisno od izbora namjene.



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

6.2.2 Radar

Radar (Radio Detecting and Ranging) je savremeno navigaciono sredstvo široke primjene, posebno u uslovima 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 tokom II svjetskog rata kada je prvobitno korišten u vojne svrhe. Radar je danas na plovilima nezaobilazan uređaj čiji je cilj da se olakša posao sigurnog vođenja plovila, a radarski sistemi su toliko automatizirani da čovjek ima

tek ulogu kontrolora. Čovjek je oslobođen poslova koje je ranije morao da radi, čime je znatno umanjena mogućnost subjektivne greške.

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

Princip rada radara: u predajniku se u impulsima stvara visokofrekventna energija koja zrači usmjereno putem antene Talasi 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 ekranu, određuje se azimut (smjer), pramčani ugao i udaljenost od opaženog objekta.

Da bi radar za potrebe plovidbe zadovoljio kriterijume treba da: otkriva objekte na što manjoj udaljenosti, postiže što veći domet odnosno daljinu otkrivanja, dobro razdvaja objekte po azimutu i po udaljenosti i bude u mogućnosti da otklanja smetnje nastale uslijed atmosferske refleksije od površine vode kako bi se i mrlje od malih objekata jasno vidjele.

Karakteristike radarskog sistema su: maksimalni i minimalni domet radara, tačnost mjerenja uglova i udaljenosti, razdvajanje objekata prema uglu i udaljenosti. Radari mogu da budu opremljeni i posebnom računarskom tehnikom koja im omogućuje rješavanje problema kod izbjegavanja sudara. Takvi sistemi u stručnoj terminologiji imaju oznaku CAS (Collision Avoidance System).



Slika 47.
Savremeni
riječni radar

Radarski horizont, u navigacionom smislu, predstavlja najveću udaljenost od mjesta emisije EM talasa do koje bi stizali ti talasi na zemljinu površinu. Ova udaljenost, osim geometrije zemlje, zavisi i od: visine antene, talasne dužine EM talasa, impulsne snage radara kao i atmosferskih prilika.

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

Lažni odjeci, zavisno od načina njihovog nastajanja su:

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

- *Radarske interferencije*, su pojava prijema signala drugog radarskog uređaja u blizini broda i njegove interferencije sa lokalnim oscilatorom sopstvenog radara. Posljedica interferencije su snažne smetnje zrakastog ili srpastog oblika koje se šire iz centra ekrana radara i šire se konvergentno prema rubu ekrana radara. Najizraženije su kad u blizini radi radar približno iste talasne dužine. Smetnje su izraženije na većim dometima jer je na malim dometima vremenska baza tako brza da se svjetle tačkice razvuku u jedva vidljive tonske linije. Smetnje od interferencije je nemoguće otkloniti.

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

Slijepi sektori, predstavljaju kružne isječke na ekranu katodne cijevi u kojima nema prijema EM talasa, 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 tačkaste odraze koji su promjenljivi i nestalni, a nastaju usljed refleksije od prednjih rubova talasa oštrih uglova i javljaju se na manjim udaljenostima. Ove smetnje nestaju sa smanjenjem pojačanja bliskih odraza dugmetom „*Anticlater Sea*“ (smetnje od mora).

Smetnje od atmosferskih pojava se manifestiraju kao brojni tačkasti odrazi nepravilnog oblika na dijelu ekrana 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 ekranu 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 dugmetom „*Anticlater Rain*“ (smetnje od kiše). Ovim 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 bazi sopstvene pozicije, nepokretnost, ne fluktuacija 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 prelazima EM snopa kod talasaste 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 sopstveno plovilo nepokretno i uvijek u centru ekrana a odrazi svih nepokretnih objekata se kreću suprotnim vektorom sopstvene brzine, je pramčanica uvijek usmjerena prema nuli fiksne skale bez obzira na kurs, je pomoću ploče azimuta moguće očitavati samo desne pramčane uglove, je vidljivost objekata desno od pramca vidljiva na desnoj strani uzdužnice ekrana (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 sopstveno plovilo nepokretno i uvijek u centru ekrana, se odrazi svih nepokretnih objekata kreću suprotnim vektorom sopstvene 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 navigaciona karta), se pomoću azimut (smjerne) ploče očitavaju radarski azimuti na sve objekte, pri promjeni kursa odrazi na ekranu 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 sopstveno kretanje u komponente u smjeru N-S i E-W, za što je neophodna kontinuirana dobava podataka o sopstvenom kursu i brzini sa žiro kompasa i brzinomjera.

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

- svi nepokretni objekti su nepokretni odrazi na ekranu;
- svi pokretni objekti, uključujući i sopstveno plovilo, se kreću u odnosu na nepokretne objekte stvarnim kursevima i brzinama;
- cijela slika je orjentisana, kao i navigaciona karta, prema meridijanu što zahtijeva dodatno kolo za mjerenje uglova jer ne može da se koristi fiksna podjela sa oboda ekrana. Azimuti se mjere elektronskom smjernicom koja se prikazuje kao pravac iz tačke 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. vijeka 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 sistemu.

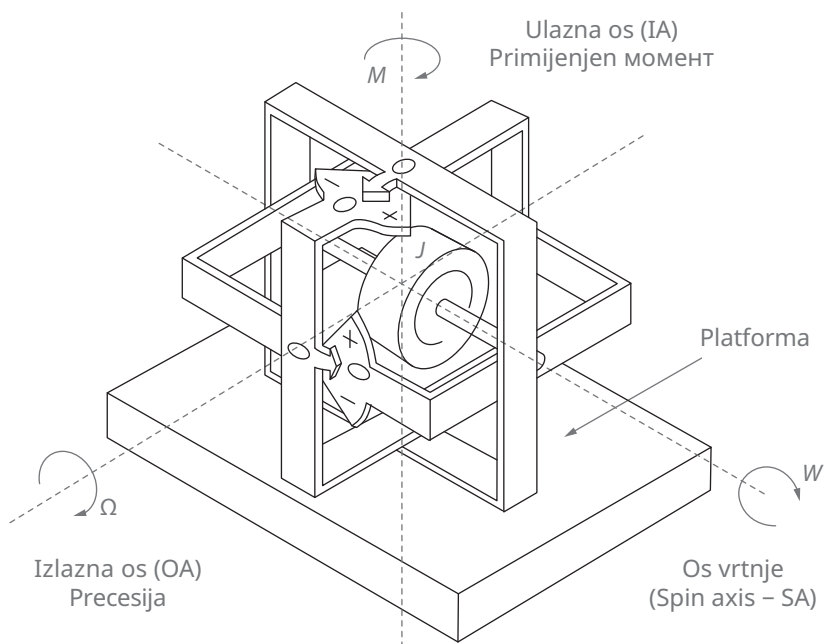
Osa rotacije zvrka je glavna ili osnovna osa, dok su ose u kojima su učvršćeni prsteni kardanskog sistema: horizontalna ekvatorijalna osa i vertikalna ekvatorijalna osa. Kod zvrka sa tri stepena slobode sve ose sijeku se u istoj tački, pa je takav zvrk uravnotežen. Zvrk pokazuje dva osnovna svojstva: **inerciju** i **precesiju**.

Inercija je osobina žiroskopa da osa rotacije uvijek zadržava isti smjer u prostoru, zavisno od toga u kom smjeru se postavila platforma na koju je zvrk sa tri stepena slobode pričvršćen. Pri tome zvrk zadržava

tu osobinu bez obzira na sva kretanja, pa tako i na kretanje Zemlje, što znači da će osa rotacije zvrka zadržati pravac u prostoru nezavisno i od kretanja Zemlje.

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

Greška žiromkompasa (devijacija) je ukupni otklon glavne ose (ose rotacije) od pravog meridijana. Pozitivna je ako je osa žiromkompasa otklonjena prema istoku, a negativna ako je otklonjena prema zapadu.



Slika 48. Žiromkompas – žiroskop

Na otklon ose rotacije od pravog meridijana mogu da utiču sljedeće greške: greška vožnje, greška geografske širine, balistička greška, kvadrantna devijacija i greška instalacije.

Autopilot, uređaj za automatsko kormilarenje brodom najbolji je primjer upotrebe žiroskopa u unutrašnjoj plovidbi. Sa jedne strane je

spojen na žiro kompas, a sa druge na električni ili hidraulički kormilarski motor. Ako brod skrene sa kursa, aktivira se kormilarski motor koji brod vraća u zadani kurs. U kompasnom ponavljaču nalazi se kontakt koji uspostavlja spoj sa lijevim ili desnim kontaktnim prstenom, zavisno od skretanja broda. Kada se kormilo počne okretati preko povratne veze, aktiviraju se kontaktni prstenovi koji prekidaju vezu sa kormilarskim strojem. Naizmjeničnim uključivanjem i isključivanjem može se pri kormilarenju po mirnom vremenu održavati kurs sa 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 koga se mjeri brzina plovila, a uglavnom postoje 3 tipa:

- *Patentni brzinomjer*, koji se tegli i mjeri brzinu okretanjem sopstvenog proprlera. Prenos 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 takođe mjeri brzinu plovidbe pomoću propelera pričvršćenog na dnu trupa broda. Vrtinja 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 uticaja struje vode. Tako na primjer, da bismo dobili stvarnu brzinu kretanja u odnosu na obalu, u uzvodnoj plovidbi (uz rijeku), očitano brzinu plovidbe treba umanjiti za brzinu toka rijeke, a obrnuto, dodati brzinu toka ako se plavi nizvodno.

Brzina plovidbe na rijekama i kanalima može da se mjeri očitavanjem kilometarskih oznaka za utvrđivanje pređenog 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, kad 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 pritiska, to jest pritiska vazduha 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 vazduha koja je uronjena u vodu, te je stubac vode u posudi porastao kad je opao pritisak vazduha jer se tada stubac vazduha smanjio. Najčešće se koristi živin barometar (stubac žive koji se povisuje ili smanjuje zavisno od promjene pritiska vazduha). 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 sa porastom pritiska vazduha slijedi sunčanije vrijeme, a sa padom oblačnije. Barometar najavljuje kako dolazak kiše ili vedrog vremena, tako i tendenciju promjene pritiska usljed strujanja vazdušnih masa (vjetra). Svejedno da li je promjena pritiska pozitivna ili negativna, vjetar i nevrijeme će biti veći ukoliko je promjena pritiska velika u kratkom vremenskom periodu.

6.2.6 Dvogled – *Binocular*

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

Povećanje x i prečnik objektiva: su brojevi koji karakterišu svaki dvogled i obično su utisnuti na tijelu dvogled pored okulara.



Slika 50.
Dvogled/binokular
Velika Britanija, 20. st.
željezo, staklo, mesing

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

Drugi broj (30, 50, 80 itd.) je prečnik objektiva u milimetrima. Što je prečnik veći, to više svjetla ulazi u dvogled i bolje se vide manje sjajni objekti. Vrijednost „light grasp“ ili sposobnost hvatanja svjetla, upravo najviše zavisi od prečnika objektiva. Tako dvogled sa prečnikom objektiva 50 mm hvata 2,8 puta više svjetla od dvogleda s prečnikom objektiva 30 mm. Za plovidbu su optimalni dvogledi 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 radio stanice svakodnevno objavljuju. U riječnom i pomorskom prometu plovila koriste:

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

Ultrakratkotalasni radiotelefonski uređaj (UKT) koji radi na frekvenciji od 156 – 162 KHz. Pozivna frekvencija je 156,8 KHz – kanal 16 (kanal sigurnosti plovidbe). Standardni UKT radiotelefonski uređaji imaju 55 kanala za komunikaciju, a namijenjeni su za radio komunikaciju na manjim udaljenostima, komunikaciju plovilo – plovilo ili plovilo – obala (kapetanija, firma, marina, luka itd.). Domet predajnika je 50 km dok je potrošnja struje mala i može da je podnese svaki brodski akumulator. Motorna plovila (osim čamaca i skela) i tehnička plovila smiju da plove na rijeci Savi samo ako su opremljena sa dva ispravna radiotelefonska uređaja ili radiotelefonskim uređajem na kome mogu da se istovremeno prate dva UKT kanala.

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



Slika 51.
UKT uređaj

6.3 PRIRUČNICI ZA PLOVIDBU

Od velike koristi su za svakog nautičara, bilo da se radi o zapovjednicima ili rekreativnim nautičarima a osnovna svrha im je da pruže potrebne nautičke informacije kako u pripremi, tako i pri izvođenju plovidbenog poduhvata. Posebna pažnja mora da se obrati na ažurnost i tačnost svih priručnika kako bi sigurnost plovila, posade i drugih učesnika bila najveća moguća. U priručnike se ubrajaju i navigacione publikacije koje opisno daju podatke važne za sigurnost ploidbe koji se ne mogu prikazati na plovidbenoj karti i u pravilu se koriste zajedno sa plovidbenom kartom. Osim priručnika za ploidbu izdaju se i ostale publikacije korisne za unutrašnju ploidbu.

6.3.1 Navigacione karte

Do današnjih dana navigacione karte predstavljale su okosnicu i osnovni navigacioni priručnik te se velika pažnja pridavala njihovoj detaljnosti, ažurnosti i trajnosti u brodskim uslovima. U pravilu su ih izdavala ovlašćena državna tijela, odgovorna za tačnost navedenih podataka. Generalno, danas su u upotrebi:

Papirna karta, do kraja devedesetih godina prošlog vijeka 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 omjeru 1:10000, što je omogućilo visok nivo detaljnosti. Pored prikaza plovnog puta, takva karta sadrži cijeli niz informacija za orijentaciju i vođenje plovila kao na primjer: vrstu obale, položaj regulacionih hidrograđevina, osu plovnog puta, dubinu po osi plovnog puta, položaj plićaka, 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 regulisanje ploidbe. Za rijeku Savu do sada nisu rađene nautičke, već se koriste hidrotehničke karte sa daleko manjim nivoom detaljnosti koje su daleko nepouzdanije.

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

i po strukturi i formatu, koja se izdaje na korištenje uz **Elektronski prikaz navigacionih karata u informacionom sistemu (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 unutrašnje plovidbe razvijene su **Elektronske navigacione karte za unutrašnju plovidbu – Inland ENC (Inland *Elektronic Navigational Chart*)** uz **Inland ECDIS**. Inland ENC je također usklađena sa 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 da sadrži dodatne informacije koje se mogu smatrati od koristi za plovidbu.

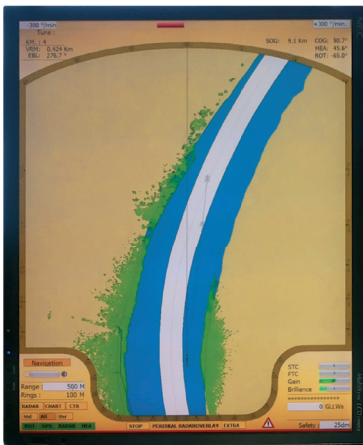
Inland ECDIS je elektronski prikaz navigacionih karata i informacioni sistem za unutrašnju plovidbu. Svrha mu je davanje doprinosa sigurnosti i efikasnosti unutrašnje plovidbe te da na taj način također doprinese zaštiti okoliša. Nastao je na osnovu nalaza evropskog projekta INDRIS (Inland Navigation Demonstrator for River Information Services) i njemačkog projekta ARGO 2001. godine kada su Dunavska i Rajnska komisija usvojile Inland ECDIS za Elektronske navigacione karte za unutrašnju plovidbu – Inland ENC za Rajnu i Dunav. 2001. godine Ekonomska komisija UN-a za Evropu (UNECE) usvojila je Inland ECDIS standard kao preporuku za evropsku mrežu unutrašnjih plovnih puteva. Do novembra 2013. izrađene su elektronske navigacione karte za unutrašnju plovidbu prema Inland ECDIS standardu, koje pokrivaju gotovo 10.000 kilometara evropskih plovnih puteva, uključujući rijeke Rajnu, Dunav, Mosel, Majnu, Elbu, Savu i Dravu u Holandiji, Francuskoj, Belgiji, Švicarskoj, Austriji, Slovačkoj, Mađarskoj, Hrvatskoj, Srbiji, Bugarskoj, Rumuniji i Ukrajini.

Za razliku od papirnih karata, koje su ograničene na svega četiri boje u prikazivanju podataka, elektronske navigacione karte mogu navigaciono 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 sistemu Inland ECDIS propisano je da se na ekranu istovremeno sa korisnim informacijama prikazuje i navigaciona situacija sa 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 ekrana, konture obale (elektronska karta) pomiču se u istom smjeru brzinom koja je jednaka brzini plovila. Ovakav prikaz iziskuje velik kapacitet memorije računara obzirom da velika količina podataka mora stalno da se pomiče po ekranu.

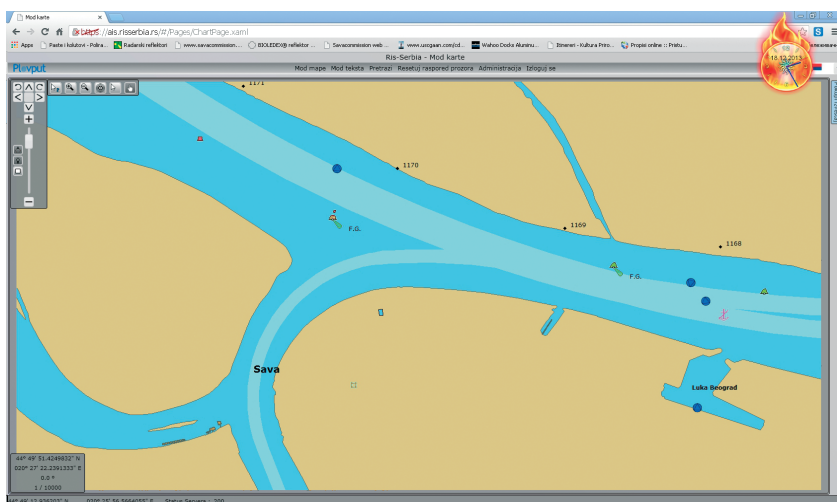
Kod pravog prikaza, koji koristi „north up“ orijentaciju, elektronska karta je nepomična, a na ekranu se pomiče plovilo. Svaki put kad plovilo priđe rubu ekrana slika se reprogramira tako da se proširi područje u smjeru plovidbe, suzi područje suprotno smjeru kretanja, a položaj plovila namjesti blizu suprotnog ruba ekrana. Poseban ekran ili poseban okvir na ekranu 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 da uplovi, istovremeno dok se na glavnom ekranu prikazuje opća navigaciona situacija.



Slika 52.
ENC u sprezi sa radarom

Općenito, elektronske navigacione karte moraju da zadovolje sljedeće kriterijume:

- ENC moraju da budu kompatibilne sa Inland ECDIS standardom;
- Informacije na ENC-u moraju da budu aktuelne;
- Moraju u sebi da sadrže tzv. osnovni set podataka (minimal data set) nužan za efikasno i pouzdano korištenje elektronskih navigacionih karata.



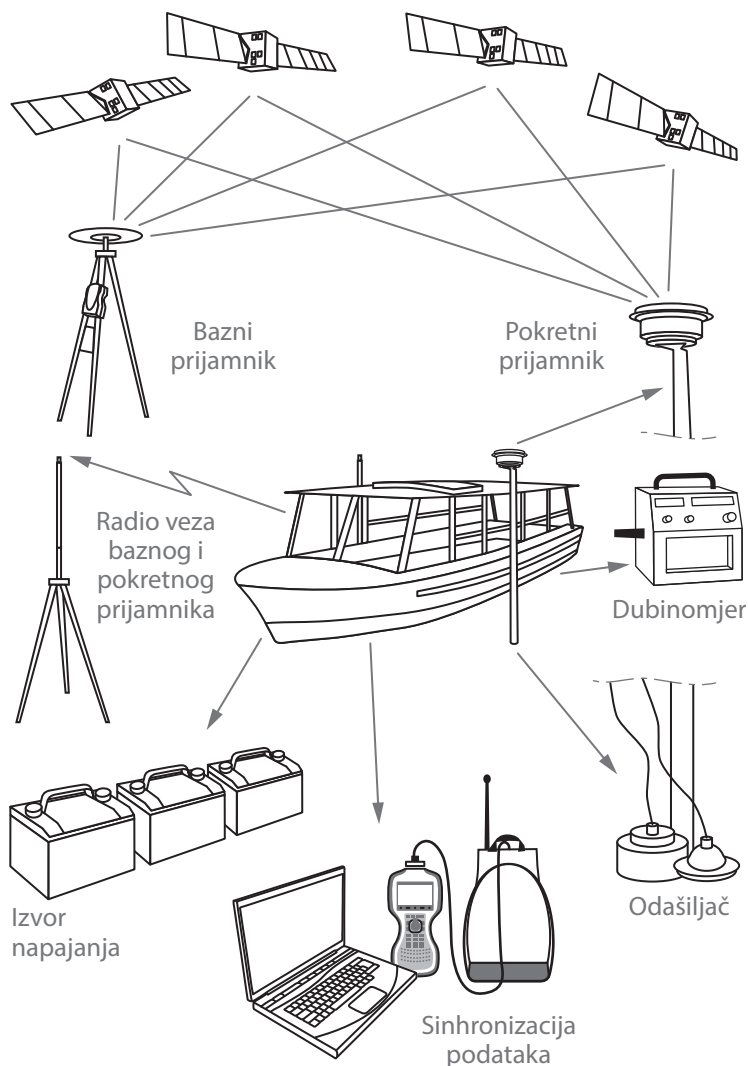
Slika 53. Primjer elektronske navigacione karte

Uz gore navedene obavezne uslove, poželjno je da ENC sadrže informacije o dubinama na kritičnim dijelovima plovnog puta. Inland ECDIS predstavlja standard za prikaz elektronskih navigacionih karata u unutrašnjoj plovidbi koji je prihvatila Centralna komisija za plovidbu Rajnom, Savska komisija, Dunavska komisija te konačno i Evropska komisija u tehničkoj direktivi No. 414/2007.

Primarne funkcije Inland ECDIS-a su sljedeće:

- Doprinosi sigurnosti i efikasnosti transporta unutrašnjim plovnim putevima i zaštiti okoliša;
- Reducira količinu posla u poređenju sa tradicionalnim metodama navigacije i informisanja;
- Pouzdan je i dostupan izvor informacija svim subjektima uključenim u unutrašnju plovidbu;

- Omogućuje jednostavno i pouzdano ažuriranje elektronskih navigacionih karata;
- Koristi se u navigacionom i informacionom modu, pri čemu se u navigacionom modu koristi u kombinaciji sa prometnim informacijama dobijenim pomoću radara i/ili AIS-a. Informacioni mod podrazumijeva korištenje Inland ECDIS-a bez prometnih informacija.

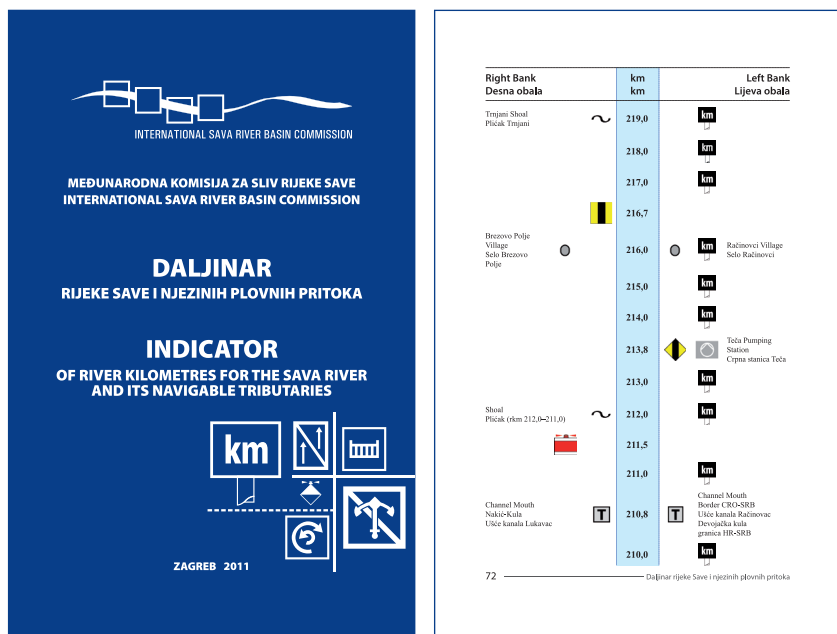


Slika 54. Integrirani navigacioni sistem

Elektronske navigacione karte rijeke Save napravljene su prema zahtjevanim standardima i dobrog su kvaliteta a viši nivo detaljnosti dostići će se putem dopunjenih i novih izdanja.

