

PRIRUČNIK ZA MODUL:

BROD I BRODSKA OPREMA

SKUPVI ISHODA UČENJA:

Konstrukcija i oprema broda u pomorskom prometu

Oštećenja teretnih prostora i balastnih tankova na brodu u pomorskom prijevozu

Održavanje broda i brodske opreme u pomorskom prijevozu

S A D R Ź A J:

1. BROD	1
1.1. OPĆENITO	1
1.2. PODJELA BRODOVA	1
1.2.1. Podjela brodova prema namjeni	3
1.2.2. Podjela brodova prema području plovidbe	3
1.2.3. Podjela brodova prema materijalu od kojeg su izgrađeni	4
1.2.4. Podjela brodova prema vrsti pogona	4
2. TRGOVAČKI BRODOVI	5
2.1. TERETNI BRODOVI	5
2.2. PUTNIČKI BRODOVI	5
3. GLAVNI DIJELOVI BRODA	8
3.1. PRAMAC	9
3.2. BULB PRAMAC	9
3.3. TRUP BRODA	9
3.4. BRODSKI VIJAK	10
3.5. KRMA	10
3.6. PALUBA	11
3.7. NADGRAĐE BRODA	11
3.8. POGONSKI DIO	12
4. DIMENZIJE BRODA	13
4.1. OSNOVNE ZNAČAJKE	13
4.2. OSNOVNE DIMENZIJE BRODA	15
4.2.1. Dužina broda	15
4.2.2. Širina broda	16
4.2.3. Visina broda	16
4.2.4. Gaz broda	17
4.2.5. Nadvođe	17
5. TEMELJNI POJMOVI O BRODU I BROSKOJ KONSTRUKCIJI	21
5.1. SVOJSTVA BRODA	21
5.1.1. Plovnost broda	21
5.1.2. Čvrstoća	22
5.1.3. Stabilnost broda	27
5.1.3.1. Poprečna stabilnost	28
5.1.3.2. Uzdužna stabilnost	29
5.1.4. Brzina	29
5.1.5. Otpor broda	29
5.1.6. Okretljivost broda	30
5.1.7. Ponašanje broda na moru	30
6. OPREMA TRGOVAČKOG BRODA	31
6.1. PALUBNA OPREMA	31
6.1.1. Bitve	31
6.1.2. Vodilice za uže	31
6.1.3. Sidrena oka	31
6.1.4. Omče	32
6.1.5. Kuke	32
6.1.6. Spojne karike	34
6.1.7. Brodska užad	34
6.1.8. Koloturi	37

6.1.9. Koloturnici	38
6.2. BRODSKE DIZALICE I SAMARICE	38
6.2.1. Samarice	39
6.2.2. Brodske dizalice	40
6.2.3. Pogon prekrcajnog sredstva	41
6.2.4. Elementi prekrcaja i zahvata	42
6.3. OPREMA ZA SIDRENJE BRODA	44
6.3.1. Sidra	44
6.3.2. Sidreni lanci	47
6.3.3. Sidrena vitla	48
6.3.4. Vitla za manevriranje	48
6.3.5. Pramčani i klizni zapor	48
6.3.6. Smiještaj sidara na brodu	49
6.4. KORMILO I KORMILARSKI UREĐAJ	49
6.5. OPREMA ZA OTVARANJE I ZATVARANJE SKLADIŠTA	50
6.5.1. Grotla	50
7. BRODSKI SUSTAVI	53
7.1. RASPORED PROSTORIJA NA TRGOVAČKIM BRODOVIMA	53
7.2. SUSTAV MIKROKLIME	54
7.3. SUSTAV OTPADNIH VODA I TERETA	55
7.4. KALJUŽNI I BALASTNI SUSTAV	56
8. OŠTEĆENJA TERETNIH PROSTORA I BALASTNIH TANKOVA NA BRODU	57
8.1. PREGLED BRODA I TERETA RADI UTVRĐIVANJA NASTALIH ŠTETA	57
8.2. INSPEKCIJSKI NADZOR	57
8.3. PREGLED BRODA NAKON HAVARIJE	59
8.4. PRIJAVA HAVARIJE	60
8.4.1. Prikupljanje osnovnih informacija o nesreći	61
8.4.2. Vizualna inspekcija i podvodni pregled	61
8.4.3. Tehnička i funkcionalna analiza sustava	61
8.5. DOKUMENTACIJA I IZRADA INSPEKCIJSKOG IZVJEŠĆA	63
8.6. SURADNJA S NADLEŽNIM TIJELIMA I PRAVNIM INSTITUCIJAMA	63
8.7. SIGURNOSNI I EKOLOŠKI ASPEKTI	64
9. ODRŽAVANJE BRODA I BRODSKE OPREME	65
9.1. ODRŽAVANJE NADGRAĐA I STAMBENIH PROSTORIJA BRODA	65
9.2. ODRŽAVANJE SIGURNOSNE OPREME	65
9.3. ODRŽAVANJE PROTUPOŽARNE OPREME	65
9.4. ODRŽAVANJE OPREME ZA VEZIVANJE	67
9.5. ODRŽAVANJE SIDRA I OPREME ZA SIDRENJE	68
9.6. ODRŽAVANJE DIZALICA I KRANOVA	68
9.7. ODRŽAVANJE SKLADIŠTA I NEPROPUSNIH PREGRADA	70
9.7.1. Održavanje teretnih prostora broda	70
9.7.2. Održavanje nepropusnih pregrada	71
9.7.3. Vodnepropusna vrata	72
9.8. ODRŽAVANJE BALASTNIH TANKOVA	74
9.8.1. Pregledi i procjena stanja balastnih tankova	74
9.8.2. Metode i postupci održavanja balastnih tankova	76

1. BROD

1.1. OPĆENITO

Brod je plovno sredstvo sposobno za kretanje po moru, rijekama i jezerima koje služi najčešće za prijevoz robe i putnika. Odnosno, brod (osim ratnog broda) je plovni objekt namijenjen za plovidbu morem, rijekama i jezerima čija je duljina veća od 12 metara, a bruto tonaža veća od 15 RT, ili je ovlašten prevoziti više od 12 putnika. Dakle, brodom se smatraju samo veći plovni objekti, dok se manji nazivaju čamci i brodice.

Brod može biti putnički, teretni, tehnički plovni objekt, ribarski, javni ili znanstveno - istraživački. Za razliku od splavi, brod, kao i čamac, ima koritast oblik koji mu daje uzgon potreban kako bi plutao na vodi.

1.2. PODJELA BRODOVA

Brođovi se mogu podijeliti na više načina, a najčešće od njih su podjela prema namjeni broda, prema području plovidbe, prema materijalu od kojeg su izgrađeni i prema vrsti pogona.

1.2.1. Podjela brođova prema namjeni

TRGOVAČKI BRODOVI - namijenjeni za prijevoz putnika i robe

- teretni brođovi - namijenjeni prijevozu isključivo raznih vrsta tereta
- putnički brođovi - namijenjeni prijevozu putnika (mogu biti izletnički ili linijski brođovi)
- putničko-teretne brođove

RATNI BRODOVI - namijenjeni su za pomorsko ratovanje i pomorske operacije, glavni ratni brođovi su:

- nosači zrakoplova, krstarice, razarači, podmornice, minopolagači, minolovci, torpedni čamci, patrolni brođovi, desantni brođovi...
- pomoćni ratni brođovi - brođovi tankeri, matični brođovi, brođovi radionice, prateći brođovi...

SPECIJALNI BRODOVI - namijenjeni za posebne poslove i zadatke

- ribarski brođovi
- tegljači
- ledolomci
- trajekti
- jahte
- jedrilice
- brođovi-svjetionici
- brođovi za polaganje kabela

1.2.2. Podjela brođova prema području plovidbe

Prema području plovidbe brođove možemo podijeliti prema hrvatskom Pomorskom zakoniku na:

BRODOVE ZA PLOVIDBU MOREM

- brodove male obalne plovidbe
- brodove velike obalne plovidbe
- brodove duge plovidbe
- brodove obalne plovidbe Jadranskim morem
- brodove nacionalne plovidbe
- brodove nacionalne obalne plovidbe
- brodove nacionalne priobalne plovidbe
- brodove lokalne plovidbe
- brodove neograničene plovidbe

BRODOVE ZA PLOVIDBU UNUTARNJIM VODAMA

- riječne brodove
- jezerske brodove
- kanalske brodove

1.2.3. Podjela brodova prema materijalu od kojeg su izgrađeni

Prema materijalu od kojeg su izgrađeni brodove možemo podijeliti na:

- drvene brodove
- čelične brodove
- kompozitne brodove
- betonske brodove
- brodove od aluminija i njegovih legura
- brodove od plastičnih masa.

1.2.4. Podjela brodova prema vrsti pogona

Prema vrsti pogona brodove možemo podijeliti na:

- jedrenjake - za pogon koriste vjetar koji djeluje na jedra
- parobrode - za pogon koriste parni stapni stroj
- motorne brodove - brodovi s Diesellovim motorom i brodovi sa parnim ili plinskim turbinama
- brodove na električni pogon - za pogon koriste elektromotore koji se napajaju iz akumulatora, (npr. podmornice)
- brodove na dizelsko-električni pogon - sami pogon je elektromotor koji dobiva električnu energiju od generatora pogonjenog Diesellovim motorom
- brodove na alternativne pogone

Povijesno su značajni i brodovi (prvenstveno ratni) na vesla. Osim toga, postoje i brodovi s kombiniranim pogonom, na pr. klasična podmornica ima za vožnju po površini Diesellov motor, u zaronjenom stanju koristi elektromotore; česte su i kombinacije jedra i Diesellova motora.



2. TRGOVAČKI BRODOVI

2.1. TERETNI BRODOVI

Prema vrsti tereta koje prevoze teretne brodove možemo podijeliti na:

- kontejnerski brod (brod za prijevoz spremnika)
- brodove za rasute terete (*bulk carrier*)
- tankere za naftu
- tankere za plin (LPG brodovi i LNG brodovi)
- RO-RO brod, najčešće za kamione
- brodove hladnjače (*frigo*)
- brodove za kemikalije
- brodove za rudaču, rasuti teret i naftu (OBO)
- brodove za opći teret (*general cargo*)
- brodove za opskrbu naftnih platformi (*supplier*)
- brodovi za teške terete (*heavy lift*)
- brodovi posebnih namjena i izvedbi

Teretne brodove dalje možemo podijeliti prema dimenzijama (a one su u ovisnosti o plovnim kanalima kroz koje prolaze) na:

- SMALL HANDY SIZE - brodovi od 20.000 – 28.000 t ukupne nosivosti
- HANDY SIZE - brodovi od 28.000 – 40.000 t ukupne nosivosti
- HANDYMAX - brodovi od 40.000 – 50.000 t ukupne nosivosti
- SEAWAYMAX - najveća dimenzija broda koji može proći kroz Kanal St Lawrence
- AFRAMAX - naftni tankeri od 75.000 and 115.000 t ukupne nosivosti
- SUEZMAX - najveća dimenzija broda koji može proći kroz Sueski kanal
- PANAMAX - najveća dimenzija broda koji može proći kroz Panamski kanal
- CAPE SIZE - brodovi koji su većih dimenzija od onih koje su uvjetovane Sueskim i Panamskim kanalom te ne mogu proći kroz njih
- VLCC (*Very Large Crude Carrier*) - supertankeri od 150.000 – 320.000 t ukupne nosivosti
- ULCC (*Ultra Large Crude Carrier*) - veliki supertankeri od 320.000 – 550.000 t ukupne nosivosti

2.2. PUTNIČKI BRODOVI

Putnički brod je vrsta trgovačkog broda kojemu je osnovna namjena prijevoz putnika. Kategorija ne uključuje teretne brodove koji raspolažu s ograničenim kapacitetom ukrcaja putnika, kao teretnjake sa smještajem za dvanaest putnika, nekada opće prisutne na morima, gdje je prijevoz putnika bio sporedan u odnosu na prijevoz tereta.

Do nedavno, svi prekooceanski brodovi osim prijevoza putnika, obavljali su i transport pošte, pakiranog tereta i drugih tovara zajedno s prtljagom putnika, te su bili opremljeni brodskim skladištima, dizalicama i samaricama, ili drugom opremom za utovar-iskrcaj tereta.

Tek u najnovijim prekooceanskim brodovima i doslovno u svim brodovima za krstarenje mogućnost prijevoza tereta je ukinuta. Iako su putnički brodovi dio trgovačke mornarice, često su u slučaju rata, u flotama ratnih mornarica, bili korišteni kao brodovi za trupe.

Osnovni tipovi putničkih brodova:

- Brod za krstarenja - (*Cruiser*), je brod namjenjen kružnim turističkim putovanjima, najčešće u tropskim ili zatvorenim morima ili uz obalne krajeve kulturno-povijesno ili prirodno atraktivnih zemalja.

Iako se prvi brodovi namijenjeni isključivo za krstarenja grade već 1970-ih, fascinantno razvoju cruisera počinje polovinom 1990-ih kada je nakon 50 godina izgrađen prvi veći brod od transatlantika Queen Elizabeth, cruiser Carnival Destiny. Od tada se grade sve veći brodovi tog tipa.

Cruiseri su isplativiji uz što veći broj ukrcanih putnika te ih u skladu s time karakteriziraju vrlo veliko nadgrađe, ponekad pravokutnih oblika, često šire od širine broda na vodenoj liniji. Veliki broj paluba, širok i krupan trup, zaobljen pramac, često pravokutna krma s visokim nadgrađem, brzina oko 20-22 čvorova, strojevi ovisno o veličini broda, snage od 60.000 – 150.000 ks, nešto slabije plovne sposobnosti u odnosu na transatlantike.

Putnicima uvijek u samo jednoj klasi nudi se veliki izbor najrazličitijih razonoda i atrakcija na brodu, te unutrašnje uređenje inovativnih stilova.



Slika 1. Putnički brod za krstarenja

- Prekooceanski brod - (Transatlantik), namijenjen je prijevozu putnika između udaljenih kontinenata. Prekooceanski brodovi obavljali su međukontinentalni putnički promet većinu 19. i 20. stoljeća.

Od 1960-ih nagli razvoj zračnog prometa označava kraj naintenzivnijeg oceanskog putničkog prometa, te je tada većina transatlantika povučena ili preusmjerena u krstarenja. Putovanja velikim oceanskim brodovima ipak su sačuvala manji segment tržišta za putnike koji let avionom smatraju neudobnim ili stresnim ili prekooceansku plovību doživljavaju kao turističku atrakciju. Jedini takav brod trenutno u službi je Queen Mary 2 izgrađen 2003.

Transatlantik karakteriziraju izuzetno kvalitetne plovne sposobnosti, velika brzina (oko 30 čv) i u skladu time vrlo snažni pogonski strojevi (preko 200 000 ks).

Izgledom su vrlo duguljastog i vitkog trupa, oštrog pramca, visokog nadvođa, krme sa nižim nadgrađem ili bez njega, pravilnih i aerodinamičnih linija. Putnicima u jednoj ili dvije klase nude se tradicionalni luksuz u velikim javnim prostorima (salonima) i umjerena ponuda razonoda na brodu.



Slika 2. Putnički prekooceanski brod



- Trajekt - zajednički naziv za sve brodove namijenjene prevozu ljudi ili vozila preko neke vodene prepreke, od manjih rijeka i tjesnaca do većih unutarnjih mora. U skladu s time, dizajn trajekata, uvjetovan mjestom plovidbe za koje je izgrađen, znatno varira, od manjih i vrlo jednostavnih obalnih, do velikih trajekata za otvoreno more, koji svojim dimenzijama i dizajnom podsjećaju na brodove za krstarenje.

Prema duljini rute trajekti se dijele na lokalne, koji prometuju preko rijeka, u lukama, preko tjesnaca, itd, za srednje udaljenosti, koji prometuju između luka udaljenih ispod 100 NM, i trajekte za velike udaljenosti, koji plove na linijama iznad 100 NM.

Glavna karakteristika svih trajekata je prostrana slobodna ravna paluba za prijevoz vozila, te se od RO-RO broda, plovila sličnih karakteristika, razlikuje po broju ukrcanih putnika. Prvi trajekti, koji vuku porijeklo od skela, pojavljuju se uvođenjem parnog pogona u 19. stoljeću. U početku vrlo jednostavna plovila, doživljavaju razvoj uvođenjem željezničkih trajekata u Skandinaviji 1872., te se do 1930-ih koriste isključivo za prijevoz željeznice. Nakon toga počinje gradnja trajekata za cestovna vozila, čiji razvoj do današnjih izvanredno velikih jedinica, uglavnom prati razvoj cestovnog prometa.



Slika 3. Trajekt

- Obalni brod - među putničke brodove ubrajaju se i obalni brodovi, što je naziv za čitav niz manjih vrsta brodova kojima je zajednička karakteristika plovidba i prevoz putnika u obalnim krajevima, manjim zatvorenim morima, kraj većih lučkih gradova ili izletnički brodovi za jednodnevna putovanja.

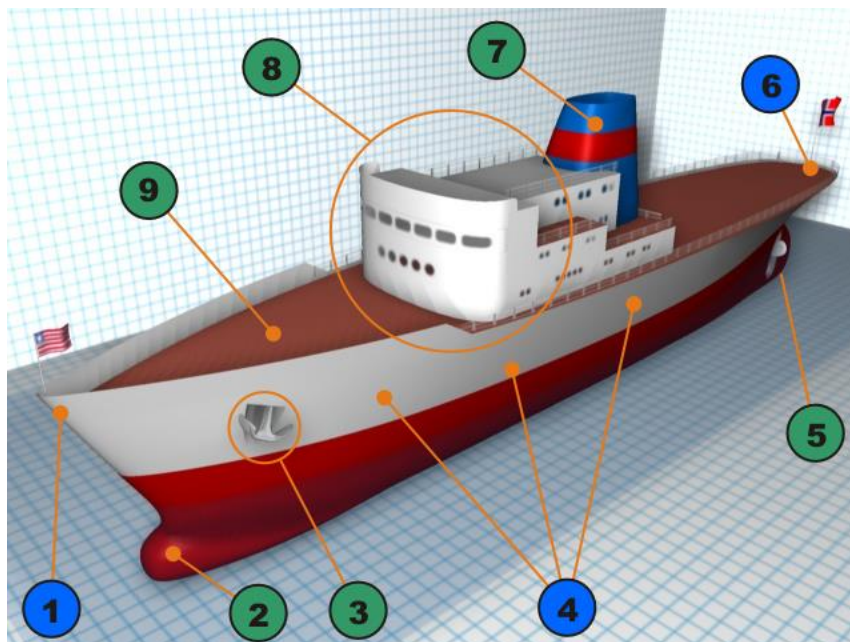
Obalni brodovi obavljaju obalnu plovidbu koja u užem smislu, premda može obuhvaćati i međunarodne rute, označuje promet plovidbom između luka jednog političko-carinskog područja.

Dijele se na putničke brodove velike obalne plovidbe (velike kabotaže) od 2000 do 10000 RT, i male obalne plovidbe (male kabotaže) do 2000 RT.

Nekad tradicionalnih dizajna, željeznog ili drvenog trupa s parnim ili motornim pogonom, u novije doba obalne brodove karakterizira vrlo raznolik dizajn, materijali i pogoni, uključujući katamarane, hidroglisere, stakloplastiku za izradu trupa, i mlazni pogon.

3. GLAVNI DIJELOVI BRODA

Svaki brod se sastoji od više međusobno spojenih dijelova koji čine cjelinu.



Slika 4. Glavni dijelovi broda

Prateći sliku mogu se izdvojiti sljedeći dijelovi broda:

- PRAMAC (na slici oznaka 1) - prednji dio broda
- BULB PRAMAC (na slici oznaka 2) - nalazi se ispod pramca na vodenoj liniji broda a služi za stvaranje manjeg otpora valova koje pri kretanju broda uzrokuju pramac, krma i bulb
- TRUP BRODA (na slici oznaka 4) - čini ga skelet (rešetkasta konstrukcija sastavljena od odgovarajućih nosača i profila što ovisi o vrsti broda) i oplata (oplata je s vanjske i unutarnje strane učvršćena na odgovarajući način u ovisnosti od vrste broda na skelet). Unutrašnjost broskog trupa podijeljena je po visini na palube, a po dužini na poprečne pregrade, a njihova je uloga da podijele brod na potrebne površine, povećaju krutost i čvrstoću broda i u slučaju prodora vode u brod spriječe poplavljanje cijelog broda i njegovo potonuće.
- BRODSKI VIJAK (na slici oznaka 5)- sa pogonskim postrojenjem pogoni brod pri kretanju (iza vijka nazire se kormilo broda)
- KRMA (na slici oznaka 6) - stražnji dio broda ispod kojeg je smješten pogonski dio broda
- PALUBA (na slici oznaka 9)
- NADGRAĐE BRODA (na slici oznaka 8) - je sve ono što se na brodu nalazi iznad palube. Ako se nadgradnja pruža od jedne do druge bočne strane broda naziva se nadgrađe a ako je uže onda se naziva palubna kućica. U pravilu na najvišem nadgrađu se nalazi brodski komadni most sa komandnim uređajima za upravljanje brodom. Nadgrađe pridonosi povećanju čvrstoće broda.
- POGONSKI DIO - svi dijelovi koji omogućavaju brodu kretanje (npr. kod motornog broda tu spada motor, vod vratila i brodski vijak)

3.1. PRAMAC

Pramac je prednji dio broda ili čamca. Počinje pramčanom statvom, u kojoj se spajaju bokovi broda, a završava na mjestu gdje bokovi postaju paralelni (početak paralelnoga srednjaka). Ponajprije je oblikovan kako bi otpor broda bio što manji, a ovisno o namjeni broda može imati različite oblike, koji su se s vremenom znatno mijenjali. U starom vijeku pramac ratnih brodova imao je pod vodom kljun (lat. rostrum) radi udara u neprijateljski brod, u sr. vijeku dugo rilo, a u XIX. st. podvodni kljun. U doba brzih jedrenjaka razvio se kliperski oblik pramca, koji se na gornjem dijelu nastavljao kosim jarbolom – kosnikom. Čelični trgovački brod nekoć je imao uspravnu grednu statvu do koje su sezali vojevi limova vanjske oplata. Takvu su statvu uveli Amerikanci sred. XIX. st., a gradila se do 1930-ih. Tada su se pojavili pramci drukčijih oblika i profila, poglavito oni nagnute statve, kose po cijeloj visini ili samo nadvodno.

Danas se pramac iznad vode gradi kos, nagnut naprijed i proširen, čime se dobiva više prostora na palubi za vitla i drugu opremu.

Za smanjenje otpora valova često ima podvodno kruškoliko proširenje (bulb), koje se u pravilu kljunasto proteže naprijed. Takav oblik uveden je prije II. svj. rata na transatlantskim putničkim linijskim brodovima, nakon rata i na brzim teretnim brodovima, a od 1980-ih na gotovo svim trg. brodovima.

Ledolomci imaju pod vodom kos i oštar pramac, jer se brod uzdigne na led i svojom ga težinom lomi.

3.2. BULB PRAMAC

Bulbni pramac je produženje kruškolikog oblika na pramcu broda ispod vodene linije. Bulbni pramac mijenja način strujanja vode oko trupa, smanjujući otpor, i tako povećava brzinu, učinkovitost i stabilnost. Za slučaj sudara ili naleta na greben ima zadaću apsorbiranja kinetičke energije i povećavanja sigurnosti broda. Veliki brodovi s bulbnim pramcem uglavnom imaju 12 do 15 posto bolju iskoristivost goriva od sličnih plovila bez njih.