6.3.2 Daljinar

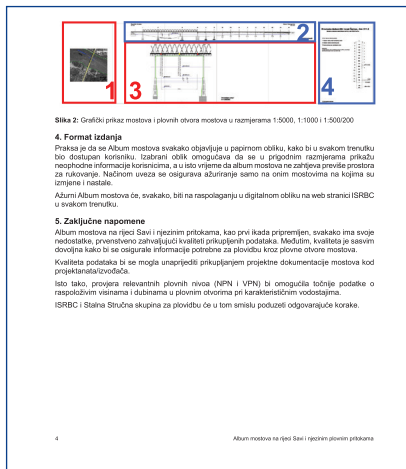
Daljinar je, pored plovidbene karte, veoma važan informator za orijentaciju i vođenje plovila. U njemu su navedene kilometarske oznake, gradovi, mostovi, ade, opasna mjesta, ušća, brodogradilišta, itd. Daljinar obiluje mnoštvom korisnih detalja i neizostavan je priručnik kako za iskusne nautičare tako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



Slika 55. Daljinar rijeke Save i njenih plovnih pritoka

6.3.3 Album mostova

Album mostova u pravilu pruža kompletniju informaciju za potrebe plovidbe, u situacijama u kojim je potrebno dobiti jasnu predstavu o slobodnom prostoru iznad najviše tačke plovila prilikom prolaska kroz otvor mosta. U njemu, na posebnoj skali, mogu da se iščitaju visine plovidbenog otvora prema vodostaju na referentnoj vodomjernoj stanici.



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

Skice mostova, u odnosu na one u Daljinaru, znatno su detaljnije i sa 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 sa manje iskustva i znanja.

6.3.4 Saopćenja brodarstvu

Izdaju ih nadležne lučke kapetanije te sadrže informacije o promjenama na plovnom putu, hidromodulacionim radovima, ugroženosti i zabranama plovidbe na pojedinim sektorima. U sistemu RIS-a prepoznajemo ih još i kao „Notice to skoppers“ te se izdaju u elektronski predefinisanim formatu.

6.4 RIJEČNI INFORMACIONI SERVISI

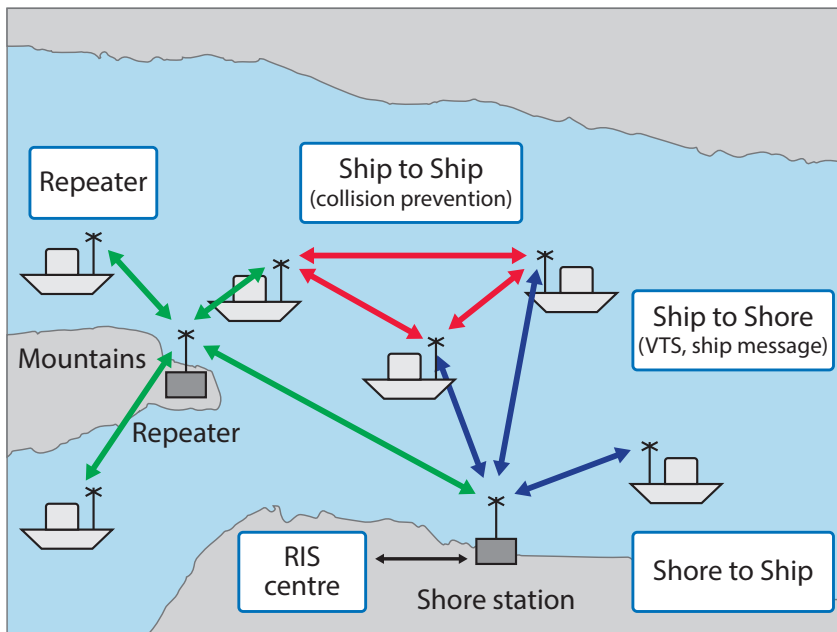
Riječni informacijski servisi (RIS) predstavljaju skup usluga zasnovanih na modernim tehnologijama, koji uobličavaju i usmjeravaju razmjenu informacija između učesnika u unutrašnjoj plovidbi. Razmjena informacija se obavlja na bazi usaglašanih informacionih i komunikacionih sistema, a te informacije se koriste u različitim aplikacijama i sistemima za unapređenje prometa i transportnih tehnologija općenito.

Ovaj koncept obuhvata:

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

Prva asocijacija na RIS je obično sistem za utvrđivanje lokacije i praćenje plovila, koji se bazira na AIS transponderima i uslugama koje se na njemu zasnivaju. Mreža AIS baznih stanica instaliranih duž riječnog toka omogućuje razmjenu informacija sa brodovima opremljenim AIS transponderima. Dvosmjerna komunikacija između baznih stanica i brodskih uređaja omogućuje pregled prometne slike sa 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 saopćenja brodarstvu, korekcije GPS pozicije, kratkih poruka itd.

Vrlo važna komponenta sistema za lociranje i praćenje brodova je i međusobna komunikacija transpondera instaliranih na brodovima. Na taj način brodski transponder prikuplja i procesira 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 sa plovidbom i manevrom. AIS transponder u komunikaciji brod – brod ima jedinstvenu sposobnost da nedvosmisleno identificira, optički nevidljive objekte (druga plovila opremljena AIS uređajima) koji su i po nekoliko kilometara udaljeni. To se odnosi takođe i na mogućnost identifikacije brodova koji se međusobno ne vide zbog vrlo loših meteoroloških prilika koje su česte na unutrašnjim plovnim putevima (npr. magla, susnježica ili jaka kiša).



Slika 57. Razmjena informacija AIS sistema

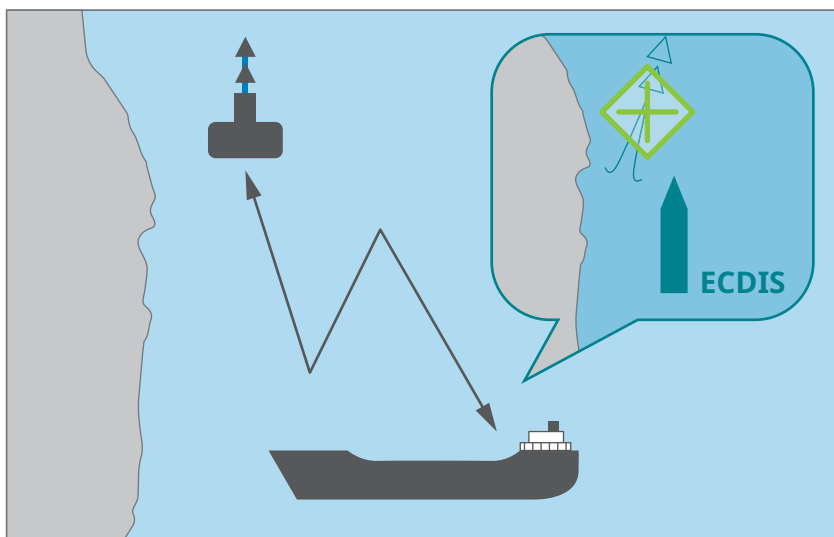
Informacije sa AIS transpondera i iz sistema za lokaciju i praćenje brodova, predstavljaju se na još jednom, vrlo značajnom RIS podsistemu – Inland ECDIS. ECDIS prikazuje podatke o plovilima na elektronskoj navigacionoj karti, u realnom vremenu u informacionom modu i u navigacionom modu.

U informacionom modu, Inland ECDIS predstavlja Elektronski atlas i služi kako bi osigurao informacije o plovnim putevima te tada nije predviđen za upravljanje ploviom. U informacionom režimu Inland ECDIS može da bude povezan sa pozicionim senzorom radi automatskog pomicanja slike karte i radi povezivanja dijela karte koji odgovara trenutnom okruženju sa pozicijom broda fiksiranom u centru ekrana. Navigacioni režim rada podrazumijeva upotrebu Inland ECDIS-a za upravljanje ploviom uz korištenje radara. Pozicija plovila se dobija iz sistema za kontinuirano pozicioniranje, čija je tačnost i preciznost u skladu sa zahtjevima sigurne navigacije. Pored osnovne namjene, a to je prikaz prometne slike, ECDIS podsistemi često imaju i vezu ka drugim RIS podsistemima, poput sistema za elektronsko izvještavanje,

systema za elektronsko pružanje saopćenja brodarstvu, a u navigacionom modu je omogućeno i preklapanje radarske slike preko elektronske navigacione 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 virtuelni objekt sigurnosti plovidbe od značaja za sigurnost plovidbe koji se elektronskom oznakom prikazuje na integrisanom brodskom grafičkom elektronskom sistemu.



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

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

- a. Realni AIS AtoN – Prava AIS AtoN stanica, odnosno AIS stanica smještena na AtoN (**plutača**) koji fizički postoji;
- b. Sintetički AIS AtoN – Sintetički AIS AtoN je mjesto gdje se AtoN poruka prenosi s udaljene AIS stanice;
- c. Virtuelni AIS AtoN – „Virtuelni 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 van položaja;
- c. Identifikovanje brodova koji su učestvovali 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.

Sistem za elektronsko 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 nezavisne i mašinski čitljive, poruke „predaje izvještaj“ o detaljima svog putovanja (luka iz koje polazi, odredište, detalji o teretu, broju i sastavu barži, osobama na brodu, usputnim mjestima dokrcaja–iskrcaja itd.).

Sistem za elektronsko pružanje saopćenja brodarstvu (NtS – Notices to Skippers) omogućuje zaposlenicima nadležnih tijela da saopćenja brodarstvu distribuiraju elektronskim putem, jezički nezavisno u mašinski čitljivim formatima, te da se takva saopćenja po prijemu, automatski prikazuju na ECDIS ekranu u kormilarnici broda.

Elektronske navigacione karte čine okosnicu RIS-a i direktno se koriste u procesu plovidbe. Ubrajaju se u grupu usluga pružanja informacija o plovnom putu.

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

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

na temelju informacija o poziciji brodova dobijenih kroz sistem za lociranje i praćenje brodova, kao i na temelju informacija iz sistema ERI i Hull Database.

Ovdje navedeni podsistemi su samo dio onih koji se trenutno implementiraju na evropskim rijekama, sa ciljem:

- Povećanja sigurnosti plovidbe na unutrašnjim plovnim putevima i u lukama;
- Osiguranja važnih prometnih informacija lokalnog i regionalnog karaktera u pogledu monitoringa i upravljanja prometom;
- Povećanja efikasnosti unutrašnje plovidbe – optimizacije upravljanja resursima u transportnom lancu, omogućujući razmjenu informacija između plovila, prevodnica, mostova, terminala i luka;
- Boljeg korištenja unutrašnjih plovnih puteva – pružanja informacija o statusu na terenu;
- Zaštite okoliša kroz pružanje prometnih i transportnih informacija za efikasan proces smanjenja plovidbenih nezgoda.

U Republici Hrvatskoj i Republici Srbiji RIS usluge i sistemi 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 isti nivo usluga kao što je to na većem dijelu evropske mreže plovnih puteva u pogledu primjene informacionih tehnologija sa 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) unutrašnje plovidbe. Sadržaj i način vođenja određen je propisima/pravilima, vodi se svakodnevno, te na osnovu unijetih podataka mogu da se prate sve aktivnosti na plovilu i po potrebi rekonstruišu određeni događaji. Ovo je važno kod utvrđivanja činjenica kao i analiza havarija ili drugih vanrednih događaja, a podaci iz broskog dnevnika mjerodavni su u sudskim sporovima.

Pri unošenju podataka u brodski dnevnik greške moraju da se isprave povlačenjem dviju crta preko greške, i nakon što je završeno sa upisom podataka, obavezno mora da se potpiše osoba koja je upisala te podatke. Greške ne smiju da se brišu, ispravljaju korektorom, kidaju ili sl. Unosi moraju da se pišu pažljivo i razumno a grafitne olovke ne smiju da se koriste.

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 sljedeći podaci:

- Hidrometeorološki podaci koji se odnose na: vremenske uslove, temperaturu vazduha i vodostaj uz koji se označava i vodomjerna stanica prema kojoj se plovilo orjentira;
- Podaci o kretanju i radu plovila sa podacima o polasku, dolasku i vanrednom 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 motornom prostoru na radnim mjestima za koja su potrebna svjedočanstva o stručnoj osposobljenosti za obavljanje poslova na plovilu;
- Podaci o opremanju i raspremanju plovila;
- Važne napomene tokom ploidbe, koje između ostalog obuhvataju:
 - izmjerene dubine u plovnom putu, promjene na sistemu obilježavanja i promjene u plovnom putu;
 - pretrpljene nezgode i havarije plovila;
 - značajne popravke i radove izvršene tokom putovanja, promjene brojnog stanja i sastava posade;
 - pojave težih oboljenja članova posade i putnika;
 - podatke o radu porivnog uređaja i njegovom održavanju.

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

Pored broskog dnevnika na brodu moraju da se nalaze: popis posade, knjiga o uljima, svjedočanstvo o sposobnosti broda za plovidbu te ostale isprave i knjige predviđene nacionalnim i međunarodnim propisima.

6.6 FORMIRANJE KONVOJA

Sastavljanje konvoja može da se izvede na različite načine, vodeći pri tom 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: kad 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 plovidbu. 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

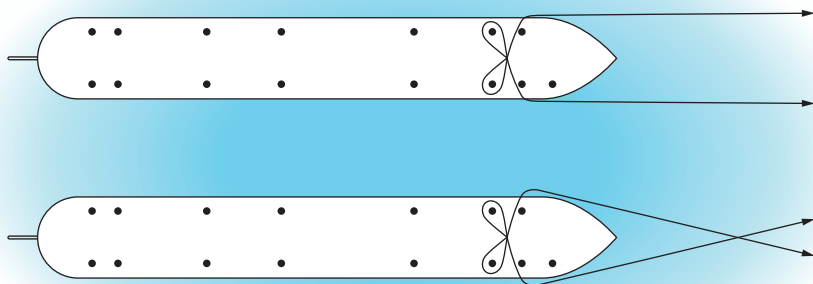
Kod *uzvodne* vuče teglenice se sastavljaju, radi manjeg otpora, u uzdužni red (brazdu). Uzdužni red se sastavlja na način da se teglenice privezuju jedna za drugom. Ovakvim postupkom umanjuje se otpor, jer samo prva teglenica u brazdi trpi veći otpor, dok ostale idu jedna za drugom u stvorenoj brazdi.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

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

njihova dužina zavisi od prilika na plovnom putu. Danas je uobičajeno da se vučnici daju u dužini 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 na povoljnim mjestima za plovidbu mogla da se rastavi radi smanjenja otpora. U praksi, u zavisnosti od konvoja (sastava), zapovjednik odlučuje kako će dati vučnike.

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



Slika 59. Upravo i unakrsno vezani vučnici

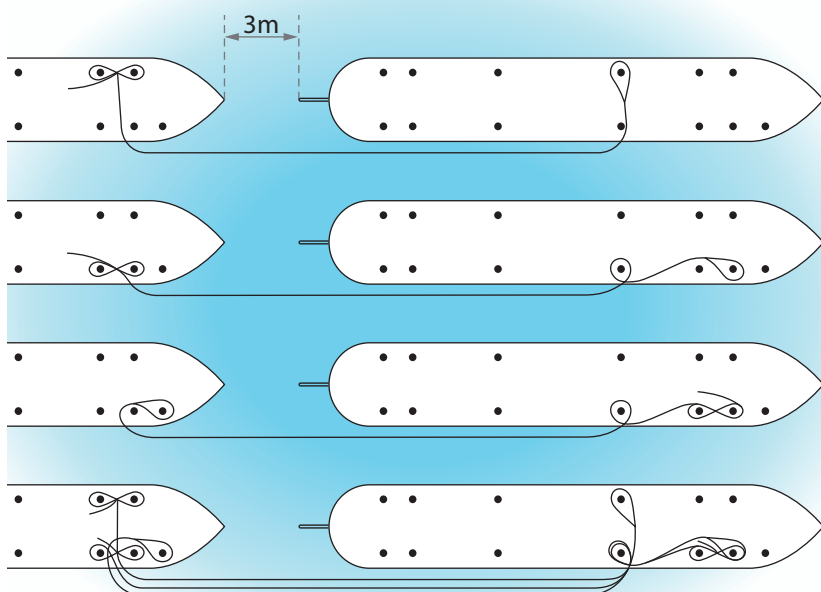
Privezivanje teglenica jedne iza druge vrši se pomoću međuvučnika koji se daju u zavisnosti od sektora kroz koji namjerava da se plovi. Prema jačini vodene struje, težini i veličini vuče, broj međuvučnika iznosi od jedan do tri. Uglavnom razlikujemo tri vrste privezivanja: dugačko, srednje i kratko.

Dugačko privezivanje se primjenjuje na brzim dijelovima rijeka, kako bi svako plovilo moglo da se zasebno provuče 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 sa 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 takođe 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 sa 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 što 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 njihovom ravnanju, tako da sva tri užeta jednako nose i budu jednako opterećena.



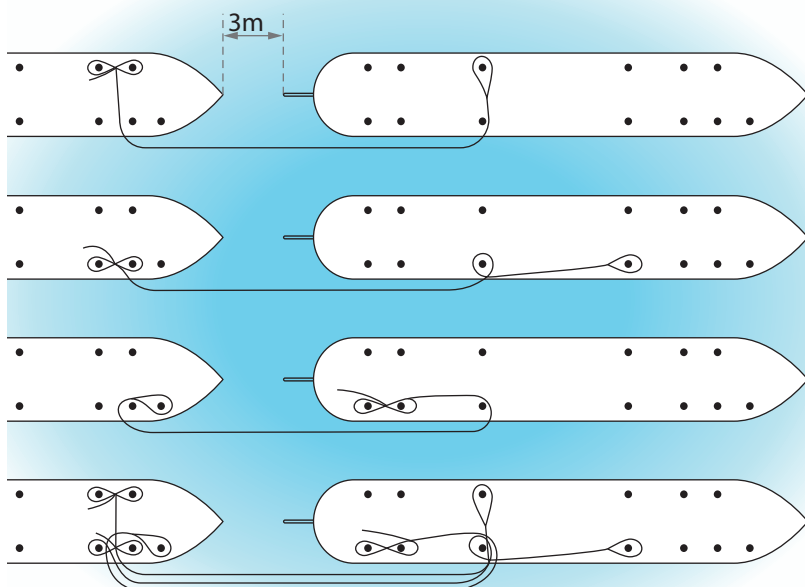
Slika 60. Dugačko privezivanje

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 sa njenih 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 sa iste teglenice i to tako da se osmice nabace na drugu i treću pramčanu bitvu sa 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 sa 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 sa desne strane, oko druge bitve čini polu-voj, a omča se nabaci na prvu pramčanu bitvu sa desne strane.

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

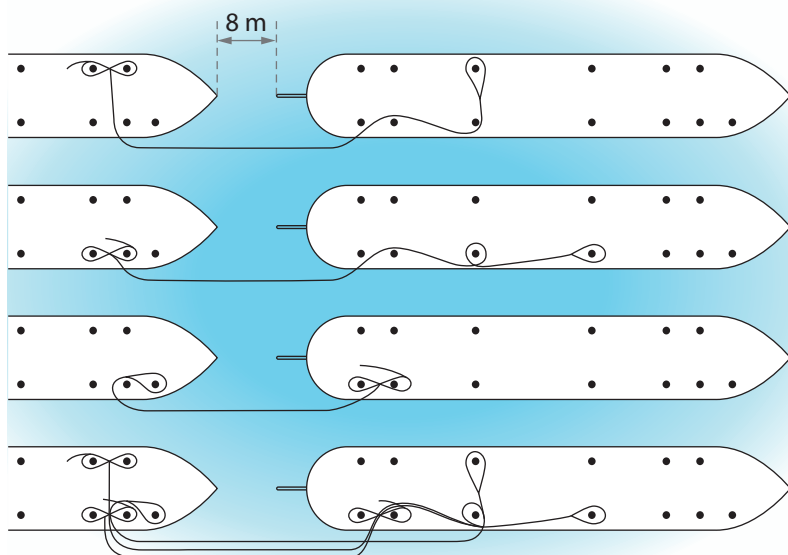


Slika 61. Srednje privezivanje

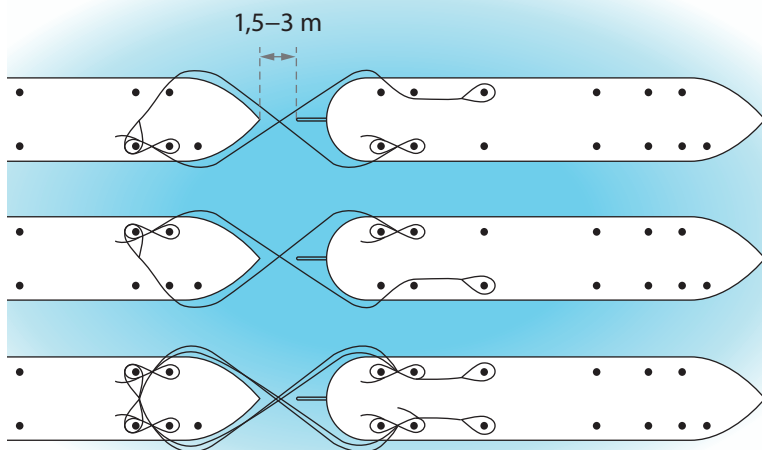
Kratko privezivanje se izvodi na sektorima jednoličnih vodenih strujanja, kakve imamo na srednjem i donjem Dunavu, Savi i Tisi.

Kod ovog načina privezivanja sa zadnje teglenice se daju dva, a sa 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 sa desne strane, čini polu-voj oko zadnje srednje desne bitve, a omča se nabaci na zadnju srednju bitvu na lijevoj strani. Drugo uže takođe daje zadnja teglenica, tako što se osmice stave na pramčane bitve sa desne strane i to drugu i treću bitvu, uže dalje ide na teglenicu ispred sebe između zadnjih bitava sa 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 sa desne strane i omča se nabaci na prvu pramčanu bitvu sa 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

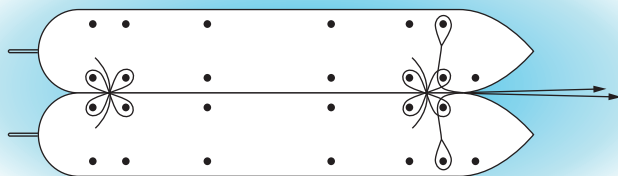
Kratko unakrsno privezivanje se uglavnom primjenjuje na gornjoj Savi, Dravi i kanalima. Izvodi se na različite načine, ali najčešće je pritom razmak između teglenica dva do tri metra. Detalji ovog privezivanja vide se na slici „kratko unakrsno privezivanje“.

Povezivanje tegljenih konvoja (sastava)

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

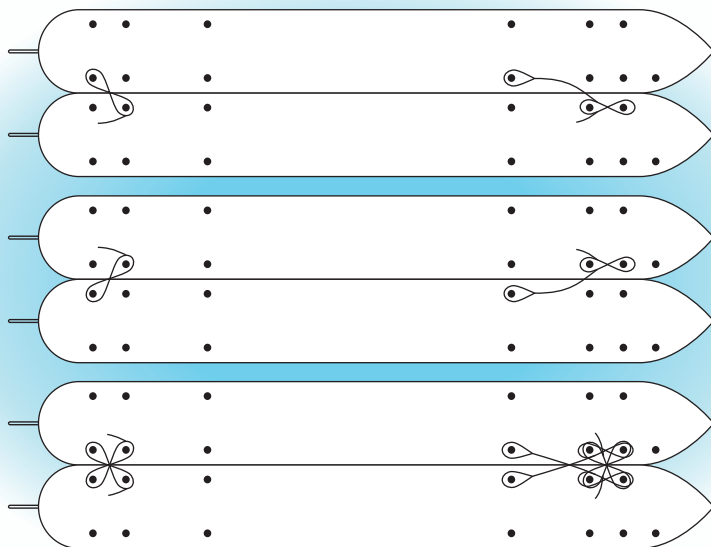
U praksi imamo *obično*, *čvrsto* i *čvrsto-kompaktno povezivanje*.

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.