Bulbni pramac ima najviše učinka pod sljedećim uvjetima:

- kad se nalazi na brodu čija je vodna linija duža od 15 m
- kad brod ima vitku formu
- pri brzini koja je približno jednaka najvećoj brzini broda

Bulbni pramac stvara pri plovidbi takav val koji interferiranjem s pramčanim valovima koje stvara ostala forma pramca smanjuje visinu ukupnog pramčanog vala. Na taj način mijenja se raspodjela tlaka po brodu i smanjuje površina trupa koja je u dodiru s vodom što smanjuje otpor broda. Time se povećava energetska učinkovitost i brzina broda.

3.3. TRUP BRODA

Trup je vodonepropusna struktura broda ili čamca. Iznad trupa nalazi se nadgradnja i palubne kućice. Linija gdje se sastaje trup s površinom vode naziva se vodna linija. Struktura trupa broda ovisi najviše o vrsti broda.

U tipičnom modernom čeličnom brodu, struktura se sastoji od uzdužnih i poprečnih čeličnih profila i traka koji su presvučeni oplatom. Uzdužni i poprečni profili daju brodu čvrstoću, dok oplata daje brodu nepropusnost.

Trup broda se najčešće sastoji od valjanih limova te valjanih i složenih profila koji su međusobno spojeni, najčešće zavarivanjem.

Po globalnoj podjeli konstrukciju broda dijelimo na: kostur (konstrukciju strukture) i oplatu.

Kostur predstavlja poprečne okvire rebra i uzdužne nosače, izvedene, u pravilu, iz profila koji služe u svrhu davanja željenog oblika brodu i osiguravaju mu traženu čvrstoću, a ujedno omogućavaju sigurno postavljanje oplata na svoju strukturu.

Oplata predstavlja vanjsko opločenje koja se postavlja na konstrukciju kostura i uzvedi se, u pravilu, iz limova za kostur i međusobno spojenih, a osigurava brodu nepropusnost i sudjeluju u osiguranju njegove čvrstoće.

Unutar globalnih grupacija postoje područja koja se nalaze na svakom brodu, bez obzira na tip, vrstu i namjenu i to:

- dno broda,
- uzvoj,
- bokovi (bočna oplata ili dvobok),
- završni voj (razma),
- paluba.

3.4. BRODSKI VIJAK

Vijak je na suvremenim brodovima najrašireniji tip broskog propulzora i gotovo jedino sredstvo poriva. Možemo ga predočiti kao vijak koji na osovini okreće broski stroj i tako okrećući se u vodi kao matici, snagu broskog stroja pretvara u kretanje, tj. ostvaruje poriv.

Kod većih izvedbi, potisna snaga broskog vijka prenosi se preko osovine na odzivni ležaj a odatle na broski trup, a ne izravno na stroj čime je osigurana zaštita broskog pogonskog stroja. Sastoji se od glavine i dva do osam,[1] a kod podmornica i sedam, listova. Oni s glavinom čine jedno tijelo, a prema tehničkoj izvedbi danas susrećemo:

Vijke kod kojih su krila izlivena zajedno s glavinom ili FPP vijci. To su tzv. vijci s fiksnim krilima i vijci s prekretnim krilima ili tzv. vijci s upravljivim usponom ili CPP vijci, kojima se zakretanjem krila može mijenjati uspon.

Svaki od navedenih vijaka ima svoje prednosti i nedostatke. Vijak s fiksnim krilima najviše se upotrebljava, najjeftiniji je, najmanje podložan kvarovima i ima najveći stupanj iskoristivosti.

Vijak s prekretnim krilima ima prednost što se s pomoću takvog vijka može jednostavnije upravljati strojem i to izravno sa zapovjedničkog mosta. Nije mu potreban sustav za prekretanje stroja iz vožnje naprijed u vožnju krmom i obratno jer se osovina okreće uvijek u istom smjeru. Vožnja krmom ostvaruje se prekretanjem krila pomoću hidrauličnog uređaja u osovini i glavini vijka. Ovakvi vijci i uređaji skuplji su od običnih vijaka. Osim toga, nedostatak im je i taj što takvi vijci zbog lakšeg prekretanja krila redovito koriste krila s manjom površinom, a većim brojem okretaja vijka. Zbog toga po valovitom moru ovakvi brodovi više gube na brzini.

Vijci s krilima pričvršćenim na glavinu pomoću vijaka imaju prednost što se u slučaju oštećenja jednog krila isto može jednostavnije zamijeniti, ali mu je nedostatak manji stupanj iskoristivosti. Ovakvi se vijci veoma rijetko koriste.

3.5. KRMA

Krma je stražnji dio broda i drugih plovila. S krmenom statvom završava stražnji dio broda, odnosno krma. Oblik joj je različit, zavisno od toga hoće li nositi samo kormilo ili kormilo i vijak. Ako nosi samo kormilo, kao što je to kod jedrenjaka i brodova s dva vijka, onda joj je oblik vrlo jednostavan, sličan slovu L, a ako nosi i vijak, onda je on složeniji i naliči na okvir.

Kod brodova s dva vijka na statvu se prenosi tlak što ga morska struja i valovi stvaraju na kormilu, a kod onih na jedan vijak još i tlak koji vijak pravi pri radu. Zbog toga krmena statva ima jaču konstrukciju nego pramčana. Nekada se izrađivala kovanjem od

kovskog čelika, a danas od lijevana čelika ili u zavarenoj konstrukciji. Na modernim brodovima s karstaškom krmom upotrebljava se krmena statva.

Kormilo je polubalasnog tipa, dok je statva jednovijačnog broda. Kod dvovijačnog broda konstrukcija je takve statve ista, samo što statvene cijevi izlaze na brodskim bokovima.

3.6. PALUBA

Paluba je stalni pokrov preko odjeljka ili trupa broda to jest vodoravne ljuske trupa broda, koje u vojevima čine limovi palube. Na brodu ili čamcu, glavna paluba je vodoravna struktura koja tvori 'krov' trupa, koji jača trup i služi kao glavna radna površina.

Plovila često imaju više od jedne palube kako unutar trupa te na nadgrađu iznad glavne palube koji su slični podovima višekatnih zgrada, a koji se također nazivaju palube, kao što su i pojedini odjeljci i palube izgrađeni nad određenim područjima nadgrađa.

Vrste paluba su:

- Paluba nadvođa ili glavna paluba je najviša paluba koja se neprekinuto proteže od pramca do krme, paluba do koje se računa nadvođe.
- Donje palube su sve palube ispod glavne palube. Ako ima više donjih paluba, one se nazivaju: druga paluba, treća paluba itd., idući od glavne palube.
- Proračunska paluba tj. paluba čvrstoće je paluba koja čini gornji pojas poprečnog presjeka trupa. To može biti najgornja neprekinuta paluba ili paluba srednjeg nadgrađa odgovarajuće duljine.
- Pregradna paluba je najgornja paluba do koje sežu nepropusne pregrade.
- Izložene palube su dijelovi paluba izloženi utjecaju mora.
- Paluba nadgrađa je paluba koja odozgo zatvara nadgrađe. Ako postoji više redova nadgrađa, one se nazivaju: paluba nadgrađa 1. reda, paluba nadgrađa 2. reda itd., računajući od gornje palube. Palube nadgrađa neposredno iznad najgornje neprekinute palube se nazivaju paluba kaštela, paluba mosta i paluba krmice.

3.7. NADGRAĐE BRODA

Nadgrađe broda je proširenje postojeće strukture broda iznad glavne palube koje se proteže od jednog do drugog boka broda. Ako se to proširenje ne proteže od boka do boka broda, tada ga zovemo palubna kućica. Nadgrađa ne moraju pratiti skok palube, nego mogu imati i ravne palube i palube u obliku slomljenog pravca.

U poprečnom smislu, palube nadgrađa obično mogu biti ravna ili imati oblik kružnih lukova. Krovovi palubnih kućica su obično simetrično skošeni.

U funkcionalnom smislu, nadgrađa i palubne kućice predstavljaju dopunske prostore na brodu za nastambe, spremne i upravljanje brodom, koji na svojim stjenkama mogu imati vrata, okna, prolaze i slične otvore.

Nadgrađe može imati brojne utjecaje na brod, kao što može uvelike promijeniti krutost strukture i istisninu plovila, što može biti i štetno ako nije dobro izvedeno. Nadgrađe broda također utječe na nadvođe broda. Dijelovi nadgrađa na srednjem dijelu broda mogu povećati uzdužnu čvrstoću trupa.

Što duže nadgrađe brod ima (kao udio duljine broda), manje nadvođe je potrebno. Osim toga, nadgrađa predstavljaju rezervnu istisninu, što povećava sigurnost.

Nadgradnje se dijele prema položaju na brodu po dužini broda:

- nadgradnja na pramcu broda se zove kaštel,
- nadgradnja na sredini broda ili nadgradnja pri krmi za smještaj posade se zove most,
- nadgradnja na krmi broda se zove krmica ili kasar.

Slobodni prostor između dva nadgrađa zove se zdenac.

3.8. POGONSKI DIO

Brodsko propulzija je pogonski sustav koji razvija poriv koji pokreće plovilo, tj. silu potrebnu za svladavanje otpora kojim se voda i zrak opiru gibanju. Sastoji se od pogonskoga stroja, prijenosnih uređaja i propulzora, koji se kadšto naziva i propelerom. Propulzor preuzima snagu pogonskoga stroja, vjetra ili čovjeka i pretvara ju u porivnu silu.

Prva su plovila bila pogonjena ljudskom snagom. Isprva su se potiskivala rukama i odzivnom motkom, a potom i veslom, tj. motkom s posebno oblikovanom lopaticom na kraju; povlačenjem lopatice kroz vodu razvija se poriv.

Početkom primjene jedara ljudski je rad zamijenila energija vjetra, a jedra su ostala glavni oblik brodske propulzije sve do pojave parnoga stroja. Danas su brodovi i druga plovila, osim onih za rekreativne ili športske namjene, pogonjeni snagom motora, uz različite izvedbe propulzora. Vijčani propeler ili brodski vijak hidrodinamički je oblikovano tijelo koje razvija poriv svojom vrtnjom, tj. povećanjem brzine vodenoga mlaza.

Danas je brodski vijak najčešća vrsta propelera (propulzora), pa se u pomorskoj terminologiji propelerom obično smatra brodski vijak. Čahurni propulzor sastoji se od hidrodinamički profilirane čahure, u kojoj se nalazi pogonski elektromotor te vijčani propeler. Propulzor je s pomoću vertikalnoga nosača (stubline) pričvršćen u optimalnom položaju (po duljini, širini i visini) za trup broda. Nerijetko je usmjeriv (tzv. azipod), pa se može zakretati i tako istodobno služiti za kormilarenje i dinamičko pozicioniranje. Električnu struju proizvodi centrala koja se može smjestiti na neko prikladno mjesto unutar broda.

Izvanbrodski propulzor autonomni je pogonsko-porivni sklop, a služi za pogon manjih brodica i čamaca. Pričvršćuje se na krmeno zrcalo ili na bok brodice. Prednost je krmenoga smještaja zaštićenost, dok se bočno postavljen propulzor nalazi u znatno povoljnijem polju pritjecanja.

Cikloidni propulzori rabe se kada za pogon broda nije prikladan vijak, a među njih pripadaju Voith-Schneiderovi i Kirsten-Boeingovi propeleri. Brodovi opremljeni jednim parom takvih propulzora vrlo su pokretljivi i nije im potrebno kormilo. Najčešće se primjenjuju na lučkim tegljačima. Hidromlazni propulzor primjenjuje se na manjim plovilima u plitkim vodama, na posebnim čamcima za spašavanje te osobito na brzim putničkim katamaranima.