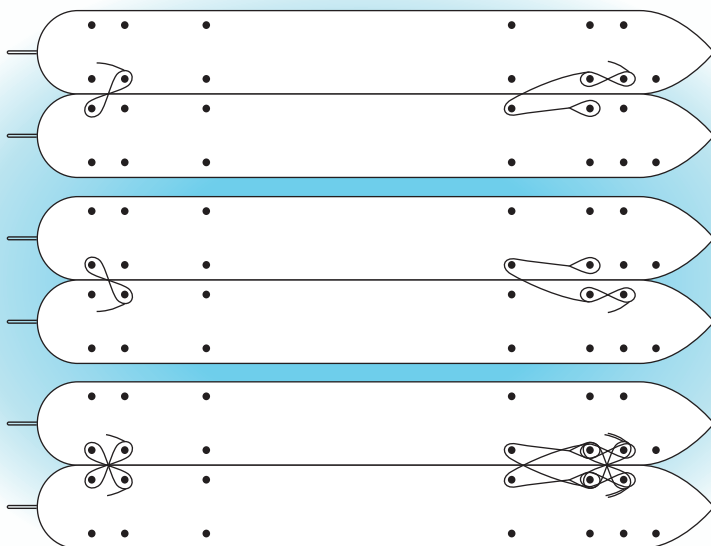
Slika 64. Obično povezivanje

Čvrsto povezivanje se koristi kod dužeg uzdužnog reda (brazde), kad se isti sastoji iz više od dva poprečna reda i to isključivo kad 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.



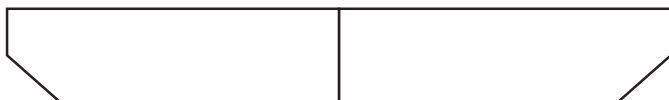
Slika 66. Čvrsto-kompaktno povezivanje

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 da budu međusobno 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 pritezniht 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.



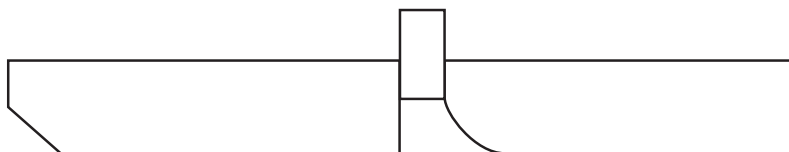
Slika 67. Sučeljavanje

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



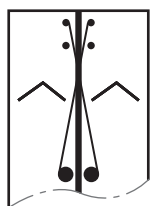
Slika 68. Učeljavanje

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

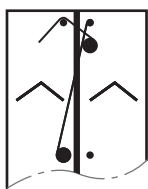


Slika 69. Barža na ramenima gurača

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



Dugačko



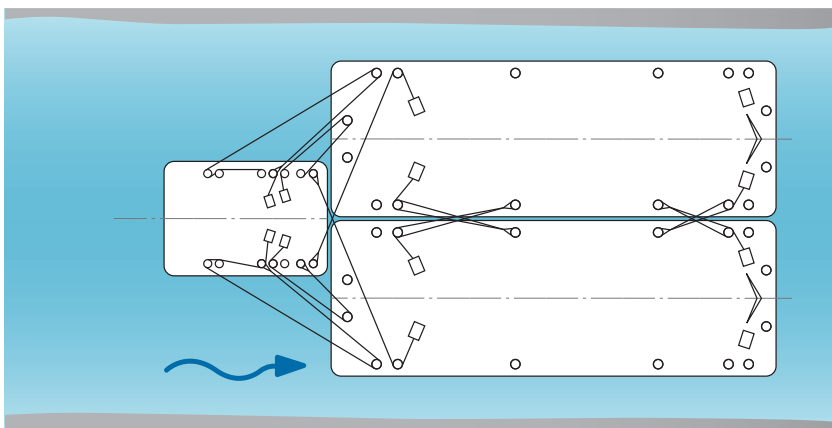
Kombinirano



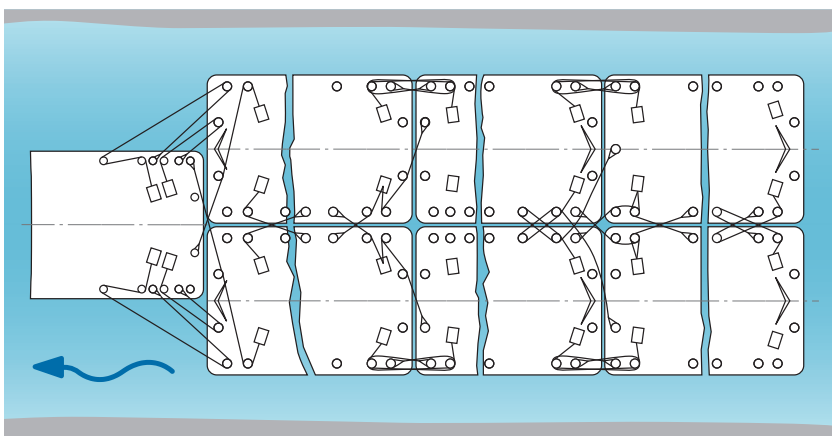
Kratko

Slika 70. Međusobno povezivanje potisnica (barži)

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



Slika 71. Nizvodni potiskivani sastav

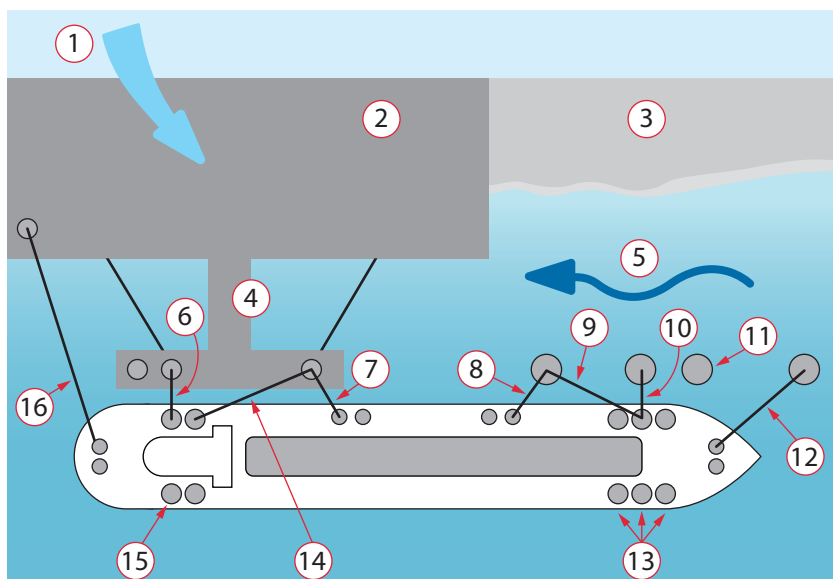


Slika 72. Uzvodni potiskivani sastav

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 motora 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 sa izvezivanjem plovila unutrašnje 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 da se postave 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 sa omčom, a na obalu se izbacuju izbacućem. Sva navedena užad treba da se postepeno istežu i ne opterećuju više od dozvoljenog istezanja na povlačenje, jer prijeti opasnost od pucanja užadi, a ovo može da nanese ozbiljne povrede ljudima koji sa njima rukuju.

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

6.8 MANEVRIRANJE

Manevriranje je vještina upravljanja plovilom pri: isplavljenju, 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 sposobnosti plovila.

Svaki zapovjednik prilikom plovidbe ili manevrisanja mora da zna karakteristike plovila-sastava kojim zapovjeda, a to su: vrsta plovila

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

Najvažnija manevarska svojstva plovila su:

- Sposobnost zaustavljanja ili zalet (head reach) je put koji plovilo pređe dok se ne zaustavi od trenutka kad se da „stoj“ i zaveže 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 motora iz hoda „naprijed“ u hod „krmom“ određuje se za sve režime vožnje i bilježi se zajedno sa vremenom zaleta. Veoma je različito zavisno od vrste pogona i vrste propelera. Na dosta savremenih 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 konstantnom brzinom i određenim uglom kormila (turning circle), a određuje se za sve režime vožnje i otklone kormila 10, 20, 30 te za maksimalni otklon. Istovremeno 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 da spasi 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;
- Sistem komunikacije (veze) na plovilu koji se koristi prilikom manevara (most–pramac–krma; most–motor–rezervno kormilarsko mjesto i slično). Na velikim brodovima ovo je od izuzetne važnosti jer se sa mosta (kormilarnice) ne vide svi dijelovi plovila i svi koji učestvuju u manevru. U posljednje vrijeme se uglavnom koristi bežična interna brodska veza.

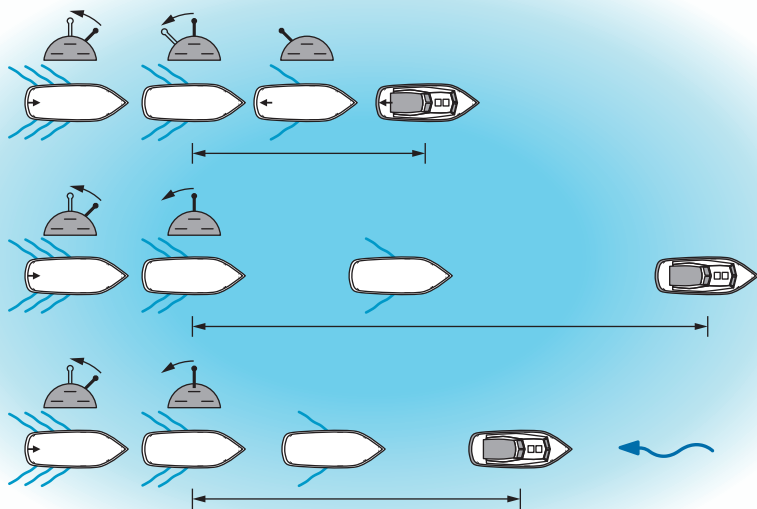
Upravljanje plovilom pri manevru podrazumijeva omogućavanje njegovog preciznog kretanja u odnosu na obalu, drugo plovilo i slično. U unutrašnjoj plovidbi postupak vođenja plovila se sastoji od gotovo neprekidnog manevrisanja koji obuhvata okrete, mimoilaženja (prestizanje i susretanje), prilazak obali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

Kako je plovilo uvijek jednim dijelom u vodi, na njega djeluju struja toka, talasi, 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 njihovo djelovanje prilikom manevrisanja moglo da se primjeni, a štetni uticaj umanjiti ili spriječiti ukoliko je moguće. Manevrisanje ne može da se uči i razumije samo teoretskim razmatranjima, iako služe kao osnova, nego i praktičnim radom i vježbom.

Inerciono svojstvo plovila reflektuje se u nedovoljno čvrstom spoju sa okruženjem – vodom, što rezultira vrlo sporim zaustavljanjem i prevlivanjem određenog zaustavnog puta koji zavisi od smjera struje vode te jačine i smjera vjetra. Taj zaustavni put može da se skрати promjenom režima rada pogonskih motora (što se koristi kod manevrisanja) te doziranjem snage motora, u skladu sa trenutnim uslovima u plovnom putu.

6.8.1 Manevarska svojstva plovila

Manevarska svojstva (sposobnost) su ona svojstva pomoću kojih plovilo mijenja pravac i brzinu svog kretanja pri uticaju propulzije i kormilarskog uređaja. Osim stručne osposobljenosti osobe koja izvodi manevar,



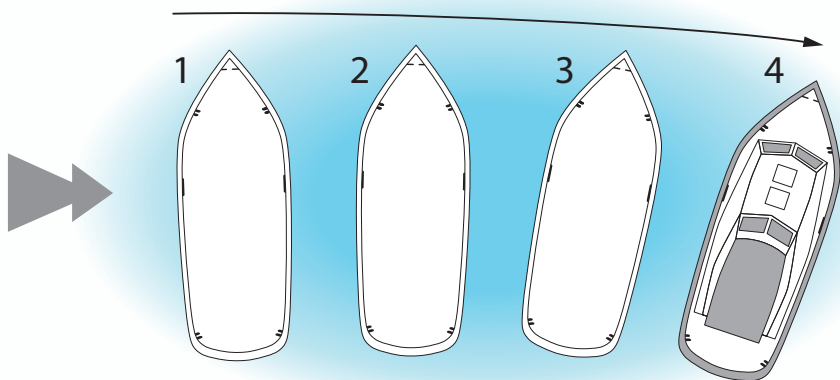
Slika 74. U režimu rada iz vožnje naprijed u vožnju krmom;
 od trenutka zaustavljanja pogona u uslovima mirne vode;
 od trenutka zaustavljanja pogona u uzvodnoj plovidbi

brzina i sigurnost manevra direktno zavise i od manevarskih svojstava plovila. Među faktorima od kojih zavisi manevarska sposobnost plovila, najznačajnije su njegove konstruktivne karakteristike: dužina, oblik i širina trupa, vrsta propulzora i kormilarskog uređaja itd. Osim toga, manevarska svojstva zavise i od vanjskih faktora kao npr. snažnog bočnog vjetrova.

Manevarska svojstva plovila u velikoj mjeri zavise i od broja i vrste propulzora i uređaja za upravljanje. Tako na primjer, plovilo sa ugrađenim dva propelera i pomoćnim kormilarskim uređajem ima znatno bolju manevarsku sposobnost. Savremena plovila posjeduju dodatne propulzore za bočne manevre, ranije pomenute tzv. „bow i stern truster“ sa kojima su bočna pomicanja postala sigurna i jednostavna, a ugrađuju se kako na pramcu, tako i na krmi plovila.

Pokretljivost plovila predstavlja brzinu plovidbe koju omogućuje rad propulzora.

Zanošenje počinje kad se plovilo prestane kretati, iako ono postoji i pri kretanju, a kompenzira se dodavanjem ili oduzimanjem kursa. Zanošenje zavisi ponajviše od struje vode i vjetrova te je u direktnoj vezi sa formom trupa plovila (podvodni dio i nadgrađe). Brodovi sa malim gazom i većim nadgrađem (gliserska forma) pod jakim uticajem vjetrova jako će se zanositi (posebno pramčani – lakši i manje uronjeni dio), dok će plovila sa dubljim gazom (deplasmanska forma) imati manje zanošenje usljed otpora vjetru koji pruža uronjeni dio trupa.



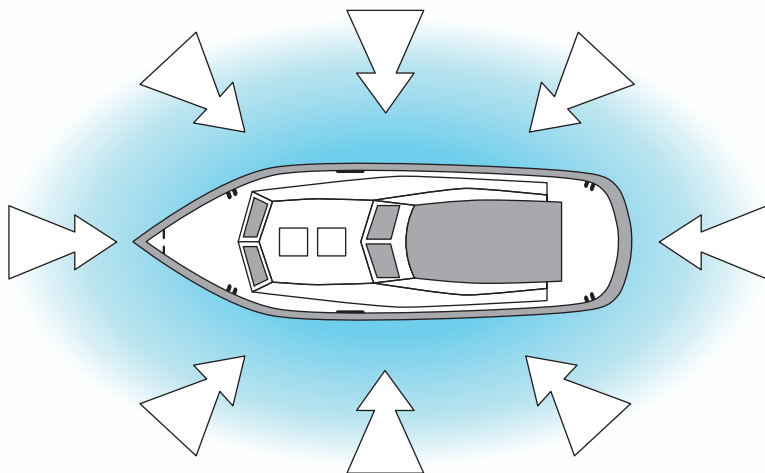
Slika 75. Zanošenje plovila pod uticajem vjetrova

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 promijeni pravac kretanja pod uticajem kormilarskog uređaja. Stabilnost na kursu znači sposobnost plovila da zadrži pravac svog kretanja po zadatom kursu, suprotstavljajući se pri tom vanjskim silama koje djeluju na skretanje sa utvrđenog kursa. Pod stabilnim plovilom na kursu smatra se ono, koje, radi osiguranja pravolinijskog kretanja, zahtijeva 4 do 6 djelovanja na

kormilo u jednoj minuti za ugao 2° do 3° , pri čemu odstupanje plovila od kursa ne bi trebalo biti veće od 2° do 3° . Krivudanje je odstupanje plovila od zadatog 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 talasa.

6.8.2 Meteorološki i hidrološki uticaj

Meteorološki i hidrološki uticaj na manevarska svojstva plovila nije zanemariv i dobar nautičar, bez obzira na to da li je na čamcu, manjem plovilu, jahti ili većem plovilu, ne smije da zanemari uticaj vjetrova



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

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

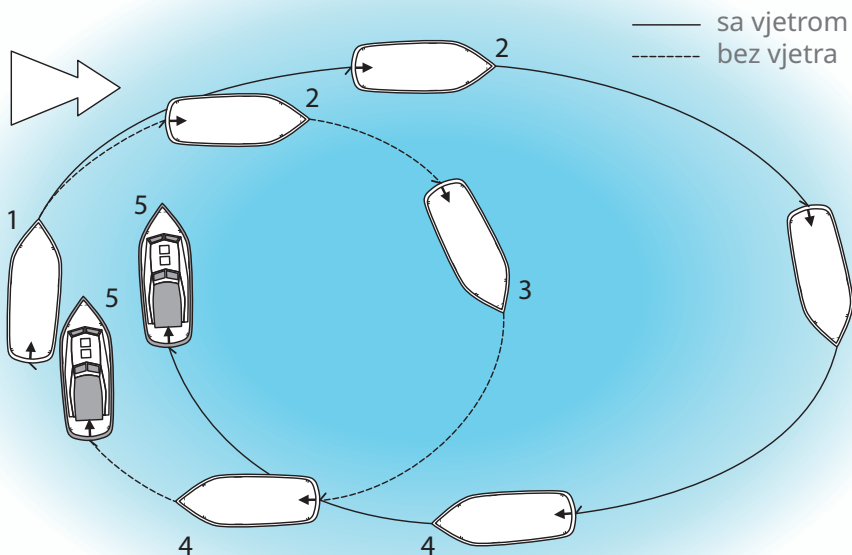
U zavisnosti od pravca duvanja vjetrova prema plovilu, definiraju se njihovi nazivi: vjetar koji duva direktno po pramcu naziva se „pramčani“, onaj koji duva po krmi naziva se „krmeni“, a sa boka duva „bočni“ vjetar. Ako vjetar duva između pramca i boka kaže se da duva „u po pramca“ ili „u po krme“ ako duva između krme i boka plovila.

Svaki vjetar koji udara u plovilo u vožnji stvara zanos, osim ako duva tačno po pramcu te smanjuje brzinu plovidbe, ili onog koji duva 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 zanese u zavjetrinu lagani pramac, baš poput jedra. Dakle, ako se pri bočnom vjetru vozi krmom, vjetar će nastojati da okrenuti krmu u vjetar, a pramac niz vjetar.

Vjetar je jedan od najznačajnijih faktora kod planiranja manevra. Ako isplovjavamo sa bočnim vjetrom koji duva sa obale, a plovilo je sa malim pramčanim gazom, njegov je uticaj često jači od uticaja izboja pri vožnji krmom. Ako želimo smanjiti uticaj vjetra na manevar, sve radnje moraju da se izvedu energično i brzo. Što je manevar sporiji i neodlučniji, brod je duže izložen djelovanju vjetra.

Najnepovoljniji uticaj na sigurnost plovidbe ima „košava“ koja djeluje i na djelu donjeg toka rijeke Save sve do Sremske Mitrovice. Duva iz smjera jugoistoka i dostiže na udare brzinu i 100 km/h. Kada dolazi u sektor gdje duvaju vjetrovi, nautičar bi trebalo da poznaje prvo, karakteristike svog plovila: stabilitet, manevarska svojstva, efektivnu snagu pogona, visinu slobodnog boka i nadvođe koje je izloženo vjetru, i drugo, uslove plovidbe u sektoru u koji ulazi (moguću jačinu vjetra i visinu talasa). Na osnovu tih informacija i svog iskustva, odlučite o ulasku u sektor ili će da prekine plovidbu i sačeka smirivanje meteorološke situacije. Ukoliko se radi o malom plovilu, nautičar mora da, na osnovu dostupnih informacija i svog plovidbenog iskustva, odluči da li će da nastavi plovidbu ili će da u povoljnom trenutku prekine plovidbu i skloni se u zavjetrinu do smirivanja situacije. Plovidba i manevri u takvim slučajevima moraju da se izvode radi izbjegavanja direktnog udara vjetra i talasa, a pristajanje mora da se izvodi 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 da bude apsolutno iznenadno jer mu prethode neke pojave bar petnaest minuta ranije. Pritisak vazduha naglo pada, nebo se zacrni, vazduh



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

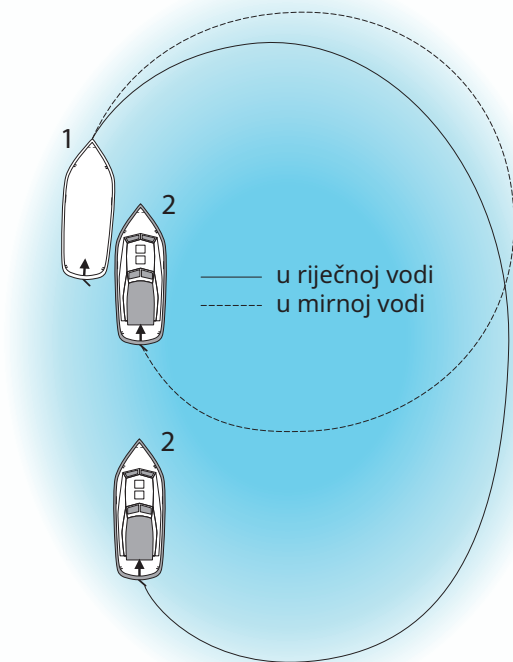
postaje težak i slično. U takvim slučajevima, ako je plovilo u pokretu, preporučljivo je sklanjanje pod obalu (brežinu) ili neko drugo mjesto u zavjetrini. Nakon toga se osigurava i pokretna oprema na palubi da je vjetar ne bi odnio. Na isti način treba da se osigura brod i prilikom noćenja na otvorenoj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

Uticaj struje riječnog toka: Manevarska svojstva plovila u struji se ne mijenjaju, pa se i njegova osjetljivost u jednoličnoj struji ne mijenja, ali se pri tom mora znati da se voda kreće zajedno sa 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. Dužina luka okreta zavisi od brzine vodene struje i vremena koje je potrebno za okret.

Okret plovila, jedan od važnijih manevara za čije je izvođenje u skućenom akvatorijumu često potrebno mnogo vještine, iskustva i znanja. Manevrisanje je vještina koja se, kao i svaka druga, usavršava radom pa je za uspješno manevrisanje brodom potrebno iskustvo. Ipak, vještina i dobar osjećaj za prostor i gibanje mogu biti nedovoljni ako zapovjednik nema potrebno znanje te npr. u skućenom prostoru pogrešno ocijeni položaj tačke okreta, ili pogrešno procijeni potreban prostor za izvođenje manevra punog okreta. Mora se znati kako se prečnik kruga okreta u plitkoj vodi može više nego udvostručiti te da krug okreta može da se znatno deformiše i izduži pod uticajem vjetra (okomito na vjetar) ili pod uticajem struje (u smjeru struje). Dobar zapovjednik u svakom trenutku mora da zna pravilno procijeniti položaj tačke okretišta. Mnogo udara i nasukanja dogodilo se upravo zbog nepoznavanja položaja ili zanemarivanja promjene položaja tačke okreta pri manevrisanju u ograničenom prostoru.

U brodarstvu se umjesto riječi „okretanje“ često koristi riječ „rondo“ (rondeau), koja je ostala iz starih vremena zajedno sa mnogim drugim stranim izrazima i riječima. Prilikom istovremenog djelovanja sila vjetra i toka, radi održavanja plovila u kursu, potrebno je da se držimo principa vođenja plovila po liniji rezultante djelovanja tih sila. Rezultanta se sasvim približno utvrđuje i vizuelnim putem, a uspjeh izvođenja manevra u takvim uslovima, u pravilu, zavisi od znanja i vještine nautičara.



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

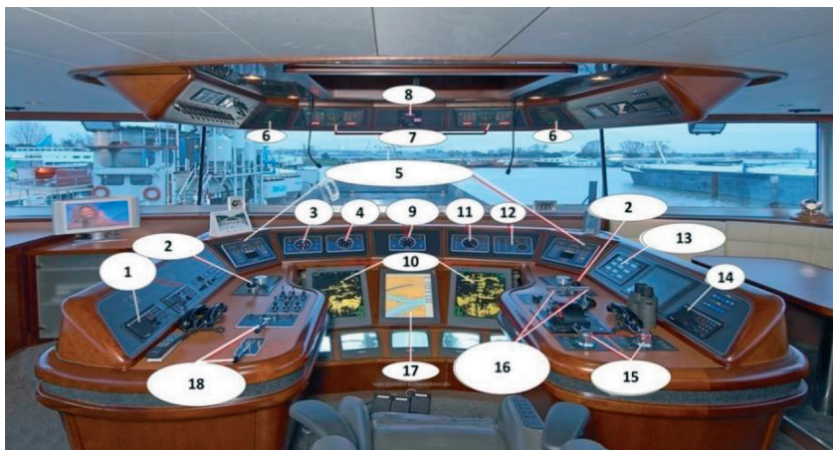
Uticaj male dubine se reflektuje povećanjem gaza jer nailaskom na malu dubinu dolazi do „uronjenja“ ili „dinamičkog spuštanja“ plovila. Ukoliko je razmak između dna plovila i dna rijeke manji i ako je brzina kretanja veća, uronjenje postaje veće. Nastavkom kretanja u uslovima male dubine i velike brzine povećavaće 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 smanjenje brzine kretanja na plitkim dijelovima plovnog puta.

6.9 VOĐENJE PLOVILA – NAVIGACIJA

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

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

U zavisnosti od plovnog puta, razlikuje se plovidba u: riječnim uslovima, kanalima, prirodnim jezerima, akumulacionim jezerima uzvodno od brane, kao i na dijelovima rijeke neposredno pred ulijevanje u more. S meteorološkog stanovišta plovidba može da se odvija u uslovima dobre i ograničene vidljivosti (magla, padavine i dr.), odnosno, po mirnom i vjetrovitom vremenu. U plovidbi se generalno primjenjuju dvije metode vođenja plovila: instrumentalna i vizuelna, 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 komunikacioni sistem
4 pokazivač otklona (ugla) kormila	13 mjerač 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 sistema kormilarenja	16 ručica gasa glavnih motora
8 uređaj za mjerenje visine (npr. prikaz ukupne visine od vodne linije)	17 elektronički prikaz navigacionih karata i informacioni sistem ECDIS)
9 pokazivač brzine okretaja	18 prekidač kormila; ručni ili automatski način upravljanja

Slika 79. Tehnička oprema kormilarnice (rudera-mosta) plovila unutrašnje plovidbe

Vizuelna metoda najčešće se primjenjuje kod plovidbe na rijekama, kanalima i akumulacionim jezerima, a karakterizira je to da pri kretanju u uslovima jasne vidljivosti obala i plovidbenih oznaka, nautičar vizuelno utvrđuje poziciju orijentišući se prema oznakama i karakterističnim tačkama na obali, koje upoređuje sa plovidbenom kartom.

Instrumentalna metoda u unutrašnjoj plovidbi uglavnom se primjenjuje na širokim plovnom putevima (velike rijeke i jezera) odnosno kada nema vizuelnog kontakta sa obalama, a uglavnom podrazumijeva integrisano korištenje radara, dubinomjera i brzinomjera. Isto tako, primjenjuje se noću i u uslovima bitno smanjene vidljivosti (magla, jake padavine i slično). Uvođenjem RIS-a, instrumentalno vođenje plovila primjenjuje se, na unutrašnjim vodnim putevima, u većoj mjeri nego što 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 vizuelno 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 obalskoj plovidbi je vještina vođenja na dužim dionicama, gdje se plovni put tek upoznaje ili slabije poznaje. Zbog toga je, prije plovidbe, potrebno obaviti određene pripreme u smislu upoznavanja plovnog puta i njegove obilježnosti. Informacije o plovnom putu i uslovima plovidbe pružaju plovidbene i hidro-tehničke karte, daljinar kao i druga pomagala u plovidbi. Nautičar će naravno koristiti i svoje bilješke sa ranijih plovidbi, ali i bilješke i iskustva drugih nautičara sa većim iskustvom za konkretnu dionicu.

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

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

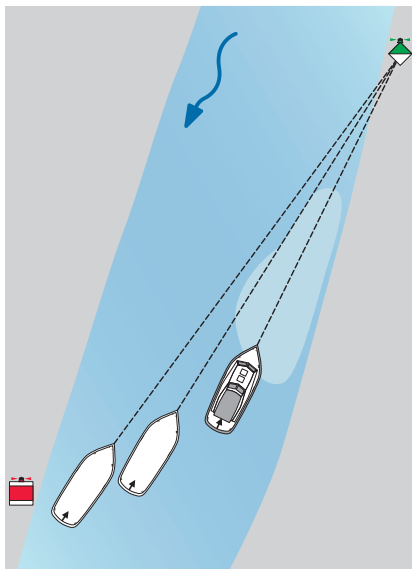
Sticanjem iskustva i potpunijim upoznavanjem sektora plovidbe, mala plovila će uzvodno da plove: izvan plovnog puta ili u njegovoj blizini, uz konveksnu obalu, ispod ada, ispod sprudova i regulacionih građevina, a iznad njih kad to dozvoljava vodostaj, kao i na svim mjestima gdje je vodena struja najslabija.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

Kod utvrđivanja svog položaja obavezno se uzimaju dvije orijentacione (oslonce) tačke – obalska ili plovna oznaka a na obali karakteristično drvo ili objekt i to po pramcu i po krmi. U protivnom, samo jedna oslonca tačka može da dovede plovilo van željene trajektorije – linije plovidbe, na primjer, između dva spruda ili napera.

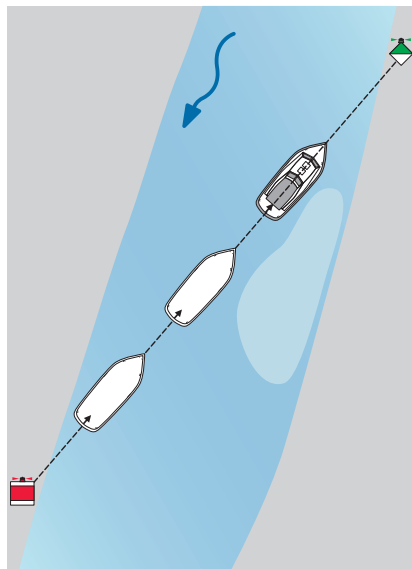
Plovidba u mirnoj vodi, (plovidba bez uticaja toka rijeke) izvodi se na kanalima (gdje postoji slaba, zanemariva struja vode) i na djelovima rijeka na kojim su izgradnjom brana uzvodno stvorena akumulaciona jezera, pri čemu je vođenje plovila jednostavnije i lakše. Međutim, na ovim plovnim putevima javljaju 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 plovidbenom kartom, nautičar se lako dezorjentira, naročito pri naglom prekidu plovidbe. Nautičar može da izgubi orijentaciju i u tekućoj vodi, kad se u uslovima guste magle iz vidnog područja istovremeno 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 tokom plovidbe izađe iz zadanog kursa, razlog može biti subjektivan – greška pri kormilarenju, ili objektivan – uticaj vjetrova, talasa, vodene struje, limana ili namjernog skretanja zbog nailaska konvoja i sl. Kurs se korigira odgovarajućim manevrom pogonom i kormilom a ako je moguće novim orijentacionim tačkama.



Slika 80. Nesigurna plovidba sa jednom oslonom tačkom – velika mogućnost nasukanja

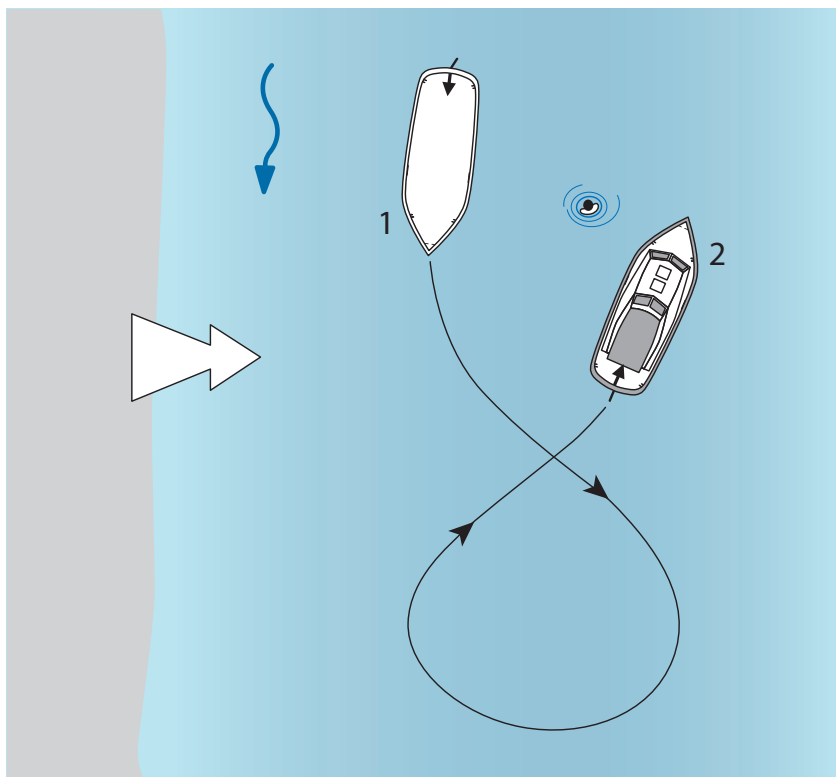


Slika 81. Plovidba sa dvije oslone tačke (pokriveni smjer) – sigurno vođenje

Manevar spašavanja čovjeka u vodi razmatra se u ovom poglavlju zbog izrazito manevarskog karaktera i on se uvijek biva kad to god prilike dozvoljavaju. Podizanje čovjeka iz vode veoma je složen manevar, posebno tokom 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, svako, uočivši osobu u vodi, mora što je moguće brže da baci pojas za spašavanje i time označi njegov položaj. U zavisnosti od okolnosti, brodski manevar nakon uočavanja čovjeka u vodi može da bude:

- *Neposredan okret*, koriste ga plovila koja mogu da učine puni okret manjega prečnika i kad mogu da se zaustave na relativno maloj udaljenosti. Neposredni 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 kad je sa većeg 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 (oficir straže sam smanjuje brzinu) da nastupa manevar, a prije postavljanja kormila na stranu potrebno je da se smanji brzina. To se posebno odnosi na plovila koja plove većim brzinama.



Slika 82. Manevar spašavanja čovjeka u vodi

Napomena: U uslovima rijeke, čovjeku u vodi se približava oprezno, protiv toka i vjetra kako tokom manevra 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 savremeni pojasi za spašavanje opremljeni su samozapaljivom svjetiljkom, zviždalicom i sl.

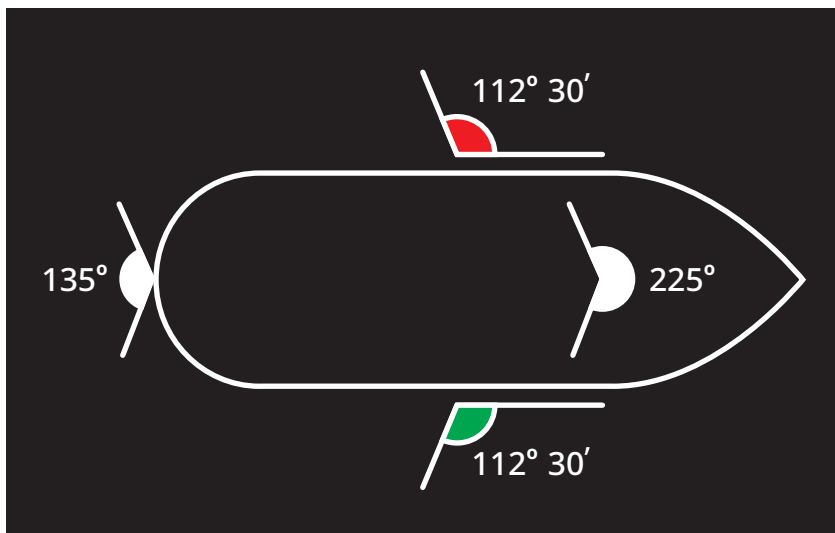
6.10 OBILJEŽAVANJE PLOVILA

Brodska svjetla i dnevne oznake

Brodska svjetla i dnevne oznake, dati kao Aneksi, dio su većine aktualnih Pravila plovidbe koja se primijenjuju u unutrašnjoj 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 uslovima. Pravila koja se odnose na svjetla primjenjuju se od zalaska do izlaska sunca odnosno za slabe vidljivosti i za to vrijeme ne smiju da se pokazuju druga svjetla.

Osnovna svjetla su definisana kao:

- a. „Jarbolno svjetlo“ znači bijelo svjetlo koje stalno svijetli u luku horizonta od 225° , postavljeno u uzdužnici broda, i tako učvršćeno da se svjetlost vidi od sredine 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 horizonta od $112,5^{\circ}$, i tako učvršćena da se svjetlost vidi od sredine pramca do $22,5^{\circ}$ iza subočice na odgovarajućem boku broda. Brodovi kraći od 20 m smiju imati bočna svjetla u jednoj kombinovanoj svjetiljci postavljenoj u ravnini sredine broda.
- c. „Krmeno svjetlo“ znači bijelo svjetlo koje stalno svijetli u luku horizonta od 135° , postavljeno što je moguće bliže krmi, i tako učvršćeno da se svjetlo vidi u luku horizonta od $67,5^{\circ}$ gledano od sredine krme na svaku stranu.
- d. „Svjetlo za tegljenje“ znači žuto svjetlo istih karakteristika kao „krmeno svjetlo“, određeno tačkom c) ovih definicija.
- e. „Svjetlo vidljivo sa svih strana“ znači svjetlo koje stalno svijetli u luku horizonta od 360° tj. vidi se sa svih strana.
- f. „Bljeskajuće svjetlo“ znači svjetlo koje bljeska u pravilnim razmacima, sa učestalošću od 120 bljesaka u minuti ili više.



Slika 83. Osnovna brodska svjetla

Plovilo na mehanički pogon, kada plovi, mora u skladu sa važećim propisima, da bude označeno:

- jarbolnim svjetlom na prednjem dijelu broda;
- drugim jarbolnim svjetlom iza i iznad prvog; plovilo kraće od 110 m nije obavezno da ističe drugo jarbolno svjetlo, ali to može;
- bočnim svjetlima,
- krmenim svjetlom

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

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

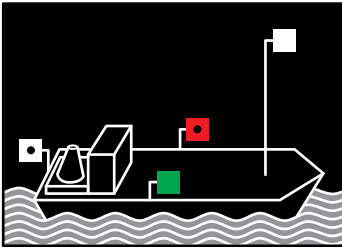
Čamac na mehanički pogon kraći od 7 m, čija najveća brzina ne prelazi 7 čv, umjesto svjetala iz tačke a) ovog poglavlja se označava:

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

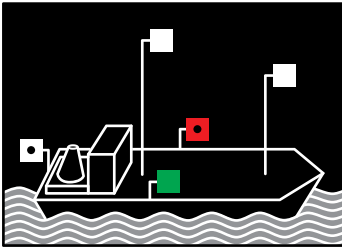
U nastavku su dati reprezentativni primjeri obilježavanja plovila imajući u vidu prilike na plovnom putu rijeke Save.

NOĆU

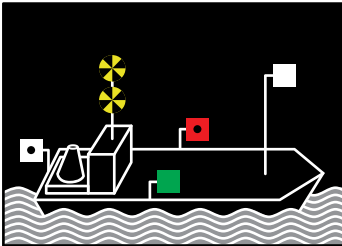
DANJU



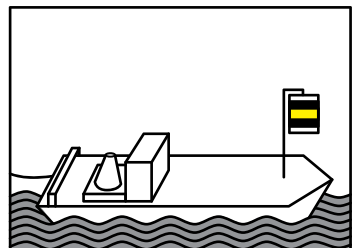
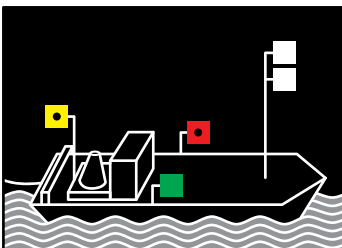
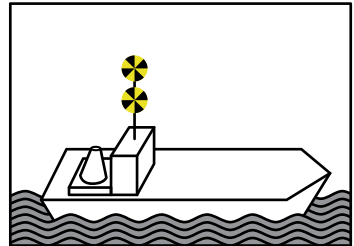
Pojedinačno
motorno plovilo



Pojedinačno motorno plovilo
duže od 110 m



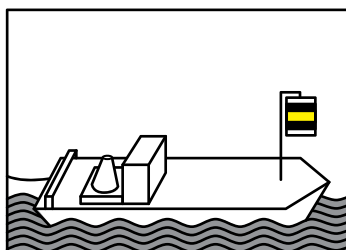
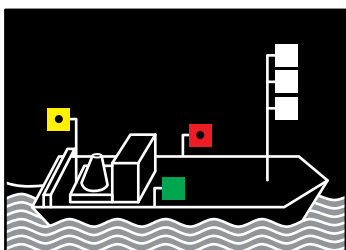
Brzo motorno plovilo koje plovi samostalno



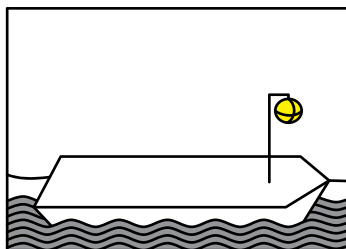
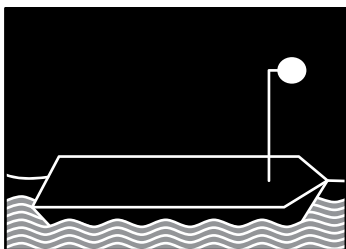
Motorno plovilo na čelu tegljenog sastava –
pojedinačno ili kao ispomoć

NOĆU

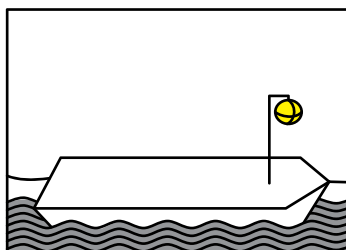
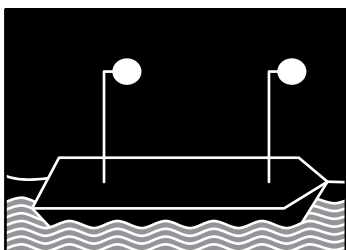
DANJU



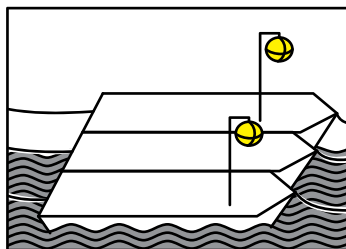
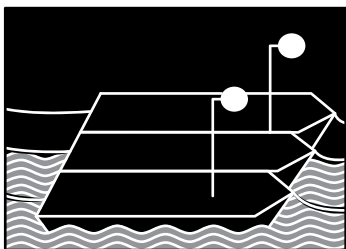
Svako od nekoliko motornih plovila na čelu tegljenog sastava ili kao ispomoć, kada nekoliko plovila plovi bokom uz bok



Tegljeni sastavi



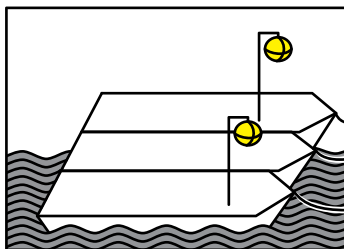
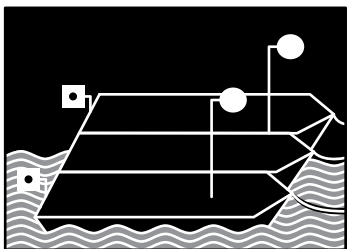
Dio tegljenog sastava duži od 110 m



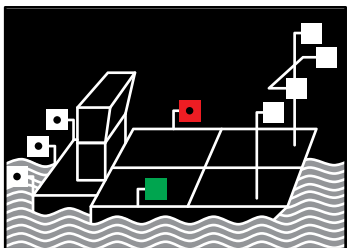
Dio tegljenog sastava u kome su bokom uz bok čvrsto povezana više od dva plovila

NOĆU

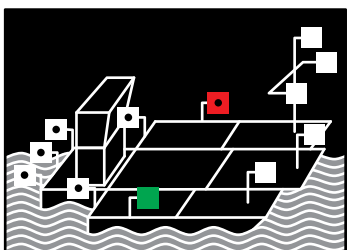
DANJU



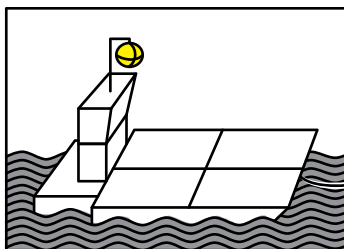
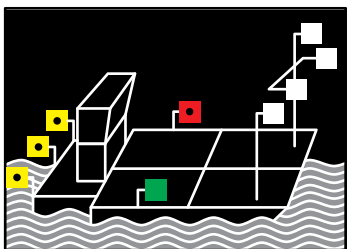
Tegljena plovila koja čine zadnji red sastava



Potiskivani sastavi



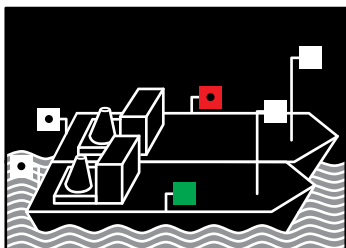
Potiskivani sastavi, a više od dva plovila su vidljiva s krme preko cijele širine



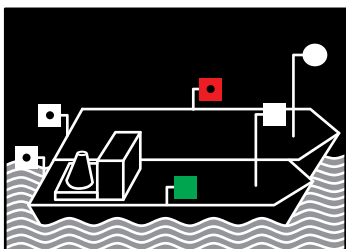
Potiskivani sastavi pred kojima se nalazi jedno ili više plovila koja služe kao ispomoć

NOĆU

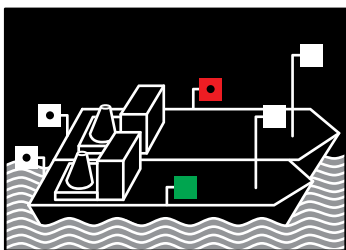
DANJU



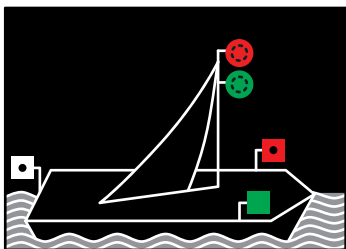
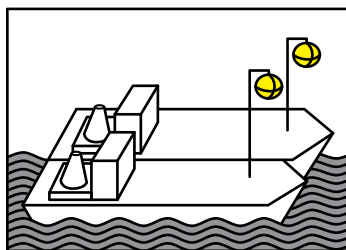
Bočni sastavi – dva motorna plovila



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

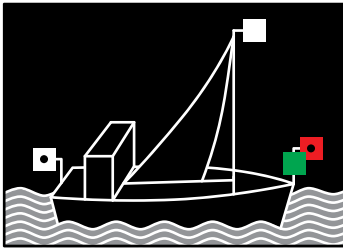


Bočni sastavi – ispred kojih se nalazi jedno ili više plovila koja služe kao ispomoć



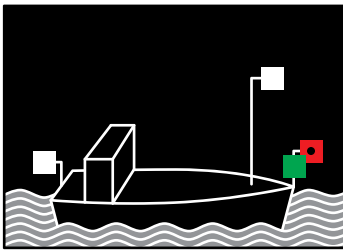
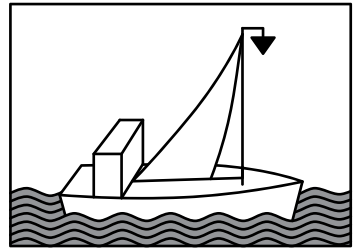
Jedrenjaci

NOĆU

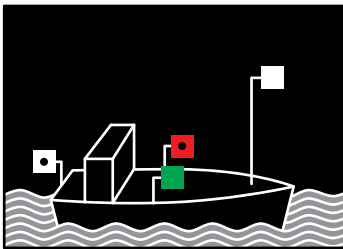


Plovila koja plove pomoću jedara i istovremeno koriste motor

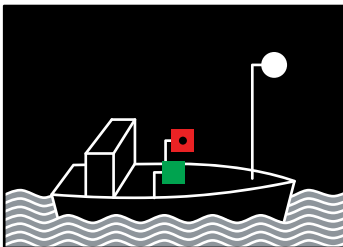
DANJU



Čamac na motorni pogon koji plovi samostalno



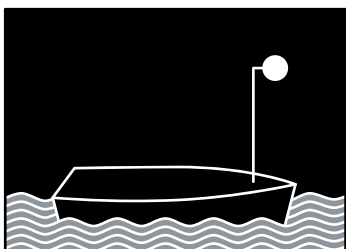
Čamac na motorni pogon koji plovi samostalno s bočnim svjetlima u istoj svjetiljci