Danas su sustavi brodske propulzije nerijetko vrlo složeni, a osiguravaju i prilične snage. Tako npr. pogonski uređaj najvećega putničkoga broda Queen Mary 2 obuhvaća dvije plinske turbine i četiri dizelska motora sveukupne snage 117 MW, od čega 86 MW otpada na propulziju. Poriv razvijaju dva nepokretna čahurna propulzora sprijeda i dva usmjeriva straga, s vijčanim propelerima promjera 6 m, pojedinačne mase 260 t, snage 21,5 MW.

4. DIMENZIJE BRODA

4.1. OSNOVNE ZNAČAJKE

Deplasman - težina broda određuje se na način da se odredi težina istisnutog mora. Kako bismo doznali težinu istisnutog mora, koristimo se općom formulom, po kojoj je težina svakog tijela, jednaka zapremini tog tijela pomnoženoj sa specifičnom težinom, $A = V \cdot \gamma$ gdje je, A težina mora, V zapremina mora, a γ specifična težina mora.

Težinu mora A možemo zamijeniti sa težinom broda, s obzirom da su ove dvije veličine jednake. Zapremina mora V jednaka je zapremini podvodnog dijela broda, koju možemo izračunati. Specifičnu težinu mora mjerimo pomoću salinometra, a njena vrijednost je približno 1,025.

Iz toga proizlazi da je: $D = V \cdot \gamma$ gdje je D težina broda odnosno istisnina. Kako se težina broda mjeri posredstvom težine istisnute vode, ona je dobila naziv istisnina ili deplasman.

Deplasman se na europskom kontinentu mjeri tonama - t, od 1000 kg. Često se koriste i engleske tone od 1016 kg i nazivaju se long ton - Lt i od 907,2 kg i nazivaju se short ton - St.

Vodena linija - sjecište vanjskog broskog oblika s razinom vode. Razlikuju se: teretna vodena linija (TVL) na kojoj plovi kompletno opremljen i nakrcan brod. Za trgovačke brodove ta je linija određena posebnim propisima i mijenja se prema moru po kome brod plovi i godišnjem doba kada plovi.

Laka vodena linija (LVL) na kojoj plovi brod bez tereta je kompletno opremljen brod ali prazan.

Konstruktivska vodena linija (KVL) na kojoj brod plovi kada je opremljen onako kako je to pretpostavljeno pri njegovu osnivanju.

Nosivost - najviša teretna vodena linija određena je nadvođem ili bolje rečeno dodatnim znacima. Najniža vodena linija za teretne brodove predstavlja početnu liniju za krcanje tereta, to je moramo točno odrediti. Svakako da će na nju brod gaziti, ako bude imao jednu posve određenu težinu. Ta težina se sastoji iz težine trupa, težine strojeva, kotlova sa vodom u njima, pomoćnih strojeva, težine opreme i inventara. Sa ovako određenim težinama brod gazi točno na lakoj vodenoj liniji.

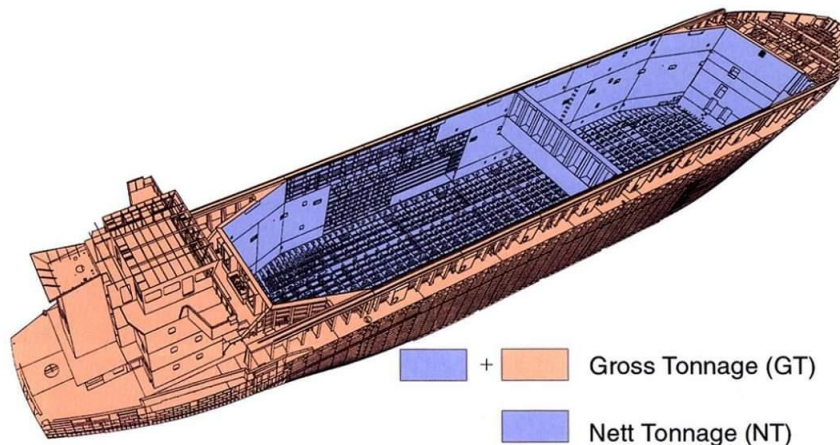
Nosivost je ona težina koju brod može ukrcati od lake vodene linije do teretne vodene linije. U praksi se koristi naziv "Deadweight" i označava se kraticom DW.

Nosivost broda može se podijeliti na:

- Korisnu nosivost koju čine teret, putnici sa prtljagom i zalihom pitke vode. Brod služi isključivo za prijevoz tereta ili putnika i na temelju toga ostvaruje vozarinu.
- Mrtvu nosivost čine sve ostale težine potrebne za održavanje putovanja.

Tonaža broda - veličinu teretnog broda možemo predstaviti njegovom nosivošću što nije slučaj i sa putničkim brodom. Ako premjerimo sve prostorije broda dobijemo njegovu zapreminu. Ta zapremina sigurno prikazuje veličinu broda. Za prikazivanje broda na ovaj način ne uzima se za jedinicu mjere kubični metar, već se uzima veća jedinica. Ta jedinica zove se registarska tona. Registarska tona je mjera za prostor, a sadržava 100 engleskih kubičnih stopa = 2,83 m³.

Zapreminu svih zatvorenih prostorija na brodu, bili oni ispod palube ili nad palubom, izraženu u registarskim tonama nazivamo bruto registarska tonaža broda. Ova tonaža predstavlja stalnu veličinu svakog broda, bio on putnički, teretni ili bilo koje vrste.



Slika 5. Bruto i netto tonaža broda

Ako se od bruto registarske tonaže oduzme tonaža onih prostorija u kojima su smještena pogonska postrojenja, prostorije za posadu, navigaciju itd., dobiti ćemo neto registarsku tonažu. Neto registarska tonaža predstavlja onu tonažu koja je određena za teret i putnike. Bruto registarska tonaža označuje se sa kraticom **GT**, a neto registarska tonaža sa **NT**.

Tone po jedinici zagažaja - težina, izražena u tonama, koju treba ukrcati u brod, da bi se srednji gaz povećao za jednu jedinicu mjere. U anglo-američkom sustavu daju se tone od 1016 kg za 1 palac promjene srednjega gaza, a kod europskih zemalja daju se tone od 1000 kg za 1 dm ili 1 cm promjene srednjega gaza. Tone po jedinici zagažaja ovise o površini plovne vodene linije i zato one nisu pri svakom gasu iste.

Kapacitet za teret - pod ovim se izrazom razumijeva prostor, koji je u brodu raspoloživ za teret, a označava se u kubičnim stopama ili u kubičnim metrima. Razlikuju se dva kapaciteta: kapacitet za žito i kapacitet za bale. Žito u rasutu stanju ispunjava sav prostor skladišta. U kapacitet za bale nije uračunat prostor, koji tako zapakiran teret ne može zauzeti. U oba slučaja nije uračunat prostor, koji zauzimaju upore, zaštitne cijevi i slične strukture u prostorima za teret. Kod brodova za prijevoz smrznutih ili rashlađenih tereta prostor se računa od unutarnje oplata izolacijskih obloga i od tako računatog prostora odbija se prostor koji zauzimaju upore, priboji, rashladne cijevi, provodi za zrak itd. Ako je prostor za teret razdijeljen u ćelije, prostor svake ćelije se računa posebno.

Prostor po toni nosivosti - omjer između ukupnog kapaciteta za bale i ukupne nosivosti. Drugim riječima to je prostor, koji mora zauzimati 1 tona tereta, da bi se potpuno iskoristila nosivost i prostor broda, pa će brod uroniti do oznake nadvođa, kad su svi brodske prostori za teret napunjeni. Za tako nakrcan brod Englezi kažu, da je »full and down«.

Planovi i nacrti broda - služe pri iskorištavanju broda, da odredimo količinu tereta koju ćemo ukrcati, kako ga složiti, možemo li svugdje na svaki vez pristati i normalno obaviti iskrcaj i ukrcaj tereta.

- Nacrti vodnih crta ili linija prikazuju se u uzdužnom presjeku, tlocrtu i bokocrtu
- Opći plan (general plan) prikazuje nacrt broda u uzdužnom presjeku i prikazuje na brodu osobito prostorije za teret. U bokocrtu naći ćemo prikaz na glavnom rebu i u tlocrtu. U bokocrtu iščitavamo potrebne dimenzije vodeći računa na omjer nacрта.
- Kapacitetni plan (capacity plan). U uzdužnom presjeku nacrt svih prostora, ali s nizom podataka, npr. Za svako skladište njegova zapremnina i količina tereta koju možemo ukrcati uz poznat čimbenik slaganja.

Tu su kapaciteti tankova i količina goriva, koja će stati u tankove uz određenu gustoću. Osim toga imamo tablične vrijednosti glede svakog skladišta, pozicionirano između određenih rebara.

- Tablica nosivosti, sadrži istisninu, nosivost, tone/cm zagažaja, jedinični moment trima, te ostale podatke bitne za proračun stabilnosti broda. Temeljni ulazni podatak je srednji gaz. Postoje i planovi pojedinih sekcija, detaljni planovi.

Kapacitetni plan - plan broda na kojem su označeni prostori za teret i brodski tankovi, njihov kapacitet i položaj težišta. Uz ovaj se plan obično ucrtava ljestvica istisnine ili nosivosti i daju razni hidrostatički podaci broda. Na planu je označeno, koji se tankovi protežu preko cijele širine broda, a koji su nepropusnom pregradom pregrađeni u lijevi i desni tank. Kod pregrađenih tankova kapacitet se odnosi obično na jedan tank, te ako se želi znati kapacitet lijevog i desnog tanka, podatak pročitani u planu treba množiti sa 2.

Kapacitet tankova - sadržaj tanka se mjeri pomoću sonde. Sonda je graduirana šipka koja se spusti u tank, te se po tragu koji tekućina na njoj ostavlja vidi kolika je visina tekućine u tanku, odnosno kolika je visina praznog prostora u tanku. Kod tekućina, koje na dnu tanka ne ostavljaju taloga, mjeri se visina tekućine, a kod tekućina, koje ostavljaju talog, kao što je npr. tekuće gorivo, mjeri se visina praznog prostora (tzv. ullage), jer je zbog taloga gotovo nemoguće ustanoviti, da li je sonda došla do dna tanka ili nije.

Svaki je tank kalibriran, osim tankova, koji služe isključivo za balast, pa se na temelju visine tekućine ili praznog prostora pomoću tablica određuje, koliko je tekućine u tanku.

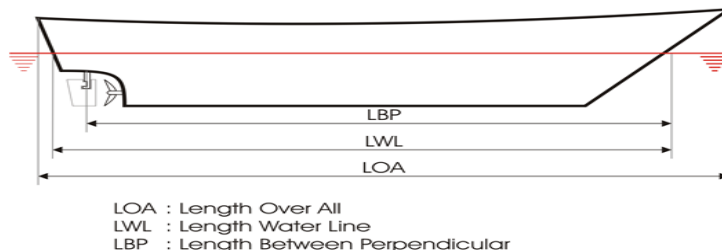
4.2. OSNOVNE DIMENZIJE BRODA

4.2.1. Dužina broda

Kod broda se razlikuje više dužina:

- Dužina preko svega ili najveća dužina LOA (*length overall*) mjeri se između dva pravca, okomita na VL, kroz krajnje točke broda (kosnik, kormilo). Ta se dužina uzima u lukama, ustavama, prolazima i dokovima s ograničenim dimenzijama.
- Dužina na konstruktivnoj vodenoj liniji L_{KVL} mjeri se između dviju okomica koje se postavljaju kroz krajnje točke konstruktivne vodene linije. Ta je dužina mjerodavna pri proračunu brodske pretege (prodor vode i proračun naplavljivosti) te kod proračuna otpora broda. Konstruktivna vodena linija (KVL) je najveća plovna vodena linija do koje brod smije gaziti. Ona se podudara sa teretnom vodenom linijom. Dužina na konstruktivnoj vodenoj liniji (L_{KVL}) je dužina broda mjerena na ovoj vodenoj liniji između krajnjih točaka pramca i krme.