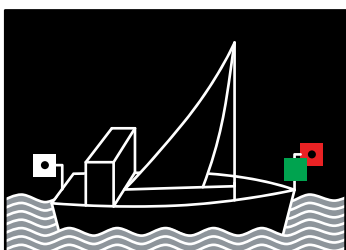
Čamac na motorni pogon koji plovi samostalno čija dužina ne prelazi 7 m

NOĆU

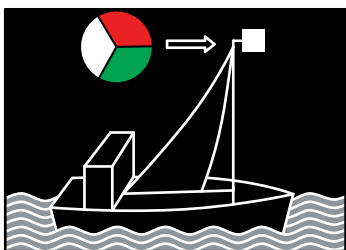
DANJU



Tegljeni čamci ili čamci
prevlačeni uz bok



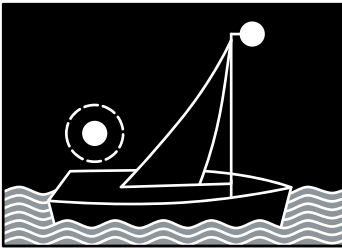
Čamac koji se kreće
pomoću jedara



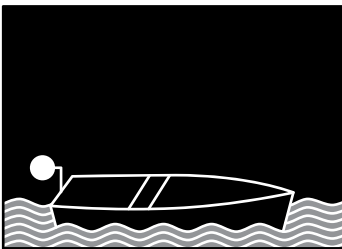
Čamac koji se kreće pomoću
jedara sa bočnim svjetlima
i krmenim svjetlom u istoj
svjetiljci postavljenoj na
gornjem dijelu jarbola

NOĆU

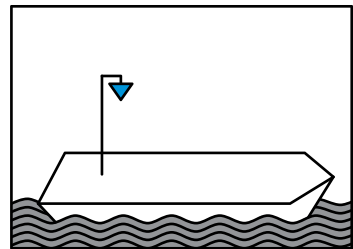
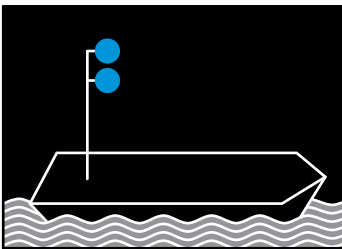
DANJU



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



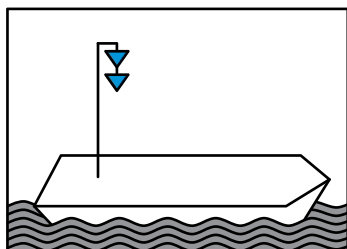
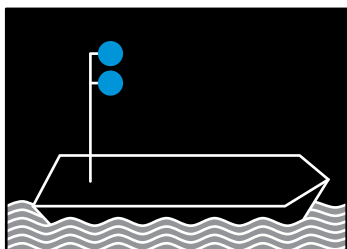
Čamac koji se kreće samostalno, bez motornog pogona i bez jedara



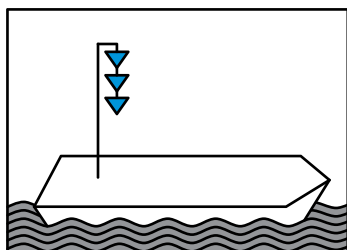
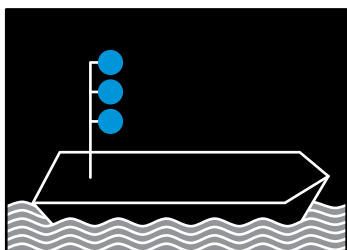
Dodatno obilježavanje plovila koja su uključena u prevoz zapaljivih materija iz ADN-a

NOĆU

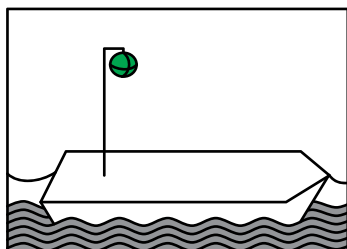
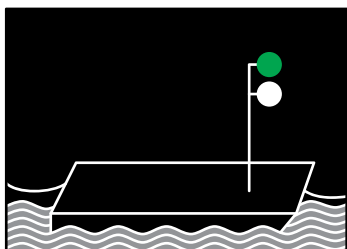
DANJU



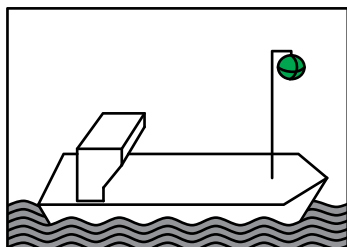
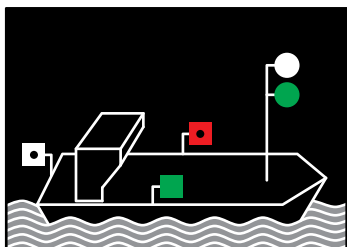
Dodatno obilježavanje plovila koja su uključena u prevoz materija iz ADN-a opasnih po zdravlje



Dodatno obilježavanje plovila koja su uključena u prevoz eksplozivnih materija iz ADN-a



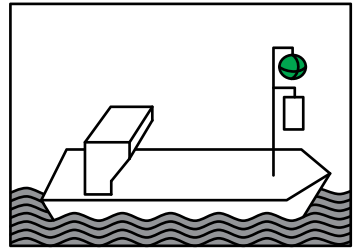
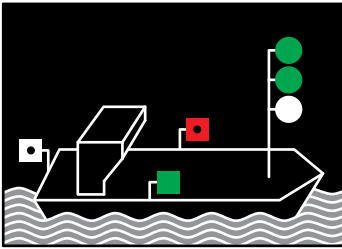
Skele koje ne plove slobodno



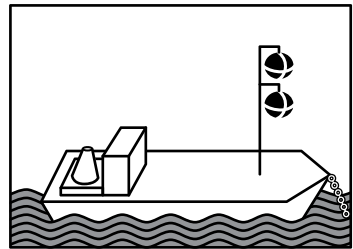
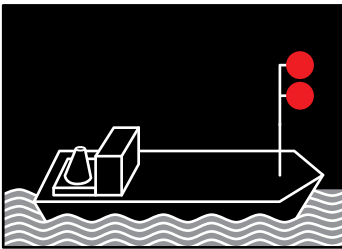
Skele koje plove slobodno

NOĆU

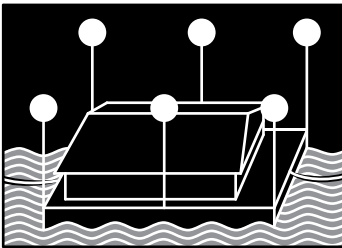
DANJU



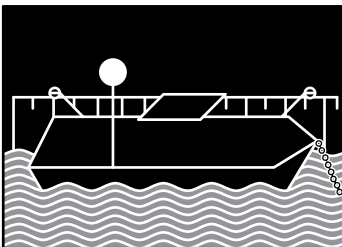
Skele koje plove slobodno i uživaju pravo prvenstva



Dodatno obilježavanje plovila koja su nesposobna za manevar

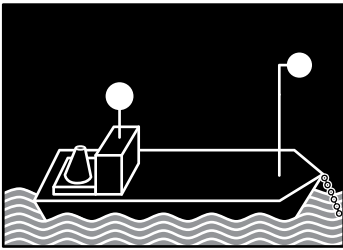


Ploveća tijela i plutajući objekti u plovidbi



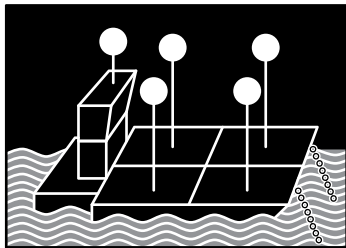
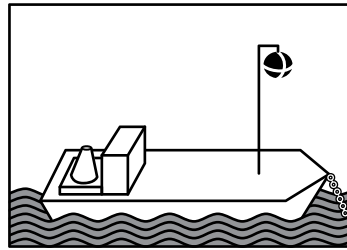
Plovila za vrijeme stajanja

NOĆU

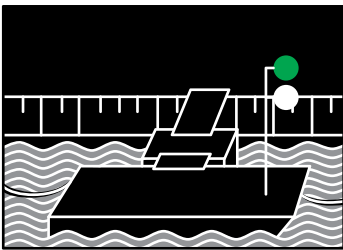
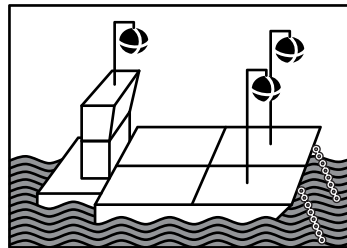


Plovila koja stoje bez kontakta s obalom

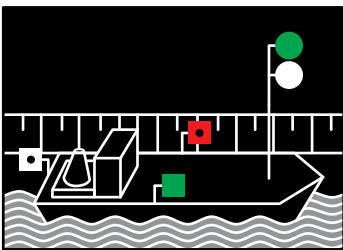
DANJU



Potiskivani sastavi koji stoje na otvorenoj rijeci



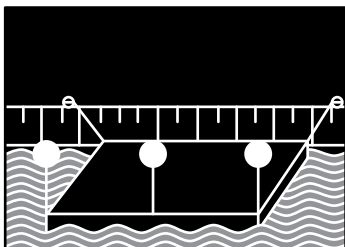
Skele koje ne plove slobodno kada stoje na svojim pristanima



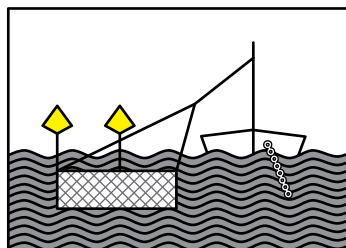
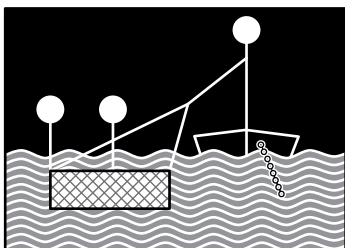
Skele koje ne plove slobodno, rade i stoje na svojim pristanima

NOĆU

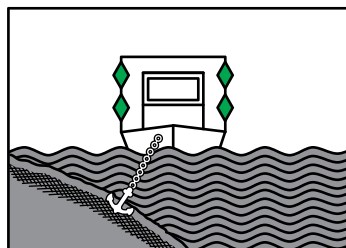
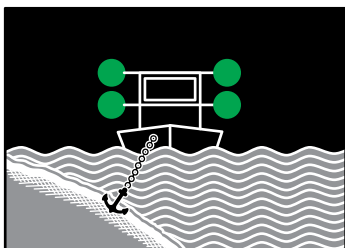
DANJU



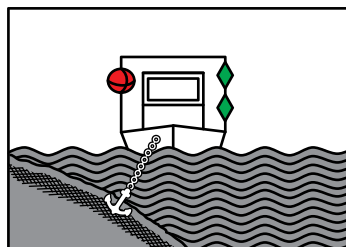
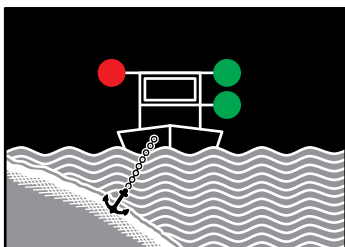
Ploveća tijela i plutajući objekti za vrijeme stajanja



Plovila koja ribare pomoću mreža ili ribarske opreme za vrijeme stajanja

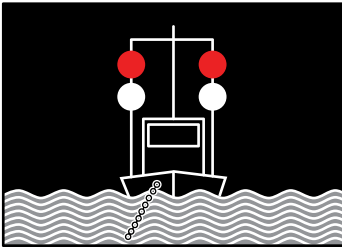


Tehničko plovilo u vrijeme rada i plovila koja stoje i obavljaju radove ili radnje sondiranja ili mjerenja – plovidni put slobodan sa obje strane

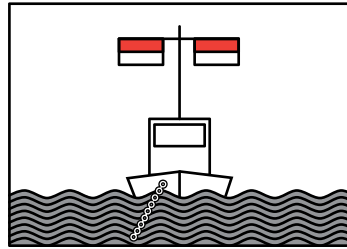


Tehničko plovilo u vrijeme rada i plovila koja stoje i obavljaju radove ili radnje sondiranja ili mjerenja – plovidni put slobodan sa jedne strane

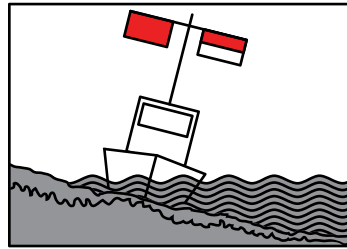
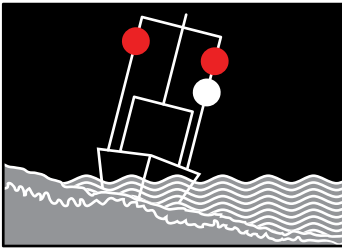
NOĆU



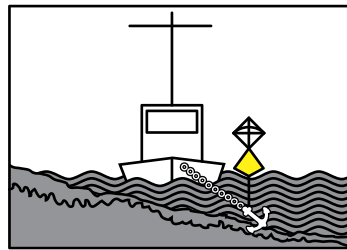
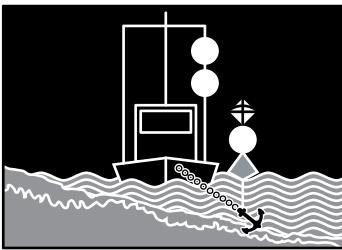
DANJU



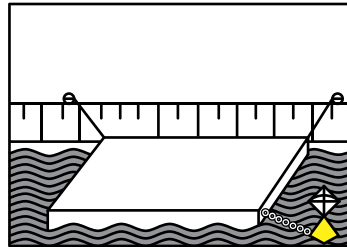
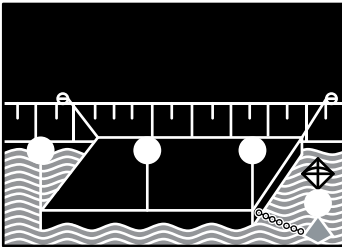
Tehničko plovilo u vrijeme rada i plovila koja stoje i obavljaju radove ili radnje sondiranja ili mjerenja i nasukana ili potopljena plovila – zaštita od talasa – plovni put slobodan sa obje strane



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

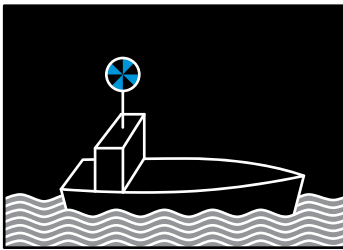


Plovila čija sidra mogu da predstavljaju opasnost za plovidbu

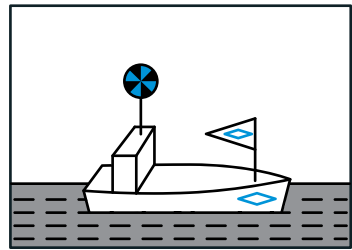


Ploveća tijela i plutajući objekti čija sidra mogu da predstavljaju opasnost za plovidbu

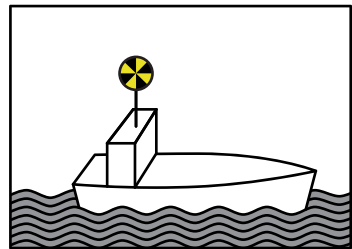
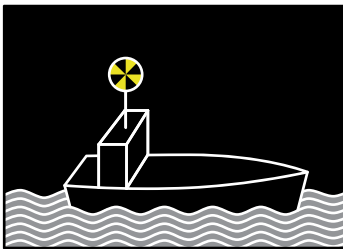
NOĆU



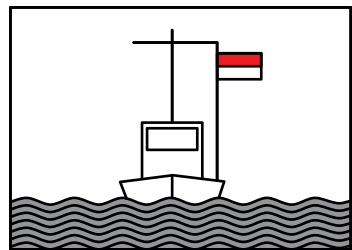
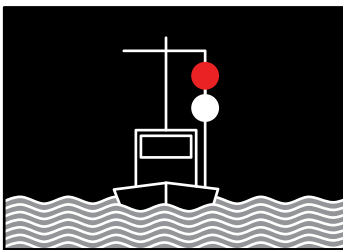
DANJU



Dodatno obilježavanje inspeksijskih i vatrogasnih plovila



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



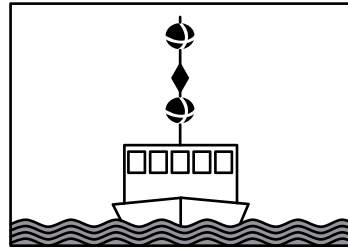
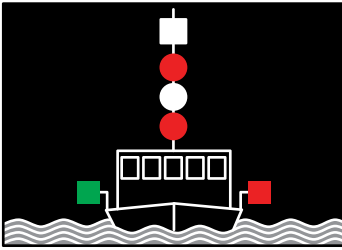
Dodatno obilježavanje radi zaštite od talasa



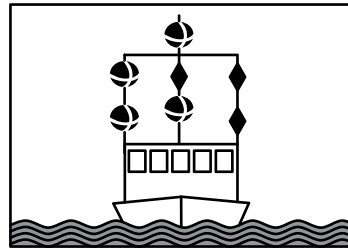
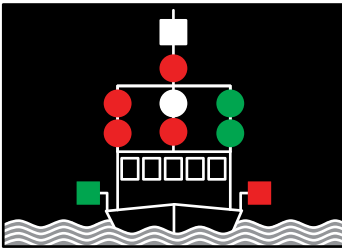
Signali opasnosti

NOĆU

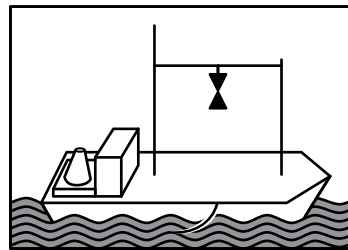
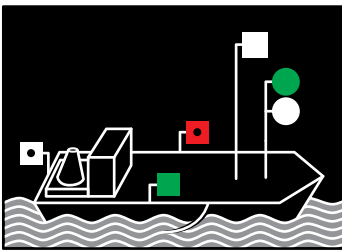
DANJU



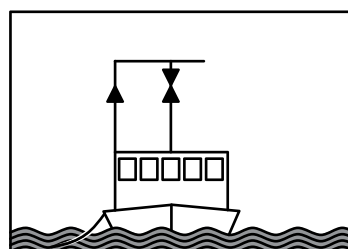
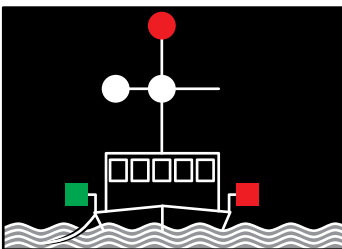
Dodatno obilježavanje plovila čija je sposobnost manevara ograničena



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

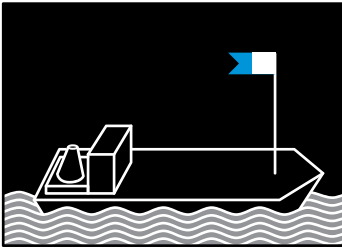


Dodatno obilježavanje plovila koja povlače mreže ili drugu ribarsku opremu kroz vodu

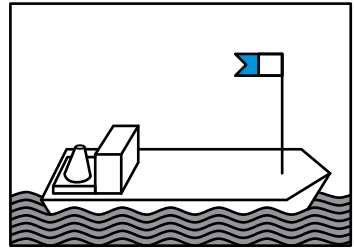


Plovila koja obavljaju ribolov - oprema razapeta u dužini većoj od 150 m računajući od plovila

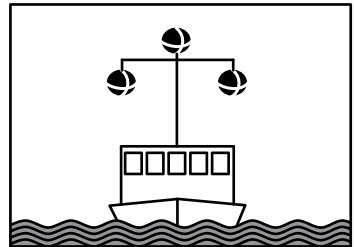
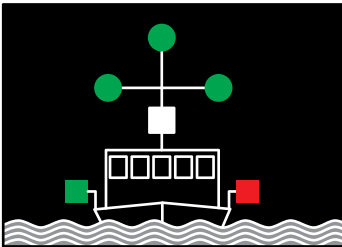
NOĆU



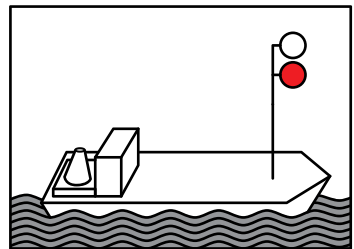
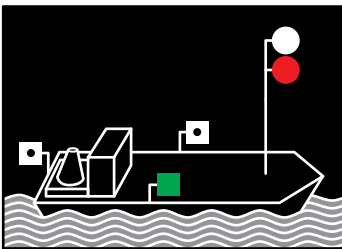
DANJU



Dodatno obilježavanje plovila koja se koriste prilikom ronjenja



Dodatno obilježavanje plovila koja obavljaju deminiranje



Dodatno obilježavanje plovila koja obavljaju pilotažu

6.11 UDESI I HAVARIJE

Plovidbena nezgoda je vanredni događaj na unutrašnjim plovnim putevima, u kome je nastupila smrt, tjelesna povreda ili materijalna šteta.

Stanje sigurnosti prometa, u cjelini, najčešće se izražava brojem vanrednih 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 mogu da se dijele prema raznim kriterijumima, ali su uglavnom prihvaćene tri vrste i to:

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

Čin zajedničke havarije jeste svaki namjeran i razuman vanredan trošak i svaka namjerna i razumna šteta učinjeni, odnosno prouzrokovani od zapovjednika broda ili druge osobe koja ga zamjenjuje, ako su bili razborito preduzeti radi spašavanja imovinskih vrijednosti učesnika u istom poduhvatu od stvarne opasnosti koja im zajednički prijete. Za namjernost čina bitne su pretpostavke da on mora da bude: preduzet svjesno – radi spašavanja, izveden razumno – ako je trošak opravdan i iz čina mora da proistekne 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 karakteristike posebne, a druge imaju karakteristike zajedničke havarije.

Kapetanije, u većini zemalja, u slučajevima havarije imaju zadatak da vode postupak ispitivanja plovidbenih nesreća o čemu moraju da sačinjavaju propisanu dokumentaciju. Zapovjednik plovila kao i osobe koje su svjedočile plovidbenoj nezgodi dužni su da događaj prijave najbližoj kapetaniji ili policijskoj ispostavi i navedu 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 broskog 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.

Zagađenje vode u vodnom putu nastalo usljed plovidbe i svih drugih aktivnosti u vezi sa plovidbom i plovidbenom infrastrukturom predmet je posebne pažnje kako tijela za nadzor sigurnosti plovidbe tako i zapovjednika odnosno brodarka. U vezi toga, i za potrebe ovog priručnika, navode se samo najosnovnije obaveze zapovjednika i posade kao i mjere i postupci za ublažavanje mogućih posljedica.

Zapovjednik i posada moraju da preduzimaju sve potrebne mjere kako bi se spriječilo zagađenje 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 izlivanje materija, uključujući i ulja, koji mogu prouzrokovati zagađenje vode, a zapovjednik plovila, članovi posade i druge osobe na plovilu trebaju da učine sve kako bi se zagađenje izbjeglo. Nadalje, neophodno je da se količina otpada koji nastaje na plovilu svede na najmanju moguću mjeru, kao i da se u najvećoj mogućoj mjeri izbjegne svako miješanje raznih vrsta otpada.

U slučaju ispuštanja ili izlivanja materija koje mogu da prouzrokuju zagađenje vode, zapovjednik plovila ima obavezu da o tome, bez odlaganja, izvijesti najbliže nadležno tijelo i što preciznije naznači položaj, količinu i vrstu materija koje su ispuštene. Svako plovilo koje je prouzrokovalo zagađenje ili otkrilo slučaj zagađenja vode, mora da na svaki mogući način i svim sredstvima o tome izvijesti i tijela nadležna za postupanje u slučaju takvog događaja, kao i plovila koja se nalaze u blizini mjesta izlivanja.

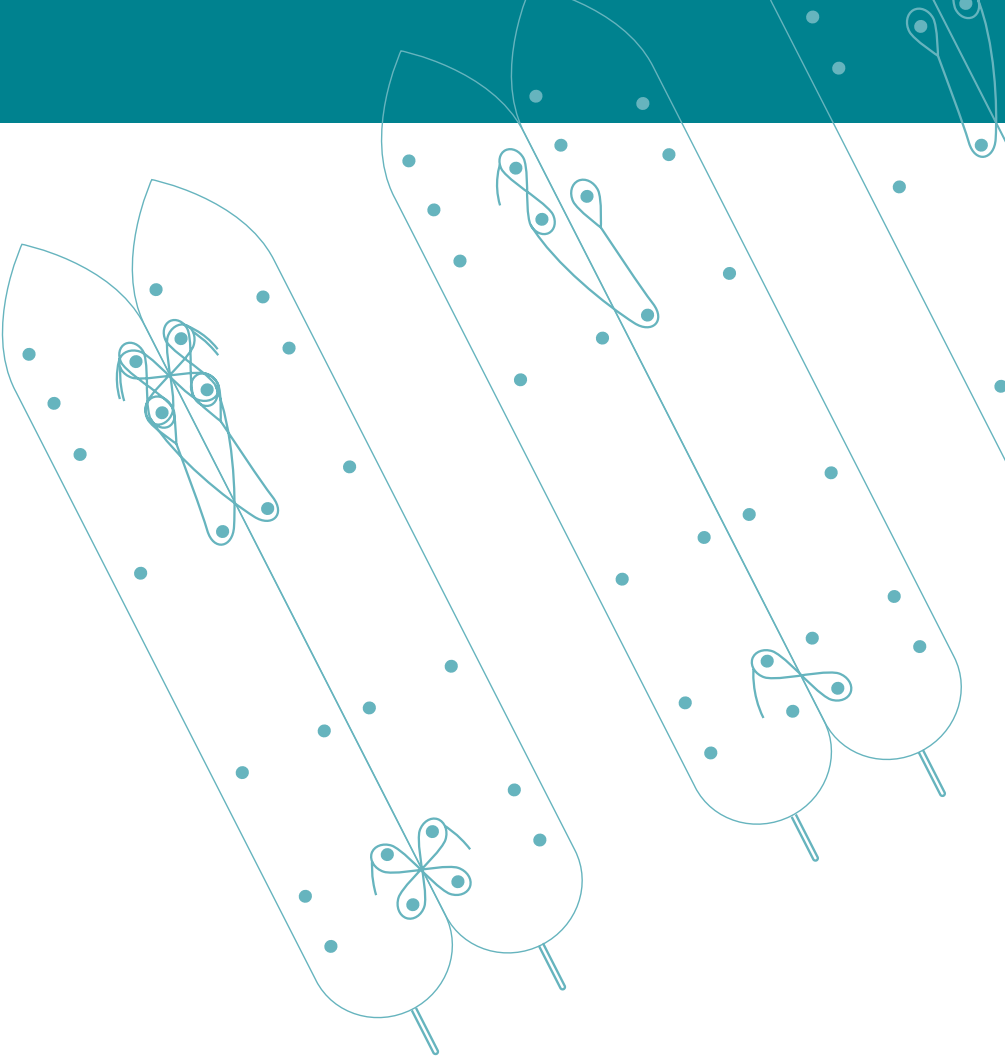
Takođe treba voditi računa da otpad nastao na plovilu treba da se sakuplja i preda, u skladu sa nacionalnim propisima, u prihvatne stanice u lukama (ako postoje) ili na drugim mjestima određenima za prijem otpada koji nastaje na plovilu. Zapovjednik je odgovoran za vođenje i ažurnost „Knjige o uljima“ i mora da osigura njenu dostupnost u slučaju da to zahtijevaju nadležna inspekcijska tijela.

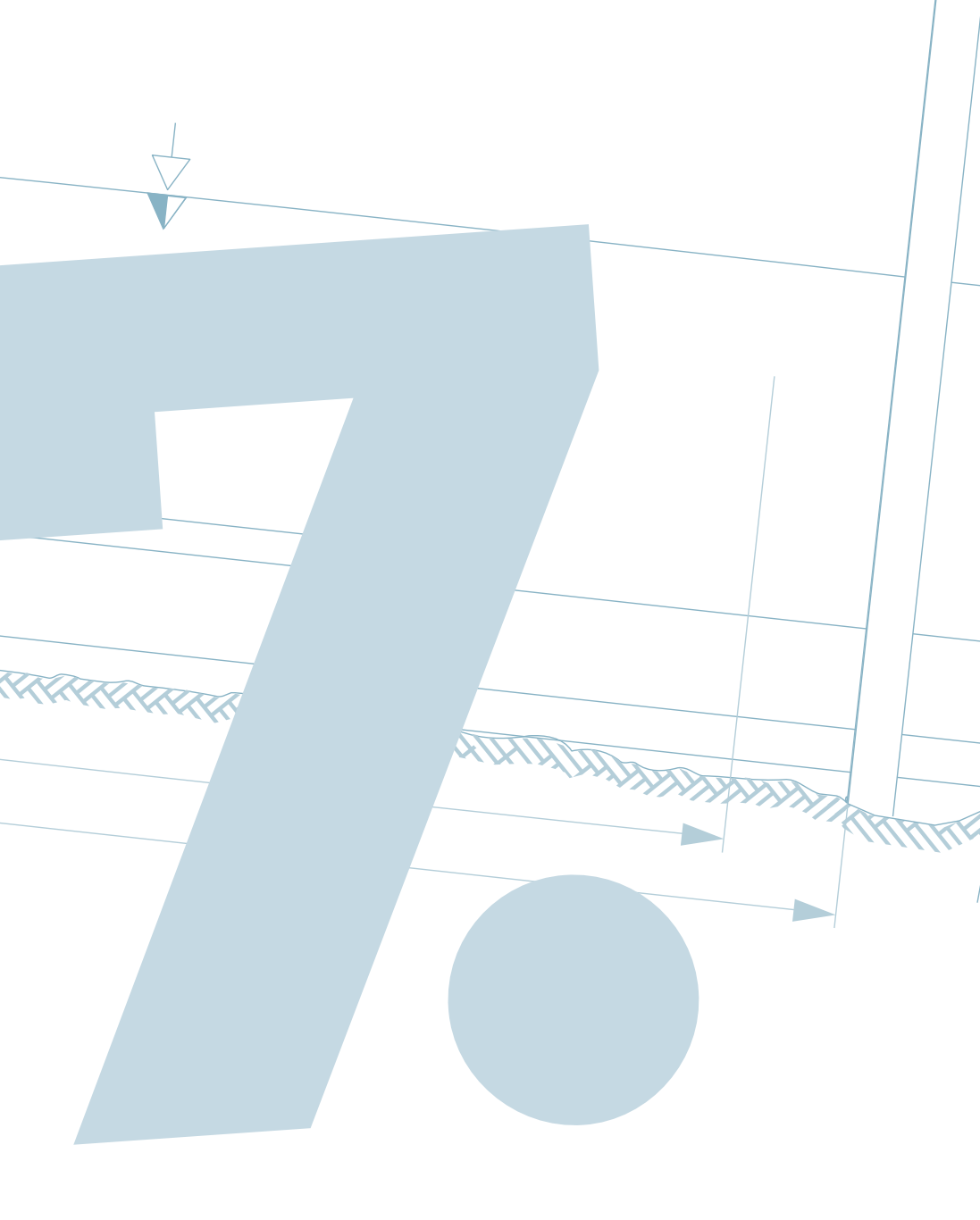
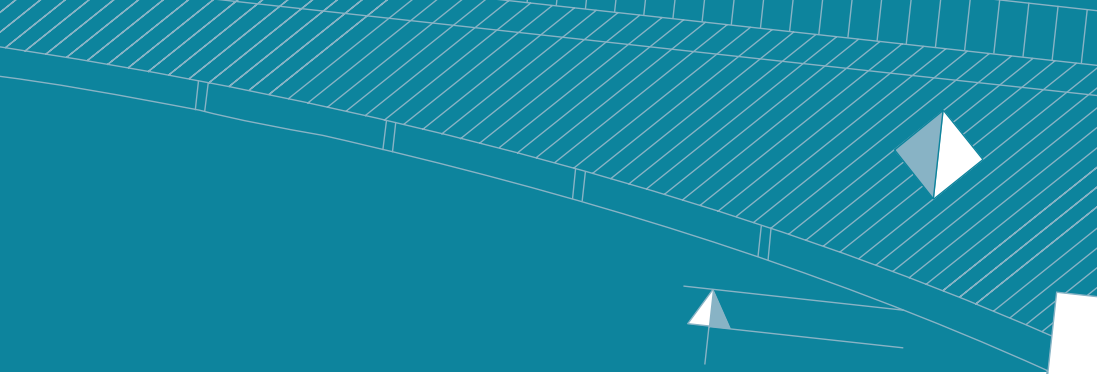
Treba imati u vidu da je zabranjeno ispuštanje zauljenog i masnog otpada u vodu, a kaljužna voda, u pravilu, treba da se preda prihvatnim stanicama. Postoje situacije i izuzeci od zabrana ispuštanja vode iz separatora za kaljužnu vodu u vodni put kad je maksimalni sadržaj ostataka ulja nakon separacije, dosljedno i bez prethodnog razblaživanja, u skladu sa 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 materija čije je ispuštanje u vodni put izričito dozvoljeno nacionalnim propisima. Sav kućni otpad nastao na plovilu treba da se prikuplja i, kad je to moguće, nakon razdvajanja papira, stakla, drugog materijala koji može da se reciklira te ostali otpad preda prihvatnim stanicama.

U pravilu je zabranjeno spaljivanje kućnog otpada, taloga, žitkog mulja i ostalog posebnog otpada na plovilu. Putnička plovila, koja ne posjeduju opremu za prečišćavanje otpadnih voda, ne smiju da u vodu ispuštaju sanitarne otpadne vode. Zapovjednici tih plovila, treba da vode i redovno ažuriraju „Knjigu sanitarne vode“ koju su, na zahtjev, dužni da daju na uvid nadležnim tijelima inspekcije.

Zapovjednici plovila koja prevoze opasne materije u obavezi su, u pravilu, da o tome obavijeste nadležna tijela država kroz koje plove jer pojedine zemlje mogu da, u takvim slučajevima, zahtijevaju pratnju takvih plovila ili konvoja tokom plovidbe na svojoj teritoriji.





7.

HIDROMETEOROLOGIJA

7.1 OPĆENITO O HIDROMETEOROLOGIJI

Hidrometeorologija je nauka 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.

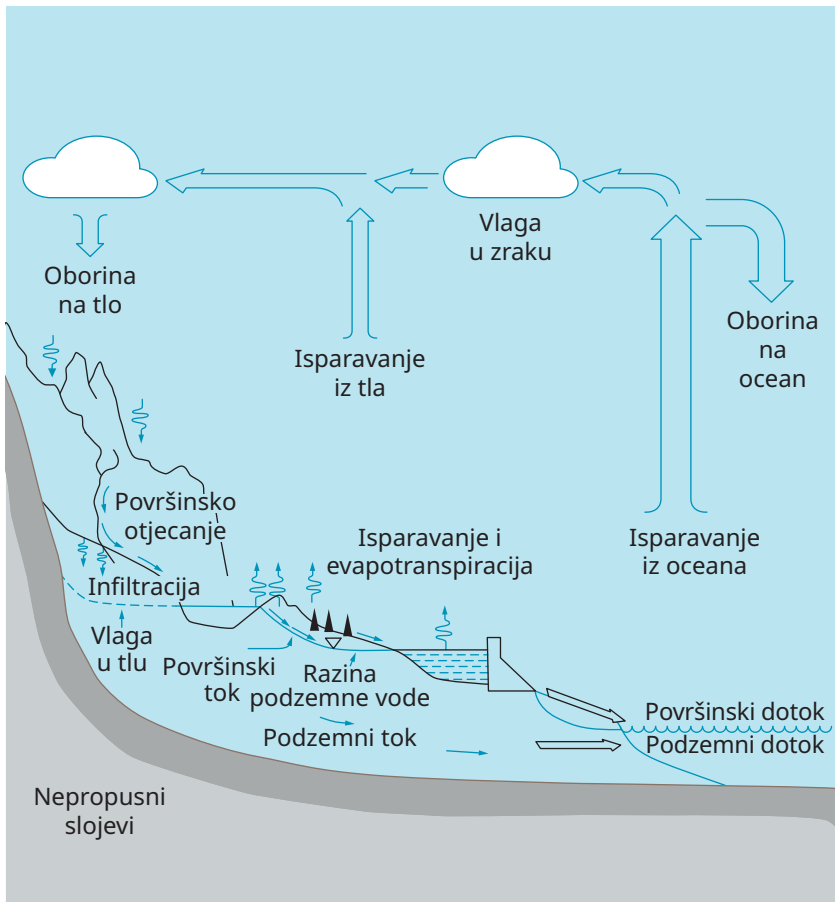
Limnologija je nauka o jezerima i slatkim vodama stajaćicama. U izučavanje voda koje miruju uključeni su hidrološki fenomeni, a naročito su naglašene analize uticaja na okoliš.

Kriologija proučava vodu u njenim 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 uslovima u litosferi. Ova se interdisciplinarna nauka sastoji pretežno 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 u zavisnosti od toga koji vid proučavanja želi da se naglasi. Kod nas se najčešće koristi naziv hidrogeologija

Prema tome, hidrologija je nauka koja se bavi analizama i studijama brojnih uticaja vode u vezi sa njenim gibanjem i djelovanjem na živu i mrtvu prirodu. Ona proučava režime vode u atmosferi, na površini

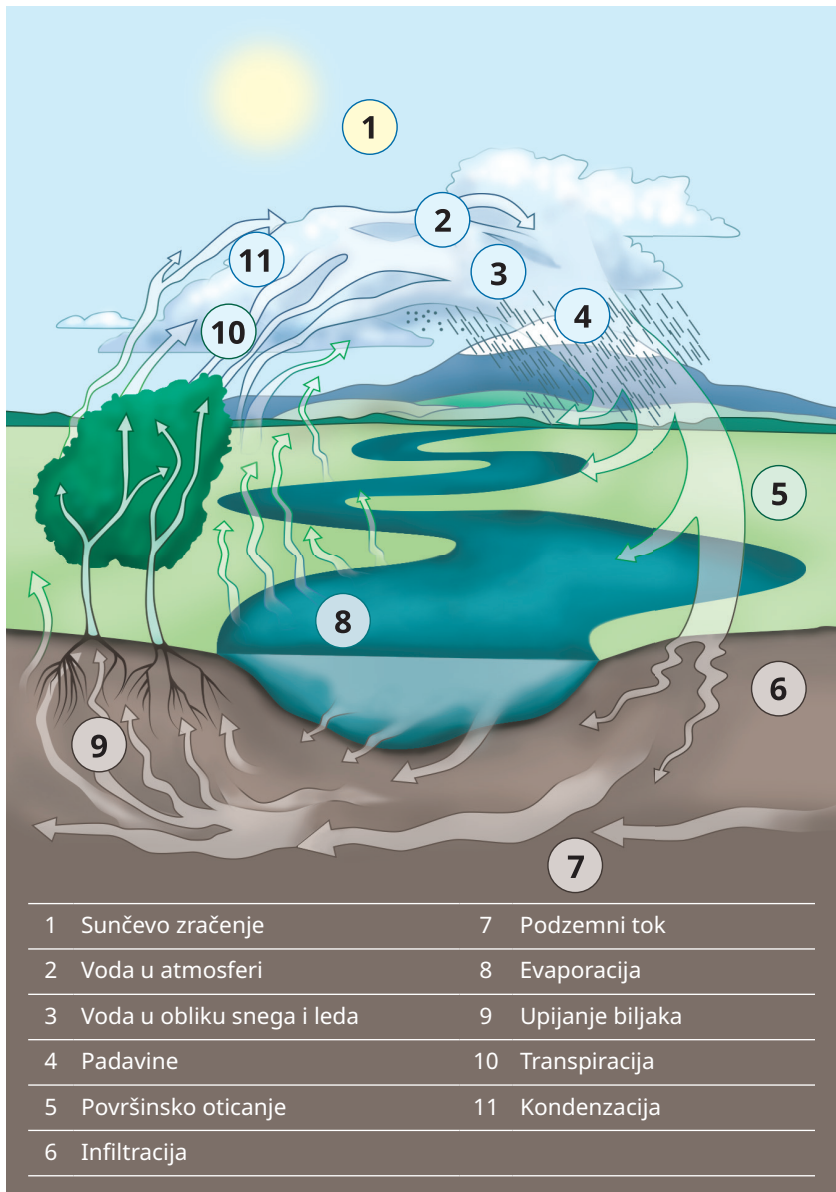
i ispod površine Zemlje, bez obzira na agregatno stanje vode. U to su uključena osmatranja i mjerenja pojedinih veličina u prirodi te razrade i analize tih podataka. Na temelju tih podataka i analiza izvode se mjero-davni zaključci o raspoloživim vodnim količinama i njihovoj raspodjeli u vremenu i prostoru.



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 polje razmišljanja vrlo široko, u hidrološkim analizama se koriste različite metode, a posebno je često ocjenjivanje realnosti rezultata hidroloških izračuna.

Hidrološki ciklus zbiva se u Zemljinom sistemu: 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 nivo vodostaja rijeke. Od toga zavise gabariti plovnog puta (širina i dubina), brzina toka itd. Nivo vode se neprestano mijenja i direktno zavisi od priliva, veličine sliva rijeke, atmosferskog taloga, topljenja snijega i odliva (brzini oticanja).

Vodostaj je nivo vode u datom trenutku u odnosu na kotu nule na određenom vodomjeru.

Vodomjer je izbaždarena skala u metričkoj mjeri. Podjela počinje sa nultom oznakom, tako da ima pozitivnu i negativnu podjelu. Po pravilu, nulta tačka vodomjera se određuje prema višegodišnjem prosjeku niskih vodostaja osmatranog mjesta. Nulta tačka se fiksira na određenoj nadmorskoj visini. Da bi se izbjeglo minusno očitavanje, kod novih vodomjera, nulta tačka se postavlja ispod najnižih vodostaja. Vodomjeri prema načinu postavljanja mogu da budu vertikalni, kosi i stepenasti. Savremeni vodomjeri su 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. Takođe je uobičajeno da se kapetanije i riječno brodarstvo informiraju o vodostaju, a kapetanije o tome povremeno objavljuju svoja saopćenja.

Vodomjeri se postavljaju na vodomjernim stanicama koje su uspostavljene na cjelokupnoj mreži unutrašnjih voda. Da bi se na cjelovit način pratilo kolebanje vodostaja, vodomjeri su postavljeni na međusobnim rastojanjima od 50 do 100 km.

Na temelju dobijenih podataka o vodostaju i njegovom kretanju, tendenciji porasta ili opadanja i sa malo teorijskog i praktičnog znanja nautičaru će na raspolaganju biti informacije kao što su:

- Uslovi plovidbe u smislu jačine vodene struje, pokrivenost ada i sprudova vodom itd;
- Dubine vode iznad napera i drugih hidroregulacionih 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 opadanja vodostaja i „zarobljavanja“ (dubine su, u pravilu, najmanje na ulazima u rukavce).

Za svoje potrebe, kao improvizaciju, nautičar može da napravi 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 talasa.

Nautičarima koji vode brodski dnevnik preporučuje se upisivanje i vodostaja za sektor kojim plove, u slučaju da ne vode poseban dnevnik vodostaja. Ovo je važno kako bi svoja nautička zapažanja i informacije dobijene od drugih vezali za mjerodavni vodostaj. Na primjer, utvrđena dubina u nekom rukavcu mora da bude vezana za vodostaj određenog vodomjera.

Iz nautičkog ugla gledanja razlikujemo tri osnovna stanja vodostaja: niski, srednji i visoki. Prema postojećim pravilima tretiraju se niski i visoki ploidbeni nivo, o čemu će kasnije biti riječi.

7.2.1 Visoki vodostaj

Oscilacija vodostaja rijeke Save od najnižeg do najvišeg, može da iznosi i 11 m, tako da, između ostalog, izgled rijeke može značajno da se izmijeni. Njegov nepovoljan uticaj reflektuje se kroz:

- Znatno veće vodene mase (brzina toka je veća). Ova pojava je više izražena u gornjem toku dok se dalje prema ušću njen uticaj smanjuje;
- Dezorijentaciju plovila zbog stvaranja velikih vodnih ogledala usljed izlivanja rijeka iz korita;
- Opasnost za male brodove i glisere od predmeta koje je voda podigla i nosi sa poplavljenih obala;

7.2.2 Niski vodostaj

Karakteristika niskog vodostaja je ograničavanje gabarita plovnog puta (širine i dubine) što veoma nepovoljno utiče na sigurnost plovidbe. Plovila moraju da plove sa 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 hidroregulacioni objekti vidljivi. Taj period je idealan za dobro upoznavanje plovnog puta.

Nizak vodostaj ne utiče na sigurnost plovidbe čamaca pod uslovom da se preduzmu 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 da se koriste neposredno za prognozu dotoka, pri određivanju površina ugroženih poplavom, kao i za projektiranje objekata smještenih na samoj rijeci ili u njenoj blizini.

Nivoi vode ili vodostaji predstavljaju promjene u visini vodnog ogledala (lica) na vodotocima, jezerima i drugim vodnim resursima, izraženi u odnosu na određeni visinski reper, apsolutni ili relativni. Vodostaji se mjere obično sa tačnošću 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 sa automatskim zapisom (limnigraf).

Pod uređajima bez automatskog zapisa smatraju se graduirane vodomjerne letve (vodomjeri) sa podjelom na 2 cm. Vodomjerne letve se najčešće izrađuju od lijevanog željeza, emajliranog lima, plastike, aluminijuma itd. Najčešće su u upotrebi:

- Vertikalna graduirana mjerna letva;
- Stepenasto postavljen vodomjer i
- Kosi vodomjer.

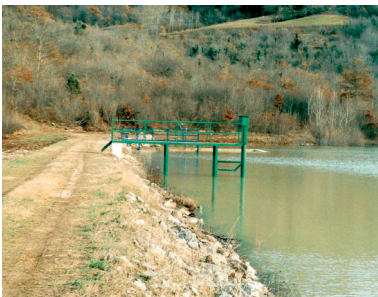
Danas je u upotrebi veći broj raznih tipova limnigrafa. Oni mogu da budu podijeljeni prema načinu pokretanja i prema načinu zapisa.

Osnovni tipovi limnigrafa:

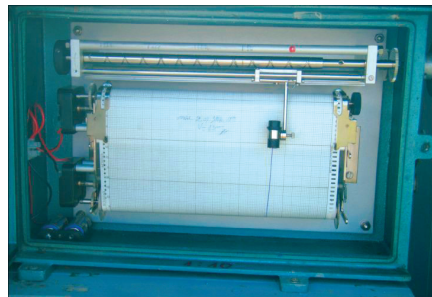
- sa plovkom,
- pneumatski,
- sa senzorom.

Uobičajena konstrukcija koja se često koristi sastoji se od učvršćene vertikalne cijevi iznad vodotoka i pristupnog mosta (otočki tip) ili učvršćena na obali i spojena horizontalnom cijevi sa vodotokom (bunarski tip). U vertikalnoj cijevi nalazi se plovak i kontrateg spojen sa osovinom limnigrafa tankom čeličnom sajlom. Pisač spojen preko više zupčanika sa osovinom limnigrafa kontinuirano zapisuje vodostaj vodotoka u željenim omjerima na papirnu traku (limnigram) koju pokreće satni mehanizam.

U općoj upotrebi također su razne vrste limnigrafa koji se pokreću pomoću pritiska gasa (pneumatski limnigraf). Oni rade na principu da je hidrostatski pritisak u nekoj tački u koritu vodotoka direktno proporcionalan visini stupca vode iznad te tačke. Više takvih uređaja koristi pročišćeni gas (azot) za prenos pritiska do mjernog uređaja. Male količine vazduha ili gasa (azota) propuštaju se da izlaze u vodotok kroz cijev odnosno kroz poseban naglavak na izlaznom mjestu u koritu. Pritisak vazduha ili gasa koji izlazi u vodu mjeri se na mjernom uređaju gdje se sistemom tlačne vage pretvara u zaokret osovine limnigrafa što omogućuje mehanički zapis vodostaja.