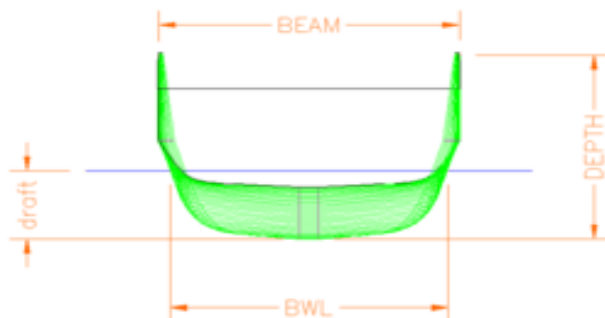
Perpendikulari su okomice koje prolaze kroz sjecišta teretne vodene linije sa stražnjim bridom pramčane statve i prednjim bridom krmene statve. Dužina između perpendikulara je dužina između njih mjerena na teretnoj vodenoj liniji. Ona se označava sa L_{pp} .



Slika 6. Dužina broda

4.2.2. Širina broda

Širina preko svega ili najveća širina broda B mjeri se na najširem mjestu broda preko bokoštitnice ili drugih dijelova koji strše preko brodskih bokova. Najšire se mjesto broda obično nalazi na glavnom rebru. Ta je širina važna za ulazak u luke, dokove, ustave, prolaze između stupova ispod mosta, a razlikuje se od proračunske širine. Širina broda (B) se mjeri između vanjskih rubova rebra na najširem mjestu broda. Na isti način se mjeri i najveća širina samo s razlikom, što se ova uzima preko vanjske oplata i drugih izdanaka.



Slika 7. Širina broda

Proračunska širina B može biti na KVL ili ispod nje, a mjeri se kod čeličnih brodova na vanjskom rubu rebra.

Širina nadvodnog dijela broda ne mora biti jednaka širini VL. Ako je manja kaže se da su rebra uvučena, a ako je veća kaže se da su rebra izbočena. Izbočenim rebrima dobiva se šira paluba i veći stabilitet za nagibanja, ali je mogućnost oštećenja gornjih dijelova mnogo veća, zbog toga se izbočena rebra nalaze obično na pramcu, jer je tu brod uži pa ne postoji opasnost oštećenja.

Proširenje rebara pridonosi proširenju palube na pramcu, gdje je osobito pogodno radi priveznih radova, dizanja i spuštanja sidra; daljnje su prednosti što zbog izbočenih rebara voda na tom mjestu, kod posrtanja broda lakše diže pramac iz vala; pramac teže uronjava u more.

4.2.3. Visina broda

Visina H mjeri se na polovici duljine broda, i to na boku, od vodoravne linije kroz gornju stranu kobilice, na čeličnom brodu do gornjeg lica sponja najviše palube koja je postavljena preko čitave duljine broda. Visina je važna za istisninu jer o njoj ovisi gaz, korisna nosivost broda te prostor potreban za teret i putnike. Visina je zapravo odnos L/H i vrlo je važna za uzdužnu čvrstoću broda. Na morskim brodovima taj se odnos, zbog velikih naprezanja na valovima, uzima nešto veći od 10, dok za brodove unutrašnjih voda (riječni, jezerski i kanalski) taj odnos može doseći čak 30.

Za određivanje nadvođa ta se visina mjeri na brodskom boku i to na $\frac{1}{2} L$, ali ne do gornjeg lica sponje, već do gornjeg lica palubne proveze, ako postoji čelična paluba, ali ako postoji drvena paluba onda se mjeri do sjecišta produžene gornje linije palube s brodskim bokom. Dubina prostora se mjeri na različite načine i služi za izmjeru brodskog prostora. Dubina prostora (P_d) predstavlja dubinu unutarnjeg prostora u sredini broda od najviše točke dvostrukog dna, odnosno njegovog poda do gornjeg ruba sponje krovne palube.

4.2.4. Gaz broda

Gaz (T) jest mjera za dubinu do koje je brod uronjen u vodu. Mjeri se od najdonje točke tijela broda (kobilice), odnosno njegovih izdanaka (kormila, vijka, kuka) do neke vodene linije. Za oznaku gaza stavljaju se propisani znakovi na vidljivom mjestu broda.

Razlikujemo dva gaza i to gaz na pramcu i gaz na krmi. Kad su ova dva gaza jednaki, kažemo da je brod u ravnoteži (ravna kobilica). Ako brod gazi više pramcem nego krmom, kažemo da je pretežan. Ako brod gazi više krmom nego pramcem kažemo da je zatežan. Razlika između pramčanog i krmenog gaza zove se trim broda.

$$t_U = T_P - T_K$$

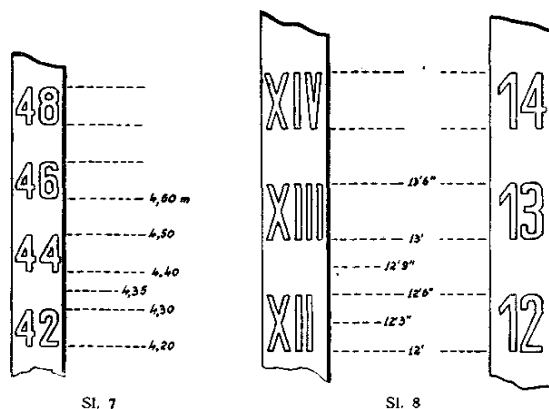
Aritmetička sredina između gaza na pramcu i onog na krmi daje nam srednji gaz.

$$T_S = \frac{T_P + T_K}{2}$$

Gaz se bilježi na obje strane pramčane i krmene statve. Gaz je vrlo važan za brodove koji plove u lukama, jezerima ili kanalima ograničene dubine.

Gaz broda očitava se na brodskim zagaznicama. Zagaznice su istaknute na obje strane pramčane i krmene statve, te na sredini broda. Postoji metrički sustav označavanja i engleski sustav označavanja. U SI sustavu (metričkom) obično se gaz označava arapskim brojkama.

Brojke su visoke 1 decimetar, a isto toliki je i razmak između njih. Donji rub brojke označava onaj gaz koji ta brojka pokazuje. U engleskom sustavu jedinica gaz se označava stopama. Stope se bilježe rimskim ili arapskim brojkama. Svaka brojka visoka je $\frac{1}{2}$ stope, a toliki je i razmak između njih.



1 stopa (*foot*) (1') = 12 palaca
 1 stopa = 0,3048 m = 30,5 cm
 1 palac (*inch*) (1'') = 0,0254 m = 2,5 cm

Slika 8. Zagaznice

4.2.5. Nadvođe broda

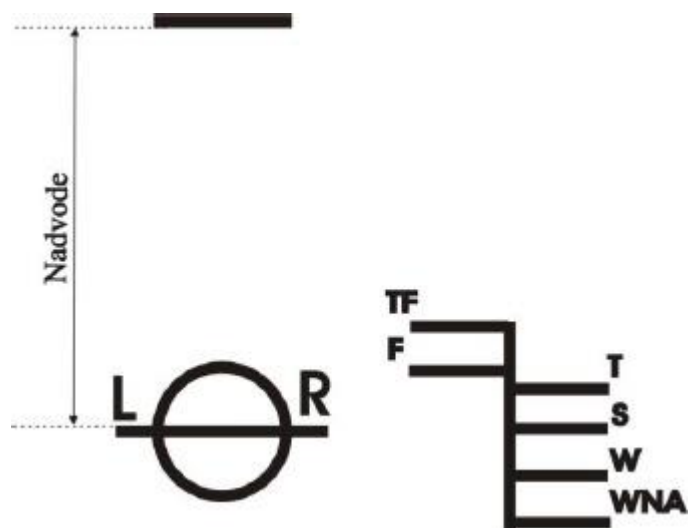
Nadvođe se mjeri na $\frac{1}{2} L_{PP}$ na vanjskom rubu oplata; na čeličnom brodu od KVL do gornje strane čeličnog palubnog oplošja; ako se preko čeličnog oplošja nalazi i drvena

oplata, onda se nadvođe mjeri do gornje strane palube. Zbog obluka palube nadvođe je na pramcu i na krmi veće od nadvođa na $\frac{1}{2} L_{PP}$.

Kod trgovačkih brodova postoje uglavnom tri dužine: dužina na konstruktivnoj vodenoj liniji, dužina između perpendikulara i dužina preko svega.

Nadvođe u širem smislu je razmak između palube i razine mora. Zbog sigurnosti života na moru i dobara, koja se prevoze morem, postoje međunarodna pravila za određivanje najmanjeg dopuštenog nadvođa za morske brodove. Na temelju pravila određeno nadvođe se mjeri na polovici dužine broda i to od crte, u kojoj produženje gornje površine oplata palube siječe vanjsku površinu oplata broda. Ova je crta označena gornjim rubom linije, i zove se oznaka palube (*deck line*). Oznaka palube je 300 mm duga i 25 mm debela.

Točno ispod oznake palube nalazi se oznaka nadvođa. Kroz središte kruga od 300 mm promjera povučena je vodoravna linija 25 mm debela i 450 mm duga. Udaljenost gornjeg ruba te linije od gornjeg ruba oznake palube je najmanje dopušteno nadvođe za dotični brod, kad poduzima putovanja po otvorenom moru u ljetno doba. Zato se ta crta, koja je povučena kroz središte kruga, zove ljetna marka (*summer mark*). Od gornjeg ruba ljetne marke mjere se sva ostala nadvođa. Slova, koja su urezana iznad krajeva ljetne marke, inicijali su zavoda, koji je, po ovlaštenju dobivenom od vlade, odredio nadvođe za dotični brod, a to je gotovo uvijek zavod, kod kojeg je brod klasificiran. Tako na pr. LR znači Lloyd Register, HR Hrvatski registar, BV Bureau Veritas, AB American Bureau itd.



Slika 9. Oznake nadvođa

Od ljetne marke prema pramcu, na udaljenosti od 540 mm od središta spomenutog kruga, nalazi se vertikalna crta 25 mm debela, od koje se ucrtavaju razna druga nadvođa. Kad brod putuje po otvorenom moru u zimsko doba, mora imati veće nadvođe, da bi mogao lakše odolijevati nepogodama. Zbog toga se od spomenute vertikalne crte prema pramcu ucrtava vodoravna linija 25 mm debela i 250 mm duga, koja nosi oznaku W (*winter*, zima). Gornji rub te linije označuje najmanje nadvođe, koje je brodu dopušteno, kad poduzima putovanja po otvorenom moru u zimsko doba. Zato se ta oznaka zove »zimsko marka« (*winter mark*). Razmak između ljetne i zimske marke iznosi $\frac{1}{48}$ gaza broda na ljetnoj marki (odnosno $\frac{1}{4}$ palca za svaku stopu gaza).

Kad brod poduzima putovanja u zimsko doba preko sjevernog Atlantika, mora imati još veće nadvođe. Oznaka za to nadvođe nalazi se 2 palca (51 mm) ispod zimske marke i nosi oznaku WNA (*Winter North Atlantic*). Brodovi, koji su dulji od 330 stopa (100,58 m), nemaju te oznake, te se za ta putovanja krcaju do zimske marke.

Iznad zimske marke nalazi se linija s oznakom S (*summer*), koja je u produženju već spomenute crte povučene kroz središte kruga i koja označuje ljetnu marku. Iznad ove linije nalazi se linija 250 mm duga i 25 mm debela; gornji rub te linije označuje nadvođe za putovanja po tropskim vodama. Ta linija nosi oznaku T (*tropical*) i zove se »tropska marka«. Udaljenost između tropske i ljetne marke jednaka je udaljenosti između ljetne i zimske marke, uz uvjet da nadvođe u slanoj vodi pri tropskoj marki ne bude manje od 2 palca (51 mm).