Slika 86. Limnigraf



Slika 87. Pisač zapisuje vodostaj na papirnu traku – limnigram

Glavna prednost pneumatskih limnigrafa je u tome da ne trebaju vertikalnu cijev i da nisu osjetljivi na manje količine taloženog nanosa. Oba tipa limnigrafa smatraju se mehaničkim analognim uređajima sa grafičkim zapisom vodostaja. Zapis vodostaja može da se pretvori iz analognog u digitalni oblik. U novije vrijeme sve više se koriste limnigrafii (automatski elektronski registratori) sa mogućnošću memoriranja podataka u digitalnom zapisu. Vremenski interval zapisa može se prethodno odabrati. Prikupljeni podaci prebacuju se u prenosni računar putem, za to predviđenog, priključka ili beskontaktnim infracrvenim čitačem. Pomoću radio talasa ili telemetrijskim putem podaci mogu da se šalju na željena zbirna mjesta.

Uz sve vrste limnigrafa mora se uspostaviti vodomjer koji služi kao mjerodavni (referentni) pokazatelj visine vodostaja u radu limnigrafa.

7.2.4 Vodomjerne stanice

Svrha vodomjernih stanica sastoji se u sistemskom praćenju i registrovanju vodostaja na nekom mjestu vodotoka.

Izbor lokacije za što povoljniji smještaj vodomjerne stanice treba da zadovolji sljedeće kriterijume:

- Potez vodotoka 100 m uzvodno i nizvodno od stanice mora da bude ravan;
- Cijeli vodotok je koncentriran u koritu kod svih vodostaja i nema zaobilaznog tečenja;
- Korito nije podložno eroziji niti taloženju, a takođe nema ni vodnog rastinja;
- Obale su stabilne, dovoljno visoke za slučaj poplavnog talasa i nisu obrasle grmljem;
- Nepromjenljiv prirodni kontrolni objekat 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 objekat, trebalo bi razmisliti o gradnji umjetnog;
- Lokacija stanice treba da se izabere neposredno uzvodno od kontrolnog objekta;

- Vodomjerna stanica mora da bude sagrađena dovoljno uzvodno od ušća drugog vodotoka kako bi se izbjegao uticaj uspora;
- Izbor lokacije mora da, osim gornjih uslova, olakša izgradnju stanice kao i budući rad na njoj.

U velikom broju slučajeva neće biti moguće da se zadovolje svi ti kriterijumi pa će tada trebati da se prosudi koji je relativno najbolji položaj za hidrološku stanicu.

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 stanica

7.2.5 Izračun dubine pomoću vodostaja

Ako je poznata dubina na nekom sektoru pri nultoj tački i ako imamo trenutajući vodostaj vodomjerne stanice prema kome 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 da se zna njihova visina iznad vodene površine pri nultoj tački odgovarajuće vodomjerne stanice i visina najviše nepokretne tačke plovila. Visine žica i mostova navedene su u daljinaru, a visina broda od dna do najviše nepokretne tačke u broskom svjedočanstvu. Prema tome, visina broda zavisi od gaza broda.

Visina nadgrađa plovila može da predstavlja smetnju pri prolazu ispod mosta, a karakteristične su:

1. visina jarbola,
2. visina radarske antene,

3. visina najviše tačke (opreme broda ili nadgrađa) pri spuštenom jarbolu. Ova tačka može da bude pokretna, tj. može da se ukloni, npr. krmarska kućica može da se rastavi, stub – kolo uređaja za krmarenje kod pojedinih plovila može da se položi, itd.,
4. visina najviše nepokretne tačke (F.P. „fikspunkt“). Ova tačka je sastavni dio konstrukcije plovila i ne može da se ukloni, 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 da prođe i šta sve mora da se ukloni za siguran prolaz.

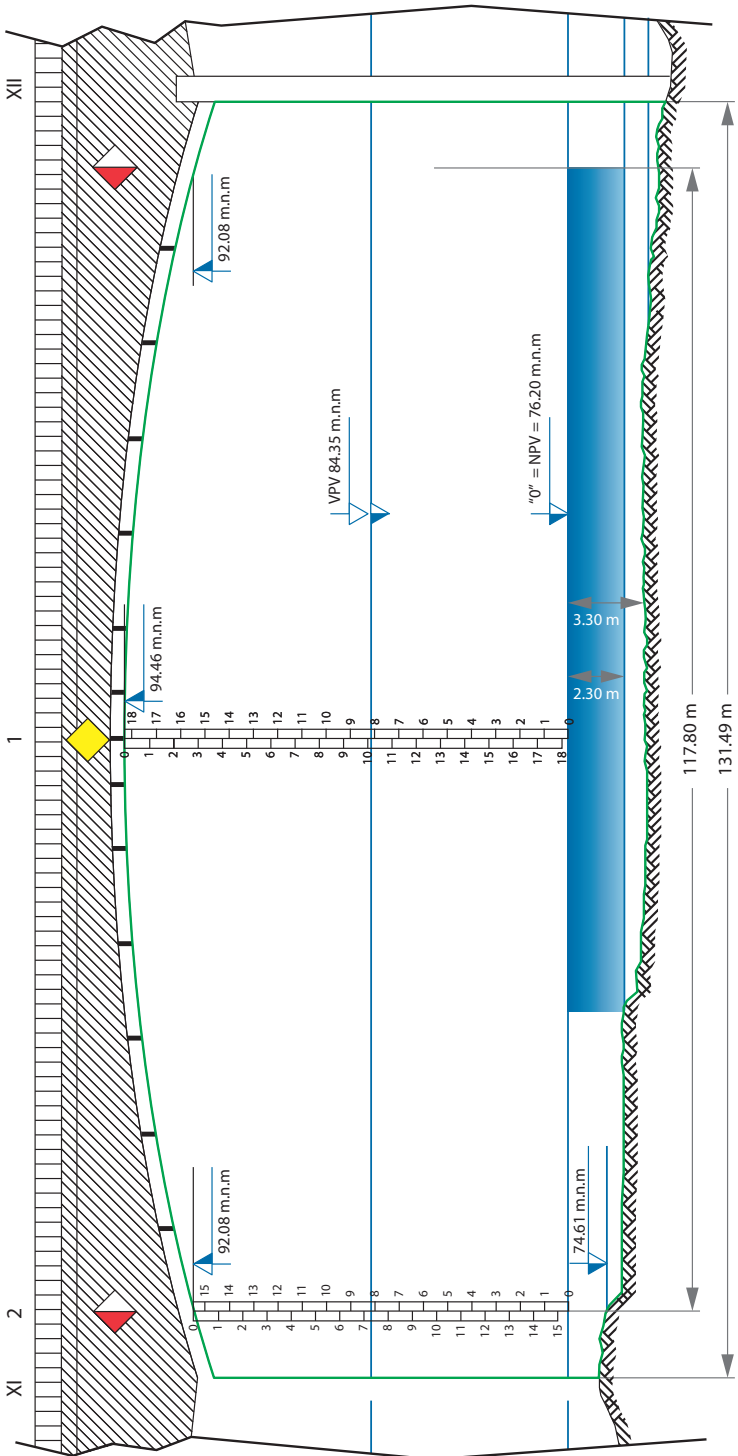
Radi lakšeg razumijevanja navedenog, obradićemo jedan konkretan primjer:

Plovilo „Učka“ treba da prođe ispod mosta u Beogradu čija je visina 12,62 m iznad nule. Vodostaj na vodomjeru u Beogradu toga dana pokazuje +550 cm. Najviša nepokretna tačka mjerena od dna korita broda iznosi 7,06 m. U trenutku prolaska ispod mosta, brod sa teretom ima gaz od 150 cm.

Korisna visina pri koti "0" mjerodavne VS	12,62
Vodostaj na VS Beograd	5,50
Korisna visina ispod mosta	7,12
Najviša nepokretna tačka (H _m)	7,06
Gaz broda (T)	1,50
Visina nepokretne tačke u trenutku prolaska broda	5,56
Korisna visina ispod mosta	7,12
Visina nepokretne tačke u trenutku prolaska broda	5,56
Slobodan prostor	1,56 m

Posljednji broj nam pokazuje koliki je razmak između najviše poznate tačke i donjeg ruba konstrukcije mosta, što znači da brod može da prođe ispod mosta, jer ostaje još 1,56 metara slobodnog prostora.

Slika 88.
Album mostova –
plovidbeni
otvor u
prikazu
pogodnom
za proračun



Pri prolasku ispod mostova treba biti vrlo pažljiv. Promjenu gaza i vodostaja treba uzeti sa izvjesnom rezervom, jer se ti podaci ponekad ne mogu potpuno tačno izračunati. Gaz može da se pogrešno očita usljed talasa ili kretanja broda, a vodostaj pri većem nadolasku vode može da pretrpi znatne izmjene u vremenu proteklom od čitanja. Osim toga, ni podaci za visinu pojedinih mostova nisu posve tačni.

Ukoliko iz bilo kog razloga nismo sigurni u mogućnost prolaska broda ispod mosta, provjera može da se napravi na licu mjesta. To se izvodi sa samog mosta ili posmatranjem 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 kad brod stoji u blizini mosta, te u slučaju nepovoljnog rezultata može da se odustane od prolaska kroz most.

Provjera na plovilu se obavlja na sljedeći način: u uzvodnom putovanju plovilo se približava mostu smanjenom brzinom i u njegovoj blizini se održava u mjestu („lavira“) pomoću motora.

Nišanjenjem preko najviše nepokretne tačke i jedne istaknute tačke na brodu iste visine, koje se usmjerava na donji rub konstrukcije mosta, može da se odredi 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 mora da se okrene 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 da se plovilo prvo usidri uzvodno od mosta te da ga se potom ispuštanjem sidrenih lanaca i radom motora dovede na potreban razmak za mjerenje. Razumljivo je da se ovaj manevar obavlja bez vuče. U slučaju da je plovilo doplovilo s vučom, vuča se obavezno otkači i usidri uz obalu.

Ako je nepokretna tačka viša za nekoliko centimetara od slobodnog prolaza ispod mosta, plovilo može da se optereti balastom (utovarom teških predmeta ili puštanjem vode u dno korita) i time poveća gaženje do potrebne mjere koja dozvoljava njegov prolaz ispod mosta.

7.3 METEOROLOGIJA I OPĆE METEOROLOŠKE POJAVE

Temperatura vazduha: je stepen zagrijanosti, a mjeri se termometrima, koji su ispunjeni živom ili alkoholom, smještenim u zasjenjenom prostoru na 2 m iznad površine zemlje. Pri mjerenju temperature vazduha koristi se Celzijusova ($^{\circ}\text{C}$) temperaturna ljestvica od 100 stepeni, kod koje je za 0 uzeta temperatura topljenja leda, a za +100 ključanje vode pri normalnom pritisku vazduha.

Horizontalna raspodjela temperature zavisi od sunčeve toplote i sastava zemljine površine. Na raspodelu temperature znatno utiču kopno i more tj. more smanjuje periodična kolebanja, a kopno ih povećava.

Temperatura vazduha sa visinom opada do troposfere, a zatim se neznatno mijenja. Ponekad, u nekim slojevima, temperatura sa visinom raste (inverzija) ili se ne mijenja (izotermija). Veličina koja karakterizira promjene temperature sa visinom zove se vertikalni gradijent, čija srednja vrijednost iznosi $0,65^{\circ}\text{C}$ na svakih 100 m visine.

Atmosferski pritisak: je sila koja djeluje na jedinicu horizontalne površine, a jednaka je težini stuba vazduha koji se rasprostire od tla do gornje granice atmosfere. Atmosferski pritisak se najčešće mjeri živinim barometrom u kome se visina živinog stupca uravnotežava sa težinom stupca vazduha i izražava u milimetrima živinog stupca (mm) ili milibarima (mb) što je danas osnovni način izražavanja pritiska.

Standarni (normalni) pritisak, koji se još zove i fizička atmosfera, uslovno se uravnotežava sa težinom živinog stupca visine 760 mm, presjeka 1 cm^2 pri temperaturi 0°C na 45° sjeverne geografske širine, gdje je ubrzanje sile zemljine teže na nivou mora jednako $980,655\text{ cm/s}^2$ i odgovara 1013,27 mb. Usljed stišnjivosti vazduha atmosferski pritisak opada sa visinom i to u prizemnom sloju brže, a na većim visinama sporije. Vertikalni razmak, na kome se pritisak vazduha promijeni za 1 mb, zove se barometarska stepenica. Njena veličina zavisi od pritiska i temperature. Sa povećanjem pritiska i opadanjem temperature ona se smanjuje, a povećava se porastom temperature i opadanjem pritiska. Do visine od 3000 m barometarska stepenica iznosi približno 10 m.

Atmosferski pritisak se mijenja i u horizontalnom pravcu. Veličina koja karakterizira tu promjenu zove se horizontalni barski gradijent, a

usmjeren je pravougaono na izobaru u pravcu opadanja pritiska. Njegova veličina se mjeri u milimetrima ili milibarima na razmaku od 100 km.

Gustoća vazduha: je odnos mase vazduha prema zapremini koju zauzima. Gustoća vazduha može da se izračuna ako su poznati pritisak i temperatura. Gustoća raste kada opada temperatura, a raste pritisak i obrnuto.

Međunarodna standardna atmosfera (ISA) – predstavlja uslovnu raspodelu srednjih veličina osnovnih fizičkih parametara izmjerenih na nivou mora i geografskoj širini 45°, pri temperaturi 1°C, pritisku 760 mm, specifičnoj težini 1,125 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.

Atmosferski front: je granična površina između dvije vazdušne mase različitih fizičkih karakteristika. 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 fronta. Frontovi se dijele na dva osnovna tipa:

Hladni front: nastaje u slučaju kretanja hladnog vazduha u pravcu toplog, prilikom čega topli vazduh odstupa a zamenjuje ga hladni. Ovakav front donosi zahlađenje.

Topli front: nastaje kad se topli vazduh kreće u pravcu hladnog, hladni vazduh odstupa a zamijenjuje ga topli. Ovakav front donosi zatopljenje.

Postoje još tzv. složeni frontovi ili frontovi *okluzije*, koji nastaju spajanjem toplog i hladnog fronta. Ako je vazduh iza hladnog fronta hladniji, onda je to hladni front okluzije. Ako je hladni vazduh iza hladnog fronta topliji od hladnog vazduha ispred toplog fronta, onda je to topli front okluzije. U početnom periodu stvaranja meteorološki uslovi na ovim frontovima mogu da budu vrlo složeni. Pri daljem potiskivanju toplog vazduha na visinu, frontovi okluzije se rasplinjuju.

U odnosu na geografsku raspodjelu vazdušnih masa, frontovi mogu da budu:

arktički, koji dijeli arktički i polarni vazduh;

polarni, koji dijeli polarni i tropski vazduh;

tropski, koji dijeli tropski i ekvatorijalni vazduh.

Kod toplog fronta se na 800 – 1000 km ispred linije fronta 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, posebno pri velikoj vodnosti oblaka i niskim temperaturama.

Zona padavina rasprostire se ispred linije fronta, ljeti na 200–300 km, a zimi i do 400 km. Ispred fronta se ponekad stvara magla čija širina seže i do 200 km.

Ciklon i anticiklon: neravnomjerna raspodjela atmosferskog pritiska uslovljava postojanje barskih sistema. Možemo izdvojiti dva osnovna tipa barskih sistema i to:

ciklon ili područje niskog atmosferskog pritiska i

anticiklon ili područje visokog atmosferskog pritiska.

Pritisak vazduha u ciklonima je najmanji u centru, dok se od centra prema periferiji povećava. Na sjevernoj hemisferi strujanje vazduha u ciklonu je ka centru i smjeru suprotnom kazaljci na satu. Pritisak vazduha u anticiklonima je najveći u centru, a strujanje vazduha je od centra ka periferiji u smjeru kretanja kazaljke na satu.

Pored opisanih osnovnih tipova barskih sistema, postoje i sporedni barski sistemi i to:

- *dolina*: izduženi dio od centra ciklona koji se nalazi između dva područja visokog atmosferskog pritiska;
- *greben*: izduženi dio od centra anticiklona koji se nalazi između dva područja niskog atmosferskog pritiska;
- *sedlo*: je barsko područje između dva unakrsno raspoređena ciklona i anticiklona.

Pritisak vazduha se neprestano mijenja po vremenu i prostoru zbog čega se i barski sistemi mijenjaju, premještaju i mijenjaju svoj intenzitet.

Ciklon i anticiklon se kreću prosječnom brzinom 30–40 km/h, a obično traju 1–2, a najviše 7 dana. Atmosferski frontovi se stvaraju u ciklonu, te je vrijeme u ciklonu uglavnom uslovljeno frontalnim oblačnim sistemima i padavinama.

Vlažnost vazduha: razmatramo kao apsolutnu i relativnu.

Apsolutna vlaga: je količina vodene pare koja se nalazi u 1 m^3 vazduha izražena u gramima.

Relativna vlaga: je odnos količine vodene pare koja se trenutno nalazi u vazduhu prema maksimalnoj količini vodene pare koju bi vazduh mogao da primi i izražava se u postocima. U suhom vazduhu ona iznosi 0%, a u zasićenom 100%. Relativna vlažnost pokazuje stepen zasićenosti vazduha vodenom parom.

Temperatura vazduha pri kojoj stvarna količina vodene pare zasićuje vazduh i prelazi u tekuće stanje naziva se temperaturom tačke rošenja. Najvažnije svojstvo vodene pare je prelaz iz jednog u drugo agregatno stanje i ono može da bude:

- prelaz u tekuće stanje ili kondenzacija i
- prelaz u čvrsto stanje ili sublimacija.

Osnovni uzrok toga je hlađenje vazduha koji je zasićen vodenom parom.

Vjetar: je kretanje vazduha u približno horizontalnom pravcu, a kao linearnu veličinu karakteriziraju ga smjer i brzina. Pravac vjetra se određuje prema strani svijeta iz koje duva i označava se stepenima. 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. Usljed djelovanja devijacione sile, sile trenja, sile teže i centrifugalne sile prizemni vjetar duva pod izvjesnim uglom u odnosu na izobare, skrećući u stranu niskog atmosferskog pritiska.

Karakteristično svojstvo vjetrova je refulnost. Naročito u sloju trenja vjetar puše na udare (mahove), a brzina može da varira u 1–2 sekunde i do 50% na jednu ili drugu stranu od srednje vrijednosti. Vihorni karakter kretanja vazduha naziva se turbulentnim kretanjem.

Oblaci: se prema međunarodnoj klasifikaciji dijele na 10 redova i to: Cirrus (Ci), Cirrokumululus (Cc), Cirrostratus (Cs), Altokumululus (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, Cirokumululus i Cirrostratus;
- Srednje visoki: Altostratus i Altokumululus;
- Niski: Stratokumululus, Stratus;
- Oblaci vertikalnog razvoja: Kumulus, Kumulonimbus i Nimbostratus.

Količina oblaka ili stepen 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 frontovima i u zoni padavina. Prostori između oblaka veoma su različiti i izloženi čestim promjenama.

Padavine su čestice vode koje padaju iz oblaka na zemljinu površinu i mogu da budu:

- 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 padavine koje padaju iz oblaka koji su povezani atmosferskim frontovima zovu se frontalne, a padavine koje padaju iz oblaka koji nastaju unutar jednorodnih vazdušnih masa su unutarmasovne padavine.

Padavine se dijele na čvrste, tekuće i mješovite, a najčešće se sreću kao:

- dugotrajna umjerena kiša čije kapi su 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, prečnika 1–3 mm;
- snježna krupa pada u obliku bijelih zrna prečnika 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 vazduha, prilikom čega je horizontalna vidljivost manja od 1 km. Ako je vidljivost od 1–10 km onda to stanje nazivamo sumaglicom. Magle nastaju usljed hlađenja prizemnog vazduha do temperature tačke 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 tokom prijepodneva.

Vazdušne mase predstavljaju ogromne količine vazduha koje zahvataju velika prostranstva u kojima se meteorološki elementi u horizontalnom pravcu ravnomjerno mijenjaju. Po mjestu stvaranja, odnosno po svom porijeklu, vazdušne mase mogu da budu kontinentalne i morske. Prema općoj klasifikaciji mogu da budu:

- *hladne* vazdušne mase, koje se kreću u topliju sredinu i donose zahlađenje;
- *tople* vazdušne mase, koje se kreću u hladniju sredinu i donose zatopljenje i
- *lokalne* vazdušne mase, koje se nalaze u mjestu stvaranja, a pri kretanju mogu da postanu tople ili hladne.

Prema geografskoj klasifikaciji vazdušne mase mogu da budu: *arktičke, umjerene, tropske* i *ekvatorijalne*. Svaka od ovih vazdušnih masa može da bude morska ili kontinentalna, u zavisnosti od mjesta nastanka (stvaranja).

Grmljavine i snažni udari vjetra su atmosferske pojave koje su povezane sa Kumulonimbusima, praćene električnim pražnjenjem u obliku munje uz snažan efekt pucnja groma i pljuskovitim padavinama.

Grmljavine se stvaraju:

- pri nejednakom zagrijavanju donjeg sloja vazduha,
- pri brzom dizanju toplog, a pri nastupanju hladnog vazduha u atmosferskom frontu i
- pri dizanju vazduha duž planinskog grebena.

Munja je električno pražnjenje između nabijenih polja različitog elektriciteta, a nastaje kad 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 da budu u vidu linijskih i loptastih munja.

Grom (prasak) nastaje zbog toga što se vazduh 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 OD VAŽNOSTI ZA UNUTRAŠNJU PLOVIDBU

Vjetar je svakako jedan od faktora koji nepovoljno utiču na plovidbu. U zavisnosti od jačine i smjera vjetra (osim jedrenja i to u određenim uslovima) plovidba malim plovilima za posadu i ukrcane osobe može da postane 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 nevremena sa orkanskom snagom.

Informacije o vjetrovima i njihovom intenzitetu mogu da se dobiju od hidrometeoroloških zavoda, brodarskih kompanija, plovila u pokretu te lučkih kapetanija.

Ograničena vidljivost: Magla, vijavica, vrlo slaba vidljivost (tonja), pljuskovi i drugi uzroci stvaraju uslove ograničene vidljivosti. Najteži slučaj je magla, koja može da smanji vidljivost tako da se sa mosta ne vidi pramac broda.

Iskustvo je pokazalo, a i pravila plovidbe nalažu obavezno korištenje radara, dok je za konvoje koji plove nizvodno, u slučaju magle, dalja plovidba zabranjena. Do pojave radara u šali se govorilo „Magla pala – lađa stala“.

Bez obzira na svu savremenu opremu plovidba u uslovima magle provodi se uz primjenu pojačanih mjera opreza. Općenito, plovidba 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 da dožive havariju nalijetanjem na hidroregulacione objekte, konvoje u plovidbi ili stajanju, stub mosta itd.

Zapovjednik malog plovila, u uslovima ograničene vidljivosti, a naročito pri magli, ne smije da potcijeni takve uslove plovidbe i mora da preduzme odgovarajuće mjere predostrožnosti. Prilikom donošenja odluke o isplovljenju minimalan uslov 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 da se pribjegne manevru zaustavljanja i postavljanja van plovnog puta. Ukoliko plovilo ima sidro ono se, u povoljnom trenutku, obavezno obara i, kada sidro zadrži (uhvati), plovilo se postavlja u položaj uzvodno. Osluškivanjem zvukova na obali ili uspostavljanjem kontakta sa osobom na obali utvrđuje se preciznije pozicija. Nakon toga može da se, veoma pažljivim manevrima, obavi korekcija položaja odnosno prilaženja obali.

Noć otežava plovidbu zbog smanjene vidljivosti naročito kad 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, ova pojava je uzeta u razmatranje 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 konstrukcione izvedbe, ploveće kućice, restorane na vodi, pristane, manja plovila i čamce.

Pred svaki nadolazeći zimski period obavljaju se pripreme za sklanjanje plovila u zimovnike ili zimska skloništa (riječni rukavci s mirnijom vodom), na koje tok rijeke ne utiče direktno.

Pred neposredno formiranje leda u pokretu, sa rijeke se uklanja sistem obilježavanja (plovne oznake) kako bi se zaštitio od uništenja. Zbog toga plovidba postaje otežana, a plovila plove samo na osnovu postavljenih obalskih svijetlećih i nesvijetlećih oznaka.



Slika 89. Led u pokretu

U zavisnosti od izgleda, čvrstoće, oblika i drugih karakteristika, 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 izuzetno 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 sprečavaju ugrožavanje korita plovila i njegovih vitalnih dijelova (propulzori, krma, senzori itd.), prilikom njegovog širenja.