Kad brod prijeđe iz slane vode u slatku, mora više uroniti, jer je slatka voda lakša od slane. Oznaka za nadvođe u slatkoj vodi je vodoravna crta 250 mm duga i 25 mm debela, koja je povučena od spomenute vertikalne crte prema krmu i nosi oznaku F (*fresh water*). Iznad ove crte obično se ucrta još jedna, koja nosi oznaku TF (*tropical fresh water*). To je oznaka nadvođa u tropskim predjelima u slatkoj vodi; izračunava se po istoj formuli, samo s deplasmanom, koji odgovara tropskoj marki.

Ako se ne može odrediti deplasman broda na ljetnoj, odnosno na tropskoj marki, uzima se, da je razlika nadvođa između ljetne marke i marke za slatku vodu jednaka $1/48$ gaza pri ljetnoj marki.

Vertikalna crta s oznakom nadvođa za razne krajeve i godišnja doba zove se ljestvica nadvođa. Brodovi, koji ispunjavaju određene uvjete imaju od spomenutog kruga prema krmu još jednu ljestvicu, koja označuje nadvođa za odnosni brod, kad ima na palubi teret drva. Oznake su slične onima na prije opisanoj ljestvici, ali ispred oznake za svako nadvođe stoji slovo L. Tako LS označuje ljetnu marku, kad brod ima drva na palubi, LW zimsku marku za takav slučaj, itd. Sve su crte i na ovoj oznaci debele mm (odnosno 25 1 palac) i mjerodavan je gornji rub crte.

Pri utvrđivanju visine nadvođa u obzir se uzimaju: oblik i veličina broda, čvrstoća broskog trupa i pouzdanost sredstava za zatvaranje otvora, raspored nepropusnih pregrada (kod putničkih brodova).

Svaki brod mora imati tzv. maritimna svojstva, koja mu omogućavaju da sigurno plovi po uzburkanom moru. Kad brod susreće val, uzgon se povećava na mjestu, gdje se razina vode digla zbog vala koji nadolazi. To povećanje uzgona diže brod na valove i tako se sprečava opasno rušenje valova na palubu broda. Zatvoreni nadvodni dio trupa je rezerva uzgona, koja brodu daje sposobnost da se diže na valove. Brod kojem je nadvodni dio trupa veoma nizak rezerva uzgona je veoma malena i on se ne će dizati na valove, nego će se valovi rušiti preko njega. Slična se stvar događa s prekrcanim brodom. U nevremenu ruše se valovi preko njegove palube s velikom snagom i mogu mu nanijeti štete, zbog kojih može čak i potonuti.

Veoma je lako shvatiti i važnost dužine broda. Kratak brod, zbog manjeg uzdužnog momenta tromosti, lakše posrće, nego dugi brod, a osim toga, on rijetko susreće valove, koji su kraći od njega, pa jaši samo na jednom valu i zato se lako diže na valove. Brod, koji je beskonačno dug, ne će se uopće dizati na valove. Takav brod, da bi mu paluba bila suha, morao bi imati nadvođe, koje je veće od visine valova.

Svaki brod mora imati rezervu uzgona, koja mu je potrebna za sigurnost u plovitbi, a ta se rezerva ne procjenjuje u apsolutnim veličinama, već u postocima deplasmana. Malen brod mora imati relativno veću rezervu uzgona nego velik brod, a dugi brod mora imati relativno više nadvođe od kratkog broda.

Kako brodovi susreću valove najviše pramcem ili krmom, poželjno je da na krajevima broda rezerva uzgona bude što veća. Zato paluba ima uzvoj, a pored toga, često se gradi na pramcu kaštel, a na krmu kasar. Kaštel, kasar i ostala nadgrađa na palubi nadvođa smatraju se rezervom uzgona i uzimaju se u obzir pri određivanju nadvođa, na temelju njihove »efektivne dužine«, koja se određuje po pravilima.

Sredstva za zatvaranje grotla, otvora na palubama, pregradama itd. propisana su pravilima i strogo se pazi, da ta sredstva budu uvijek u ispravnom stanju. Postoje također propisi u pogledu veličine i smještaja otvora za odlijevanje vode s palube. Pravila ne dopuštaju pretjerano nakrcavanje broda, jer bi se tako ugrozila njegova čvrstoća i nepropusnost, ali brod se može tako čvrsto sagraditi, da bi s gledišta čvrstoće i nepropusnosti bio siguran čak i onda, kad bi bio nakrcan do same palube. U tom slučaju,

naravno, nadvođe se određuje samo s gledišta maritimnih svojstava broda. Ne određuje se nadvođe po čvrstoći, nego se čvrstoća trupa određuje po nadvođu. Pri projektiranju se broda već odluči, koji će biti najveći gaz i od koje će se palube mjeriti nadvođe.

Svaki brod, koji nosi više od 12 putnika, smatra se putničkim brodom i mora udovoljiti stanovitim propisima u pogledu broja i razmještaja poprečnih nepropusnih pregrada, da bi se smanjila opasnost od potonuća u slučaju prodora vode u brod.

Određivanje visine nadvođa temelji se na standardnom tipu broda, dok za određene posebne tipove postoje i posebna pravila. Nadvođe za tankere, tj. brodove koji su specijalno građeni za prijevoz tekućina u tankovima, imaju jaku strukturu, što opravdava smanjenje nadvođa. Brodovima koji imaju teret na palubi odobrava se manje nadvođe jer se smatra da dobro složeno drvo na palubi služi kao dodatna rezerva uzgona.

5. TEMELJNI POJMOVI O BRODU I BRODSKOJ KONSTRUKCIJI

5.1. SVOJSTVA BRODA

Osnovna svojstva broda su plovnost, čvrstoća, stabilnost, brzina, otpor broda, okretljivost broda i ponašanje broda na moru.

5.1.1. Plovnost broda

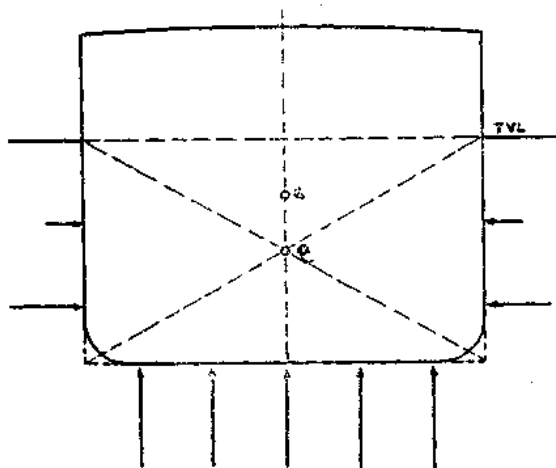
Na tijelo uronjeno u tekućinu djeluje uzgon. To je sila usmjerena vertikalno prema gore, tj. suprotno smjeru sile teže. Uzgon nastaje zbog djelovanja hidrostatskog tlaka na uronjeno tijelo. Donje stjenke uronjenog tijela na većoj su dubini nego gornje, pa je hidrostatski tlak koji tlači donje stjenke veći nego tlak koji pritiskuje gornje stjenke. Zato je sila koja zbog toga tlaka djeluje na donje stjenke u smjeru prema gore veća od sile koja djeluje na gornje stjenke u smjeru prema dolje. Na taj način zbroj sila kojima tekućina tlači na stjenke tijela, a to je uzgon, usmjeren vertikalno prema gore.

Iznos uzgona jednak je umnošku gustoće tekućine ρ , akceleracijske sile g i obujma tijela V .

$$F = \rho \cdot g \cdot V$$

Ako uzmemo da produkt $\rho \cdot g \cdot V$ predstavlja težinu tekućine koja ima jednak obujam kao uronjeno tijelo, tj. težinu tekućine istisnute kada se tijelo uroni, možemo reći da uzgon na uronjeno tijelo ima jednak iznos kao težina istisnute tekućine. To je Arhimedov zakon. Uzgon ovisi samo o gustoći tekućine i o obujmu tijela, a neovisan je o obliku tijela.

Na tijelo uronjeno u tekućinu djeluju dvije sile; uzgon F_{uz} u smjeru vertikalno prema gore i sila teža F_g vertikalno prema dolje. Hoće li tijelo plivati ovisi o tome koja je od tih dviju sila veća.



Slika 10. Težište uzgona

Središte, odnosno težište, u kojem koncentrirano djeluje sila uzgona naziva se težište istisnine ili uzgona B . Težište u kojem koncentrirano djeluju sile težina na brodu naziva se težište sustava G . Ove dvije sile su po veličini jednake, ali su suprotnog smjera.

Ako se poveća težina broda povećati će se i istisnina i brod će plutati na određenoj vodenoj liniji. Najviša vodena linija do koje se brod smije krcati je teretna vodena linija TVL. Plovnost broda je svojstvo broda da sigurno pluta na moru.

5.1.2. Čvrstoća

Čvrstoća broda je svojstvo svih uzdužnih i poprečnih elemenata koje tvore brod da ostanu povezane zajedno, pri svim napreznjima kojima će brod biti izložen na moru. Pri gradnji broda treba voditi strogo računa da njegova čvrstoća bude pravilno raspodijeljena, kako bi brod bio na svakom mjestu dovoljno čvrst, jer bi u protivnom na najslabijem mjestu puknuo. Brod je čvrst onoliko koliko je njegova čvrstoća na najslabijem mjestu. U plovidbi na moru brod treba izdržati razna napreznja, koja se dijele na:

- napreznja čitave strukture i
- lokalna napreznja.

Strukturna napreznja dijele se dalje na:

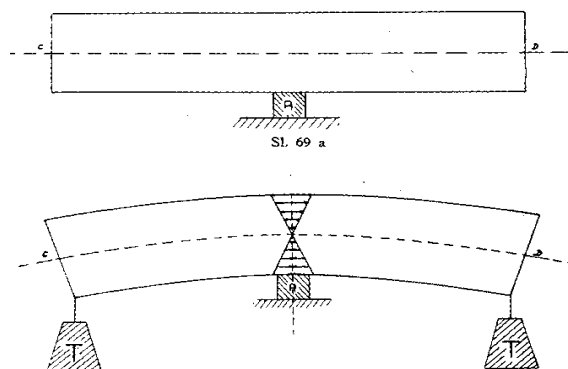
- uzdužna i
- poprečna.

Lokalna napreznja dijele se na:

- vibracije uslijed valova,
- udaranje pramca o valove,
- lokalne težine,
- dokovanje i
- vibracije uslijed rada stroja.

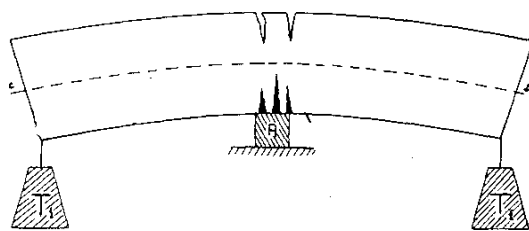
Uzdužna napreznja broda

Uzdužna napreznja broda mogu se prikazati kao napreznja na gredi pravokutnog oblika. Linija CD dijeli gredu na dva jednaka dijela. Sredina joj leži na čvrstom osloncu A. Ako se na krajevima grede objesi teret T, greda će se saviti. Gornji rub će se izdužiti, a donji skratiti.



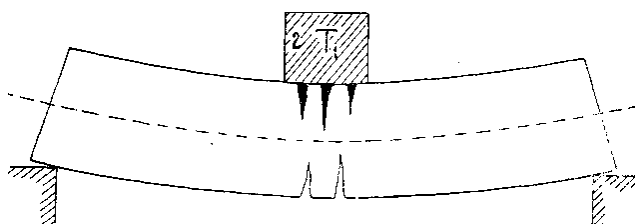
Slika 11. Uzdužna napreznja broda - savijanje

Produženja na gornjem dijelu grede nastaju uslijed razvlačnih sila, a skraćivanja na donjem dijelu uslijed tlačnih sila. Dužina grede po sredini se nije promijenila, iako se linija CD savila. Uzrok ovakvom stanju je taj što po liniji CD ne djeluju razvlačne i tlačne sile. Ova linija, po kojoj greda i pored savijanja, nije opterećena napreznjima, zove se neutralna os.



Slika 12. Uzdužna naprezanja – pucanje uslijed razvlačenja

Ako se greda optereti većom težinom, takvom da naprezanja nadjačaju njenu čvrstoću, greda će po gornjem rubu uslijed razvlačenja puknuti, a po donjem će se rubu uslijed tlačenja nabrati. Sličan, samo obratan slučaj dešava se sa gredom čiji su krajevi naslonjeni na čvrstu podlogu, a sredina opterećena.



Slika 13. Uzdužna naprezanja – pucanje uslijed opterećenja

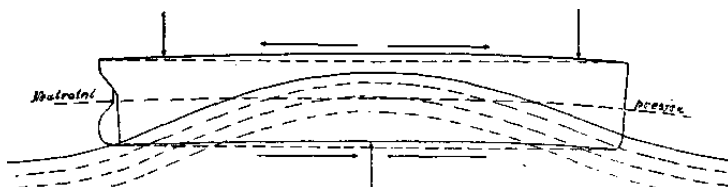
Da bi greda izdržala povećana naprezanja pojačava se uglovnicama. Uglovnice se zakivaju po rubovima, gdje su naprezanja najjača. Ovim greda dobiva znatno veću čvrstoću. Brod je izložen sličnim naprezanjima.



Sl. 70

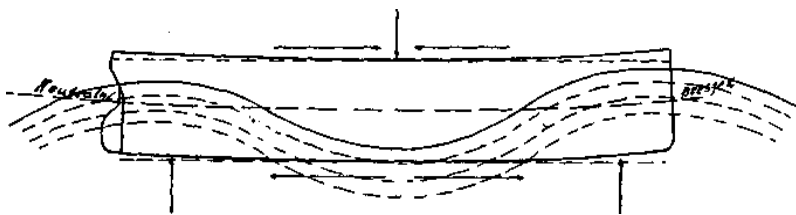
Slika 14. Pojačavanje grede uglovnicama

Kada brijeg vala zahvati sredinu broda, a dolovi pramac i krmu onda je uzgon vode po sredini veći nego na pramcu i krmu. Usto je uzgon vode po sredini veći od težine sredine broda, a na pramcu i krmu manji od težine pramca i krme. Zbog ovog nastaju razlike u silama, što uzrokuje previjanje broda. U ovom slučaju paluba je izvrgnuta razvlačnim a dno tlačnim silama, dok mjesta po neutralnom presjeku nisu opterećena.



Slika 15. Previjanje broda (Hogging)

Suprotan slučaj je kada brod sijeda pramcem i krmom na brjegovu vala. U ovom je slučaju uzgon vode na krajevima broda veći nego u sredini. Po palubi nastaju tlačne sile, a po dnu razvlačne. Nastaje uzvijanje broda.

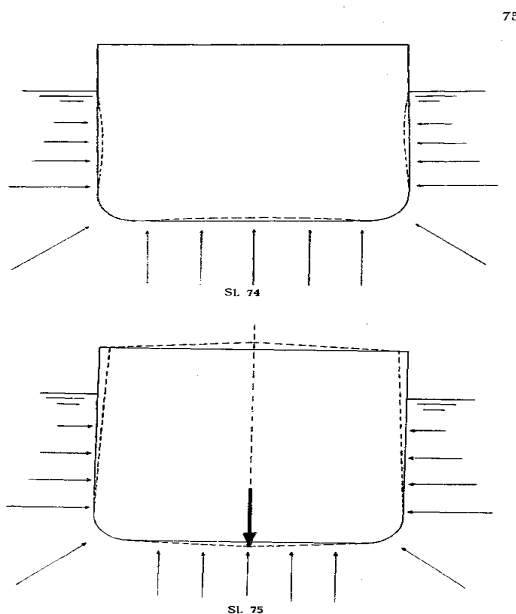


Slika 16. Uzvijanje broda (Sagging)

Brod treba imati dovoljnu čvrstoću u uzdužnom smjeru radi uzdužnih naprezanja koja nastaju djelovanjem razvlačnih i tlačnih sila. Elementi uzdužne čvrstoće su oplata dna – dvodna, boka – dvoboka, palube, uzdužni nosači dna, kobilica, završni voj i palubna proveza. Elementi koji se nalaze na visini neutralne osi ne doprinose uzdužnoj čvrstoći jer tu nema uzdužnih naprezanja.

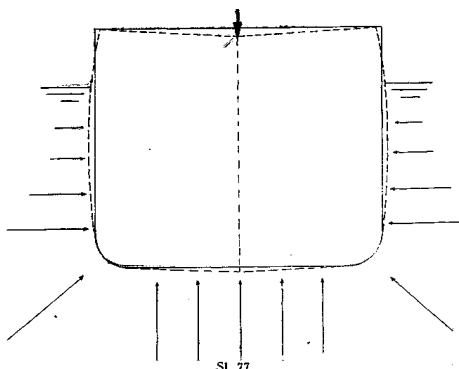
Poprečna naprezanja broda

Vanjski tlak vode na brod i njegovo valjanje na valovima uzrokuju poprečna naprezanja broda. Tlak vode nastoji izobličiti brod i onda kad on pluta, u mirnoj vodi.



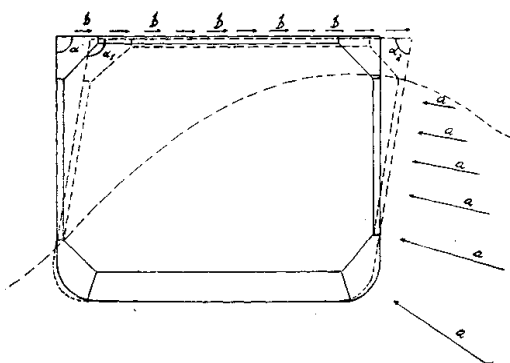
Slika 17. Poprečna naprezanja uslijed tlaka vode

Tlak raste sa dubinom a time raste i opasnost od izobličenja. Sama oplata broda, bez potpora sa unutarnje strane, nije dovoljno čvrsta da izdrži ovaj tlak. Stoga se ona podupire okosnicom, naročito po dnu, gdje je tlak vode najjači. Ako se u skladištu, blizu simetrale, postave velike težine nastati će naprezanja koja će nastojati izbiti dno prema vani, a palubu prema gore. Naprezanja palube nastala uslijed krcanja tereta na palubi ili kad valovi nalijeću na nju mogu biti veoma opasna po konstrukciju broda. Ovim naprezanjima suprotstavljaju se uglavnom sponje, upore i nepropusne pregrade.



Slika 18. Poprečna naprezanja uslijed težine na palubi

Na valovitom moru uslijed valjanja broda, nastaju naprezanja koja nastoje izobličiti brod u poprečnom smjeru. Pri valjanju, brodska masa, koju čine: trup

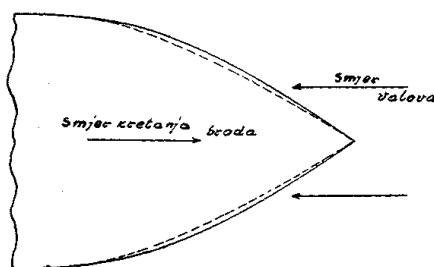


Slika 19. Poprečna naprezanja uslijed valjanja broda

i nadgrađe, teret i slobodne površine u tankovima kreću **a** se u smjeru broda. Kada se brod nagne sila uzgona sa uronjene strane nastoji ga uspraviti, a masa u kretanju **b**, uslijed inercije, nastoji ga dalje nagnuti. Nastaju jaka naprezanja na koljenima, koja, u težim slučajevima, mogu uzrokovati njihov lom. Uzdužni i poprečni elementi broda imaju svoju granicu izdržljivosti. Svako prekoračenje granice uzrokuje oštećenje brodske konstrukcije. Lokalna naprezanja su ona naprezanja koja nastaju na pojedinim dijelovima broda.

Vibracije uslijed djelovanja valova

Djelovanjem valova nastaju vibracije na oplati pramca. Brod u kretanju naprijed nailazi na promjenljiv tlak valova, jer pramac pred sobom odbacuje nejednaku količinu vode.

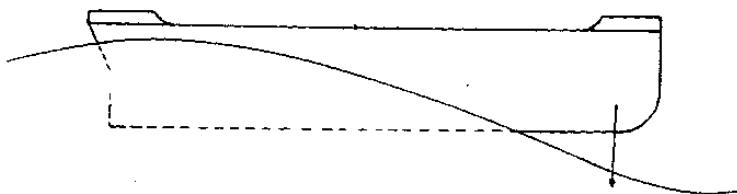


Slika 20. Vibracije uslijed djelovanja valova

Promjenljivo i naizmjenično odbacivanje vode održava se u obliku potresa ili vibracija. Stoga se na pramcu ugrađuju gušća rebra i deblji limovi, a usto se bokovi pojačavaju posebnim elementima.

Udaranje pramca o valove

Prazan brod, bez dovoljno balasta, relativno je lak. Kad brod plovi, u ovakvom stanju, protiv valova izložen je jakim udarcima. Val koji naiđe poduhvati pramac i odbaci ga u vis. Kada sredina broda pređe brijeg vala, prednji dio broda prevagne, a pramac, uslijed svoje težine i zamaha udari jako o površinu mora. Kod brodova sa tupim pramcem i plosnatim dnom kao što su teretni brodovi, ovaj udarac je vrlo jak i oštar, a postoje još jači, ako je prednji pretežni tank pun vode.



Slika 21. Udaranje pramca o valove

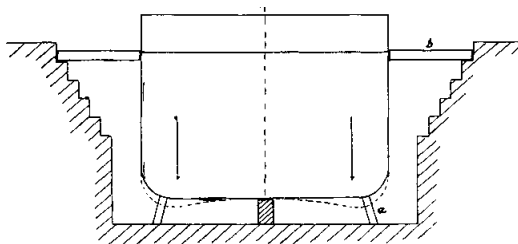
Uslijed ovih udaraca nastaju jaki trzaji broda, naročito u prednjem dijelu. Ovi trzaji su opasni za konstrukciju broda, naročito za spojeve dna pri kobilici i za konstrukciju dvostrukog dna iza sudarne pregrade.

Lokalne težine

Ako se na mali prostor, postave teški tereti, nastaju jaka naprezanja zbog razlike između težine, kao sile s jedne strane i izdržljivosti materijala ili uzgona s druge strane.

Dokovanje

Brod u doku, podvrgnut je poprečnim naprezanjima, djelovanjem težine trupa i nadgradnje. U doku, on leži na potporama. Ako se potpora postavi samo ispod kobilice, na nekoliko mjesta, on će se uleknuti. Uleknuće će nastati baš na onim mjestima gdje je brod postavljen, jer se čitava težina broda preko tih mjesta prenosi na dok. Da ne bi došlo do ovog ulegnuća, potrebno je podstaviti brod na što više mjesta. Opasnost od ulegnuća i prevjesivanja postaje veća, što je brod teži. Takav slučaj nastaje kad brod u sebi ima tereta ili vode u tankovima.



Slika 22. Naprezanje broda uslijed dokovanja

Vibracije uslijed rada stroja

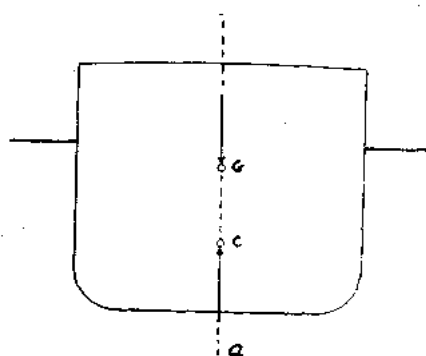
Rad stroja uzrokuje vibriranje broda. Ovo vibriranje, odnosno titranje uzrokuju sile inercije pokretnih dijelova stroja. Broj titraja proporcionalan je ili jednak broju okretaja stroja, tj. broj, titraja je dva, tri, četiri itd. puta veći nego broj okretaja stroja, ili je jednak sa brojem okretaja stroja. Kada ovi titraji dođu u rezonanciju sa osnovnim titranjem broda, brod počne vibrirati.