Snježanik nastaje kad se temperatura površinske vode rijeke približi nuli, a istovremeno snježne padavine dugo traju, tako da se na površini rijeke javljaju sivi vijenci sa bijelim rubovima. To je prvi od signala da počinje formiranje leda. Stari lađari su govorili „stvara se kajmak“. U dodiru sa 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 uticaj vodene struje, stvara se sila koja predstavlja opasnost i ugrožava plovila, poprečne i paralelne regulacione građevine, brane, mostove i slično.

Kada ploveći led, nošen strujom vode, naiđe na suženje korita rijeke, krivinu, plitko dno, podvodne građevine, stubove mosta ili druge zapreke, zaustavlja se. Nailaskom drugih santi, usljed velikog pritiska, dolazi do podvlačenja „torlašenja“ prilikom čega se stvara ledena brana koja može da bude 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 njenog formiranja, da se što prije probije. Kad 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

Sa navigacionog – plovidbenog stanovišta, 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 dužina ovog sektora, ako uzmemo u obzir i rijeku Kupu, iznosi 132 km, a veći dio godine na njemu vladaju nepovoljni plovidbeni uslovi. Ovu dionicu karakterizira veći broj oštarih krivina (mali poluprečnici krivina), relativno mala širina plovnog puta, (veliki broj plicaka pri niskim vodostajima, vodostaj Crnac +/- „0“ i niži), a usljed niskog vodostaja pojavljuju se i male dubine u plovnom putu. Sve to nepovoljno utiče na sigurnost plovidbe i zahtijeva posebanu pažnju u pogledu gaza broda i veličine konvoja.

U ovom sektoru rijeka Sava prima sljedeće pritoke: Kupu (rkm 591) i Unu (rkm 515) sa desne a Lonju (rkm 554), Trebež (rkm 547), Veliki Strug (rkm 475) i Mali Strug (rkm 470) sa lijeve strane. Iz Kupe u Savu dotiče u prosjeku 298 m³/s a iz Une 250 m³/s, što su značajne količine za opskrbu toka Save. Mjerodavne vodomjerne stanice prema kojim 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 dubina u plovnom putu bila bi cca 4 m i više.

Pri visokim vodostajima matica rijeke je jaka pa se ujedno povećava i opasnost za plovidbu, posebno 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 korišćenja u plovidbene svrhe, moraju regulisati hidrograđevinskim zahvatima. Na ovom sektoru ima veći broj plićaka koje je neophodno proučiti za potrebe navigacije te stečena iskustva valja koristiti prilikom plovidbe u uslovima 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 zavise od razlike vodostaja između vodomjera Crnac i Jasenovac, koja je u normalnim uslovima 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 utiče u Savu i upravo tim uticanjem podiže vodostaj Jasenovca, dok Crnac ostaje na istom vodostaju. Time dobivamo veće dubine na plićeima uzvodno od Jasenovca pa čak i Lonji, koji je sada najproblematičniji plićeak 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 poluprečnika (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 ugla sigurnosti plovidbe i manevarskih zahtjeva, su: Gornji Bobovac, Žabarski Bok, Trebež i Cvijetni Vir zbog malih poluprečnika krivina, vrtložastog kretanja vode, kamenih obaloutvrda u konkavnim obalama i slabe preglednosti terena. Uz sve to,

u pravilu, plovni put je u takvim krivinama sužen, naročito pri niskim vodostajima, što zahtijeva od brodaraca posebnu pažnju, česte manevre, sačekivanja nizvodnih plovila i konvoja itd.

Mostovi uvijek predstavljaju, u navigacionom 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 mostovska konstrukcija je postavljena.

Mjesta za okretanje i sidrenje u zavisnosti od vodostaja, 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 prijekne potrebe i pri povoljnim hidrološkim uslovima okretanje je, zavisno od konvoja i vuče, moguće i na sljedećim mjestima: Lukavec na rkm 579, Gušće na rkm 570, Bistrać 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 dužinom od 328 km najduži sektor i prostire se od Gradiške do Sremske Mitrovice, a prema uslovima dijelimo ga na, već ranije spomenuta, tri podsektora:

Ova podjela je nastala kao rezultat plovidbenih mogućnosti uslovljenih desnoobalskim pritokama od kojih su važnije:

- Vrbas, ulijeva se u Savu na rkm 427 desne obale. On svojom dužinom od 253 km prikuplja vodu sa sliva površine od 5.570 km²;
- Ukrina, ulijeva se u Savu na rkm 381,5 desne obale s dužinom od 128,7 km;
- Bosna, ulijeva se u Savu na rkm 314,5 i veoma je važna pritoka sa svojih 306 km dužine i 10.460 km² površine sliva, pri tome unoseći u Savu 5,5 milijardi m³ vode godišnje;
- Drina je najveća pritoka 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 uslove 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 utiče na uslove plovidbe na ovom podsektoru. Ovaj potez je, sa stanovišta navigacije, važan za uzvodna plovila kojima brzina kretanja i lakoća savladavanja 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 uticaj na deformaciju uzdužnog pada korita rijeke Save, brzinu njene vodene struje, meandriranje i drugo, a sve to se negativno odražava na uslove plovidbe, veličinu i oblike konvoja kao i njihov gaz. Na temelju tih karakteristika je i izvršena podjela ovog sektora srednje Save na tri podsektora.

Podsektor Gradiška – Slavonski Brod (rkm 467 do rkm 370)

Ovaj podsektor, dužine 97 km, u cijelosti gledano u boljem je stanju od prethodnog sektora i podsektora nizvodno od njega. Mjerodavna vodomjerna stanica 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 poluprečnike i njihove vrijednosti se kreću oko 400 m, što omogućuje prolaz i većih tegljenih – potiskivanih konvoja u oba smjera plovidbe. 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

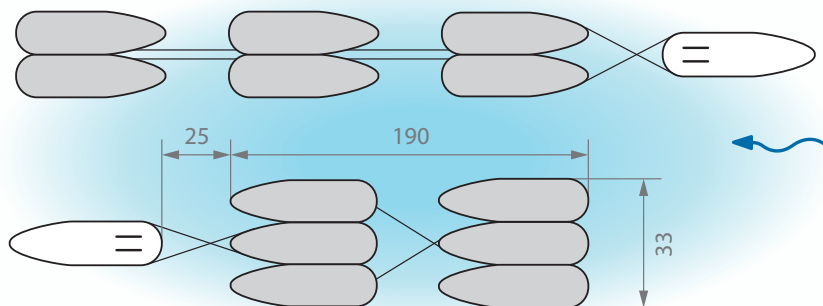
Najveći problem za plovidbu predstavlja krivina Hercegov Dol zbog spruda Radinje, koji se pojavljuje neposredno ispod samog „čoška“, kao i krivina Motaica zbog vrtložnog kretanja vode (limana) ispod krivine uz obje obale. Susretanje u navedenim krivinama treba izbjegavati zbog velike vjerovatnoće ulaska dijela konvoja u liman što gotovo sigurno za posljedicu ima kidanje međuvučnika. Kako su krivine nepregledne, potrebno je u plovidbi koristiti sva navigaciona sredstva i pomagala kao i uređaje radio veze.

Okretanje i sidrenje na ovom podsektoru moguće je izvoditi na za 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, u zavisnosti od vodostaja i snage tegljača, mogu da tegle 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 mogu da se sastoje i od šest teglenica u dva poprečna reda zavisno od vodostaja.



Slika 90. Uzvodni i nizvodni tegljeni konvoj Srednja Sava do Slavonskog Broda

Uzvodni potiskivani konvoji mogu da se pri povoljnim vodostajima sastoje 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



Posebna pažnja na ovom podsektoru treba da se posveti prolazu kroz most u Brodu zbog njegovog nepravilno postavljenog plovidbenog otvora u odnosu na plovni put, naročito u nizvodnoj plovidbi, kad 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 plovidbu, naročito u vrijeme niskih vodostaja. Dužina ovog podsektora je 142 km, a mjerodavne vodomjerne stanice 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 plovidbu na rijeci Savi. Plovidba na ovom dijelu upravlja se prema vodomjernoj stanici 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 kome 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 plovidbu su prokopani kanali različitih širina i nisu uporedni sa 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 da bude 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 kad 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 da dođe do nasjedanja.

Uzvodno prevlačenje se izvodi pojedinačno (jedan po jedan) u zavisnosti od gaza. Na ulazu u pličak Savulja, koji je zbog svog lijevka i slapa ujedno i najkritičniji, može da dođe do pražnjenja vučnika, pri čemu on gubi svoja manevarska svojstva i ukoliko nismo pripravnici na ovakvu situaciju može da dođe do nasjedanja, a ako naglo „povezemo“ i do pucanja vučnika. Vučnici se daju na što „kraće“ kako nizvodno tako i uzvodno. Kod prevlačenja najbolje je da se vozi što lakše kako bi u potrebnom trenutku mogli povećati brzinu i ispraviti tegljenice.

Potiskivani konvoji: Što se tiče prevlačenja potiskivanih konvoja nizvodno i uzvodno, moguće je ići sa dvije potisnice maksimalne dužine 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 da se plovi i sa tri potisnice i to 110 x 35 m. Navedeni konvoji, kako tegljeni tako i potiskivani, zavise osim od visine vodostaja i gaza broda i od snage broda. Sve navedene norme i ograničenja konvoja su okvirne i prije svakog dolaska na sektor potrebno je savjetovati se sa Lučkom kapetanijom SI. Brod u vezi sa promjenama na plovidbenom sektoru.

Pored pličaka na sektoru Šamac, smetnju plovidbi čine i oštre krivine nedovoljnih poluprečnika: 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 pličaka na podsektoru Slavonki Brod – Brčko

Usljed slabe preglednosti, mogućnosti susretanja i nedovoljnog polu-prečnika krivina, neophodno je, pored opasnosti od plićaka, posebnu pažnju 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, u zavisnosti od vodostaja, 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 da predstavljaju 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 stubova u odnosu na plovni put, predstavlja prepreku o kojoj mora da se vodi računa;
- **Šamac – cestovno–željeznički most** na rkm 311,8 ima povoljne gabarite, ali u nekim situacijama stub starog mosta može da predstavlja smetnju za plovidbu u oba smjera. Zbog nepravilnog ulaza u plovidbeni otvor ovog mosta, naglog lomljenja vuče na kratkom razmaku od desne prema lijevoj obali, postoji opasnost da se u nizvodnom smjeru udari u stub 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 veći konvoji moraju da se prevlače. Ulaz u ovaj most je težak zbog plićaka koji nizvodne konvoje, koji plove pored desne obale, naglo skreće – lomi prema lijevoj u neposrednoj blizini mosta.

Oblici tegljenih konvoja „vuča“ uzvodno i nizvodno zavise prije svega od vodostaja i snage tegljača. Nizvodno mogu da se tegle konvoji formirani u dva poprečna reda sa obaveznim prevlačenjem u „sektoru Šamac“ bez obzira na vodostaje.

Uzvodni tegljeni konvoji mogu da se sastoje, zavisno od snage tegljača, od jedne ili dvije brazde sa vučnicima i međuvučnicima koji odgovaraju načinu sastavljanja konvoja.

Nizvodni potiskivani konvoji mogu da se sastoje od dva poprečna reda, preduzimajući pri tom neophodne mjere predostrožnosti kao i kod tegljenih konvoja, uz neophodna prevlačenja.

Potiskivani uzvodni konvoji mogu takođe da se sastoje od više plovnih jedinica, zavisno od snage potiskivača i vodostaja. Uzvodna vuča može da se sastoji od šest plovila u dva ili tri poprečna reda.

Za razliku od tegljenih konvoja koji u krivinama mogu da „lome“, potiskivani konvoji, zbog kompaktnosti konvoja, pri savladavanju krivina

moraju da puno više manevrišu kako bi se izbjeglo „padanje“ u konkavnu obalu. Slične manevre treba preduzimati i pri savladavanju uskih mjesta na plovnom putu, a posebno pri „ispravljanju“ zbog sigurnog prolaska ispod mostova.

Podsektor Brčko – Sremska Mitrovica (rkm 228 do rkm 139)

Dužina ovog podsektora srednje Save je 89 km i na tom dijelu rijeke Save u nju se ulijevaju dvije velike pritoke, Drina sa desne i Bosut sa lijeve strane.

Karakteristika ovog podsektora je različitost plovidbenih uslova, od veoma povoljnih do ograničenja plovidbe. U periodima niskih vodostaja i na ovom se potezu pojavljuje izvjestan broj plićaka na koje treba obratiti posebnu pažnju 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 plićaka na dionici Brčko – Rača

Dionica rkm 179,5 do rkm 172,6 poznatiji kao „Račanski sektor“ proteže se na otprilike sedam kilometara, a njena regulacija je započela još davne 1892. godine. Ovi radovi se nikada nisu obavljali stručno i planski, što se negativno odrazilo na gabarite plovnog puta.

Poslije drugog svjetskog rata, regulacionim 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 navigaciono 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 vodograđevina se 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 savladavanju 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 da se sastoje od najviše tri plovila u jednom poprečnom redu, a uzvodni zavise od snage tegljača – potiskivača. Ako ovi konvoji, bez većih teškoća prođu na toj krivini, uspjeće da prođu i „Račanski sektor“. Ukoliko se ova krivina sporo savladava, tada treba pristupiti prevlačenju.

Na ovom podsektoru rijeke Save postoje krivine koje, ako su konvoji na ovom potezu maksimalni, mogu da predstavljaju smetnju plovidbi. U sektoru Rača ranijih godina su 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 obavezno uzimanje „loca-pilota“ no danas je zbog modernih komunikacionih sredstava korištenje ovih signalnih stanica i loceva napušteno.

Krivine na ovom sektoru su velike i oštre te predstavljaju ograničenje za nesmetanu plovidbu, 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 kom je veličina konvoja ograničena, na ostalim krivinama i drugim preprekama mogu da plove konvoji maksimalnih gabarita u oba smjera plovidbe.

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 mogu da se sastoje, kao što je već rečeno, od većeg broja plovila sa prekidom – ograničenjem u sektoru Rače, gdje uzvodni konvoji zavise od jačine tegljača – potiskivača, a nizvodni mogu da se sastoje od samo jednog poprečnog reda.

8.1.3 Sektor Donja Sava (rkm 139 do rkm 0)

Ovaj sektor ima sve odlike nizinske rijeke. Tok rijeke je mirniji sa blagim krivinama a širina korita je velika i sa 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–ostrva su: Mišarska, Vitojevačka, Velika Grabovačka, Miloševa, Skelska, Kolubarska (Barička), Međica i Ciganlija.

Veće pritoke 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 ovo su desne pritoke i bez većega uticaja su na priliv i punjenje rijeke Save. Kolubara ima kišno–snježni režim vode sa izraženim oscilacijama tokom godine, a pored male količine vode unosi u Savu, posebno pri visokim vodostajima, velike količine nanosa što se u periodu niskih vodostaja negativno odražava na gabarite plovnog puta.

Regulacionim radovima na sektoru donje Save nisu postignuti željeni rezultati. Bagerovanjem pojedinih dionica plovnog puta proširuje se i produbljuje korito rijeke, a izgradnjom uzdužnih i poprečnih regulacionih građevina sakuplja se voda sa širokog poprečnog profila rijeke. Međutim, i pored svih preduzetih mjera, pri niskim vodostajima ovaj sektor nema najpovoljnije plovidbene uslove, a to se posebno 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 dužini 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 bagerovanja 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 kombinovano, postavljanjem uzdužnih i poprečnih regulacionih 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 zavisi od njihovog gaza. 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 moraju da ga proplave sa posebnom pažnjom, pridržavajući se

pri tome svih plovidbenih normi. Svako odstupanje od iskustvenih i važećih normi može da prouzrokuje teže nasukanje, zatvaranje plovnog puta i havariju sa težim posljedicama. Na ovoj dionici treba također vrlo oprezno ploviti u uslovima ograničene vidljivosti, pri promjeni vodostaja, a posebno u vrijeme kada je sistem obilježavanja sklonjen ili je zbog drugih razloga nepotpun. (zimski period).

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 stanice za ovaj sektor su u Sremskoj Mitrovici, Šapcu i Beogradu. Stanje na vodomjernoj stanici u Šapcu veoma je značajno sa stanovišta 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 stanice u Beogradu je važan zbog visine prolaza ispod starog željezničkog mosta u Beogradu. Kota „0“ vodomjerne stanice 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 regulisana je jednosmjernim odvijanjem plovidbe oko ade. Nizvodna plovila koriste stari plovní put uz desnu obalu, a uzvodna između lijeve obale rijeke i lijeve obale ade.

Mjesto i naziv plićaka	Rkm	Mjesto i naziv plićaka	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 plićaka na donjoj Savi

Mostovi na ovom sektoru, pri visokom vodostaju predstavljaju veliku prepreku plovidbi pa je u takvim uslovima 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 Sr. 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 da se, pri povoljnim vodostajima, zavisno od jačine tegljača, sastoje od većeg broja plovila različitih oblika i namjene.

Na mjestima ograničenja (Šabački sektor), ovi konvoji se, pri nižim vodostajima prilagođavaju uslovima plovnog puta na ovom sektoru.

- *Nizvodni tegljeno-potiskivani konvoji*, isto tako, mogu da budu sastavljeni od većeg broja plovila, ali uz ograničenja u Šabačkom sektoru u pogledu dužine 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 tokom jedne godine je različita, promjenljiva i zavisi od vremenskih prilika. Postoje kako sušne, tako i kišne godine, godine sa blagim i oštrim zimama te manje ili više vjetrovite godine. Takođe različita je učestalost i dužina maglovitih perioda te perioda sa niskim temperaturama i ledom.

Prema značaju, dužini trajanja i učestalosti hidrometeoroloških pojava na plovnom putu rijeke Save, najizrazitije i najštetnije su sa nautičke tačke gledišta:

Visoki i ekstremno visoki te niski i ekstremno niski vodostaji

Niski i visoki vodostaji nepovoljno utiču na plovidbene uslove, a u oba slučaja može da dođe do prekida plovidbe. Ako se ipak i plovi, mogu da nastanu velike materijalne štete, a ljudski životi mogu da budu dovedeni u opasnost. Visoki vodostaj, pored gubitka vizuelnog kontakta sa obalom, negativno utiče i na plovidbene uslove jer zbog povećane

brzine struje vode, koja nosi veliki broj stabala i drugih plutajućih predmeta, mogu da se oštete i izbace iz upotrebe kormilarski uređaj i sistem propulzije, što znači prepuštanje vodenoj stihiji sa nesagledivo teškim posljedicama.

Negativan uticaj visokih vodostaja direktno se reflektuje 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 stepen 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 redovno pojavljuju na rijekama sa 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 sa visokim obalama. Brzaci značajno utiču na manevar i vođenje plovila te ih treba uzeti u obzir prilikom ulaska u sektore gdje su uobičajena pojava.

Broj dana sa maglom i učestalost maglovitih perioda

Magla se na rijeci Savi najčešće pojavljuje u proljeće i jesen. Vrijeme pojave magle u pravilu se podudara sa 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 sa niskom temperaturom i ledom

Od svih rijeka u okruženju Sava se najkasnije zaledi. Razlozi za ovo su višestruki:

- veliki sadržaj šalitre (Kalijev nitrat KNO_3) u vodi;
- hemijski sastav mineralnih materija rastvorenih u vodi Save i njenih pritoka;

- veliko zagađenje otpadnim vodama iz industrije koncentrirane na obalama rijeke;
- zagađenje poljoprivrednih površina uz obale pesticidima i drugim materijama koje voda odnosi u Savu itd.
- topla voda iz nuklearne elektrane „Krško“ i termo elektrane „Nikola Tesla“ Obrenovac.

Sava može da se zaledi 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 utiče 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 da budu katastrofalne kako za konvoje i teret, tako i po ljudske živote. Ove pojave kratko traju pa blagovremeni i kratki prekidi plovidbe nemaju većeg uticaja na organizaciju plovidbe, obaveza, i sam plovidbeni poduhvat.

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.

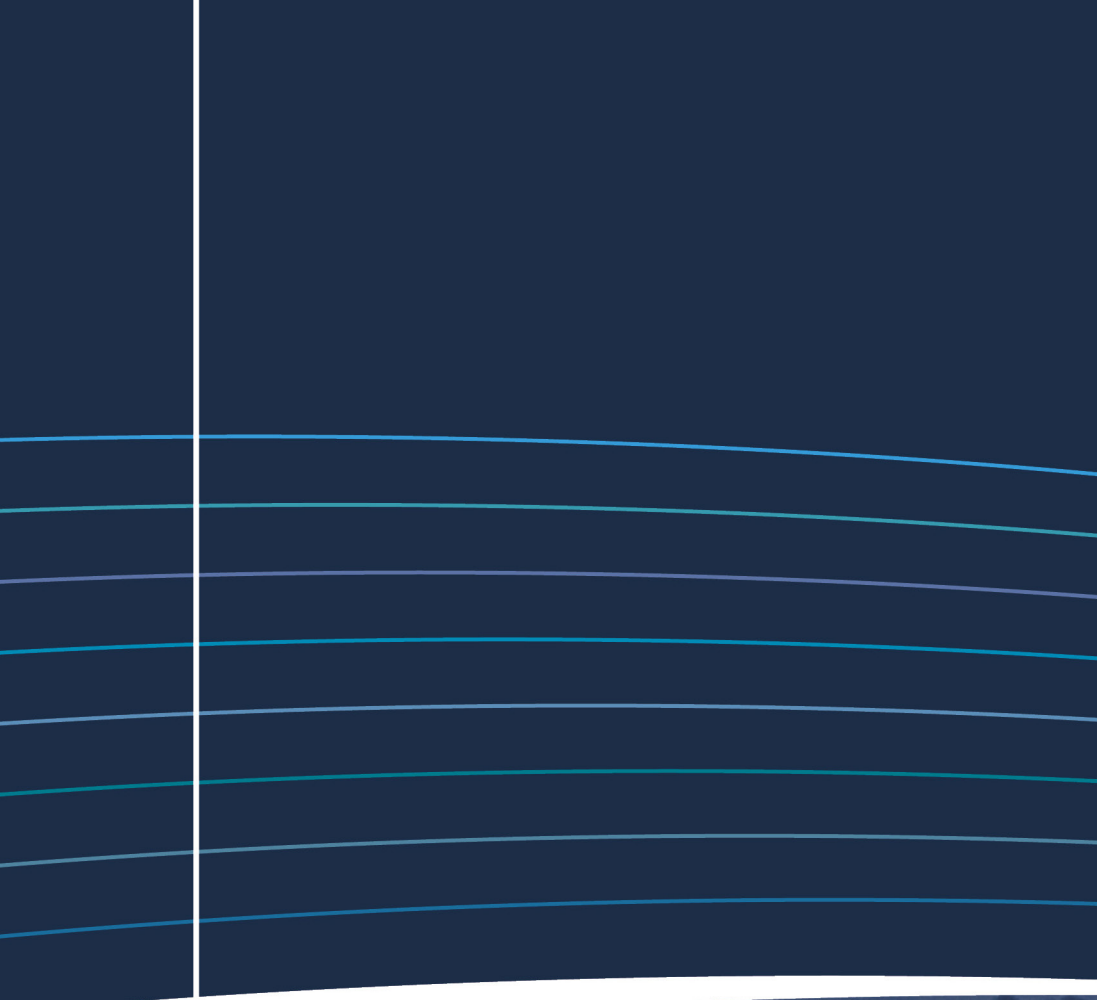
Dr Joško Dvornik, v. prof. i Srđan Dvornik, dipl. inž.

Konstrukcija, otpor i propulzija jahti

Pomorski fakultet u Splitu, 2013.

Priznao 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 odbora koji je dao nesumnjiv doprinos ovom izdanju, posebno je značajna i uloga Stalne stručne grupe 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 sa modernim trendovima i pokazuju pravce razvoja novih tehnologija u ovom vidu transporta. Pored ovdje navedenih izvora, od nemjerljive su pomoći bili i razgovori sa 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 unutrašnje plovne puteve, a posebno „Agencija za vodne puteve“ Vukovar i „Direkcija za plovne puteve“ Beograd, čiji su predstavnici i dio ranije spomenutog uređivačkog odbora koji je pripremio ovo izdanje.



INTERNATIONAL SAVA RIVER BASIN COMMISSION