Vibriranje broda može postati vrlo osjetno i može uzrokovati, na pojedinim djelovima broda, naročito u predjelima stroja i krme, rasklimavanje spojeva, a time i brodske konstrukcije. Stoga su elementi broda u ovim predjelima pojačani i čvršće uvezani. Vibracija se može ublažiti promjenom broja okretaja stroja, radi poremećaja rezonance.

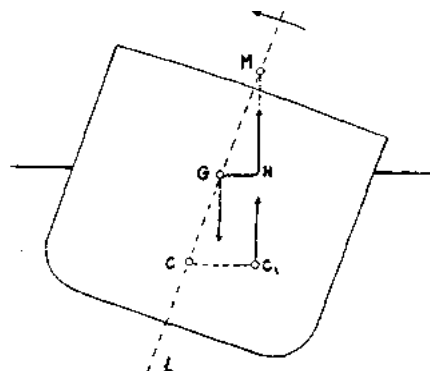
Posebna naprezanja broda nastaju kad brod legne na morsko dno, što se može dogoditi za vrijeme krcanja; kad se nasuče pramcem, a krmom pluta ili kad se nasuče sredinom, a pramcem ili krmom visi, što se događa za vrijeme oseke.

5.1.3. Stabilnost broda

Pretpostavimo da se brodu (sl. 23.a) težište težina nalazi u točki G, a težište istisnine u točki B. Pretpostavimo dalje da neka vanjska sila, vjetar ili more, nagne brod (sl. 23.b). Težište G, uz pretpostavku da se teret ne pomakne, ostati će na svom mjestu, a težište B će se pomaknuti u B_1 . Pomicanje težišta istisnine iz B u B_1 uslijedilo je zbog toga što se promijenio raspored sila uzgona na podvodnom dijelu broda.



Slika 23. a



Slika 23. b

Uslijed novog položaja težišta istisnine (sl. 23b) nastaje par sila, koje nastoje da usprave brod. Ovo svojstvo, odnosno sposobnost broda da se iz nagnutog položaja uspravi, odnosno povraća u ravnotežan položaj zove se stabilnost broda.

Ako se iz novog položaja težišta istisnine B_1 povuče pravac u smjeru sile uzgona, ovaj će pravac sjeći simetralu broda u točki M. Ova točka zove se metacentar. Ona je udaljena od sustavnog težišta za vrijednost MG. Ova udaljenost se zove metacentarska visina, predstavlja jednu od glavnih veličina za poznavanje stabilnosti broda. U primjeru (sl. 23b) M se nalazi poviše G. Za ovakav slučaj kaže se da je metacentarska visina pozitivna i brod je stabilan.

Ali brod može i izgubiti stabilnost. To ovisi o položajima koja zauzimaju težišta na brodu. Pretpostavimo da brod malo gazi pa da se težište istisnine B odnosno B_1 (sl. 24.) nalazi dosta nisko, a da je težište sustava G, uslijed nekih težina koje smo postavili na palubu, zauzelo visok položaj. Ovakvi položaji težišta uzrokovali bi prevrtanje broda. U ovom slučaju M se nalazi ispod G. Metacentarska visina MG je negativna. Brod je labilan. Ako

težište B i G zauzmu položaje, kao što je prikazano na sl. 24., onda će M pasti u G, a brod se neće ni uspravljati niti dalje nagnjati, odnosno najmanja sila mogla bi ga uspraviti ili prevrnuti. U ovakvom stanju brod je indiferentan. Metacentarska visina je nula.

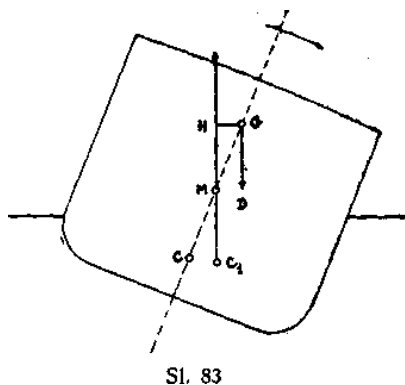
3 uvjeta plovnosti su:

- sila uzgona mora biti jednaka sili težine;
- sile težine i sile uzgona moraju biti na istom pravcu koji je okomit na teretnu vodenu liniju;
- potrebno je da brod posjeduje stabilnu ravnotežu.

5.1.3.1. Poprečna stabilnost

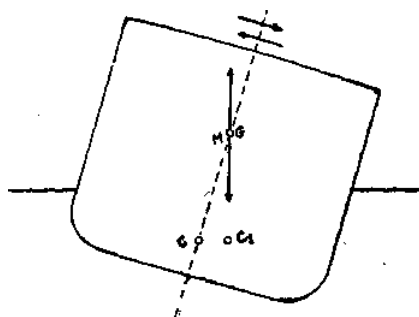
Kada je brod uspravan, težište istisnine B pada ispod sustava težišta G (sl. 23a). Brod bi se trebao nalaziti u nestabilnom položaju. Ali pri najmanjem nagibu (sl. 23b) javlja se par sila koje redovno nastoje povratiti brod u njegov prvobitni položaj. Ova stabilnost, pri malim nagibima (10°), zove se početna poprečna stabilnost.

Slika 24. Nestabilan brod

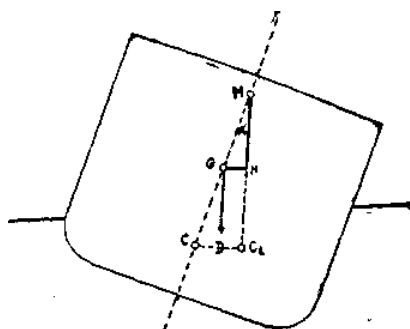


Sl. 83

Slika 25. Indiferentan brod



Slika 26. Stabilan brod



Moment stabilnosti, kao što je poznato iz mehanike, jednak je umnošku sile i kraka.

$$Mst = D \cdot GH$$

Iz trokuta GHM proizlazi da je $GH = MG \cdot \sin \alpha$, pa slijedi da je $Mst = D \cdot MG \cdot \sin \alpha$ gdje je **D** depasman, **MG** udaljenost sustavnog težišta od metacentra a α kut nagiba.

Moment stabilnosti ovisi o depasmanu, metacentarskoj visini i kutu nagiba. Mijenjajući ova tri čimbenika, može se promijeniti moment stabilnosti broda. Moguće je mijenjati metacentarsku visinu. Ona ovisi o udaljenosti točaka M i G. Položaj točke M ovisi o obliku broda i gasu. Mijenjati se može položaj sustavnog težišta broda. Smještajem težih tereta prema dolje, može se spustiti sustavno težište G, i povećati metacentarska visina. Obrnuto, postavljanjem težih tereta prema gore, podići će se sustavno težište i smanjiti metacentarska visina.

Povećanjem metacentarske visine, povećava se moment stabilnosti. Što je ovaj moment veći, uspravljanje broda biti će naglije. Ako je ovaj moment prejak, brod će se početi vrlo naglo valjati. Naglo valjanje je opasno za brod, jer ono može rasklimati konstrukciju broda, pomaknuti teret i napraviti druge nezgode.

Smanjivanjem metacentarske visine, smanjuje se moment stabilnosti. Ali, ako bi se metacentarska visina previše smanjila, brod bi se oklijevao vratiti u ravnotežan položaj, što opet nije dobro. Metacentarska visina treba biti takva da uvjetuje brodu blago valjanje, koje neće biti popraćeno trzajima, a ni oklijevanjem da se brod povraća u ravnotežan položaj.

5.1.3.2. Uzdužna stabilnost

Nagibanje broda oko poprečne osi nazivamo uzdužnim nagibanjem, a stabilnost uzdužnom stabilnošću.

Sve što vrijedi za poprečni stabilitet broda vrijedi i za uzdužni stabilitet, ali postoje dvije bitne razlike: brod je simetričan s obzirom na uzdužnu simetralnu ravninu broda, dok je s obzirom na glavno rebro vrlo rijetko simetričan. Momenti stabiliteta u slučaju nagibanja pramcem ili krmom neće biti jednaki. Nagibanja 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.

5.1.4. Brzina

Brzina broda je put koji brod prevali za jedan sat izražen u nautičkim miljama. Ona ovisi o snazi stroja. Snaga stroja se troši u savladavanju otpora, koji pravi voda na brod kad se on kroz nju kreće. Prema tome, snaga stroja ovisi o intenzitetu otpora vode. Odnosno, za stalnu brzinu snaga stroja jednaka je otporu vode. Da bi se saznalo kolike je snage potreban stroj, da pokrene brod izvjesne veličine i brzine, potrebno je znati snagu otpora na koji će ovaj brod, pri toj brzini, nailaziti u svom kretanju kroz vodu.

5.1.5. Otpor broda

Otpor broda dijeli se na: otpor trenja, otpor virova, otpor valova, otpor izdanaka, otpor uslijed hrapavosti oplate, otpor zraka i otpor morskih valova.

- Otpor trenja nastaje priljublivanjem čestica vode uz oplatu broda, te stvaraju silu suprotnu smjeru kretanja broda. Otpor trenja, u odnosu na cjelokupni otpor, je najveći, a ovisi o oplakanoj površini, duljini i brzini broda.
- Otpor virova nastaje kad strujnice vode ne prate oblik po stražnjem djelu broda, nego se od njega odvajaju i stvaraju praznine sa razrijeđenom tekućinom u kojoj se javljaju virovi.

- Otpor valova nastaje kretanjem broda koji udara na čestice vode, koje odbacuje pred sobom, stvarajući valove. Voda se odupire promjeni svoga stanja i stvara otpor valova. Razlikujemo pramčane valove, koji se stvaraju na pramcu i počinju vrhom vala i krmene valove, koji se javljaju na krmi i počinju dolinom. Ovaj otpor jako raste sa brzinom broda.
- Otpor izdanaka čine izdanci ugrađeni na brod.
- Otpor uslijed hrapavosti oplata dijelimo na opću hrapavost, koja nastaje obrastanjem oplata školjkama, te lokalnu hrapavost, koja nastaje uslijed šavova, zakovica, stikova, slabog bojenja i drugo. Porast otpora trenja uslijed opće hrapavosti iznosi od 0,2 do 0,5% za svaki dan broda u moru. Ovo naravno ovisi i o kvaliteti podvodne boje.
- Otpor zraka nastaje kretanjem nadvodnim dijelom broda kroz zrak. Odbačeni zrak pravi otpor koji također možemo podijeliti u otpor trenja i otpor virova. Za vrijeme tišine, ovaj otpor iznosi kod običnih teretnih brodova 2% cjelokupnog otpora, a kod velikih putničkih brodova 4 do 6%, Mijenja se prema jačini i smjeru vjetera. Kad je vjetar jak i suprotan smjeru kretanja broda ovaj otpor može postati veoma znatan.
- Otpor morskih valova ovisi o trenutnim vremenskim prilikama i uzburkanosti mora.

5.1.6. Okretljivost broda

Okretljivost broda je svojstvo broda da se što manjim okretanjem kormila drži što duže u kursu i da se kormilom postavljenim na jednu ili drugu stranu, brzo i u najmanjem krugu okrene.

Okretljivost broda ovisi uglavnom o tri čimbenika: djelovanju kormila, struji vijka i otporu vijka.

5.1.7. Ponašanje broda na moru

Ponašanje broda na moru ovisi o veličini, obliku, nadvođu i njegovoj stabilnosti. Brod je na moru izložen valovima, koji ga prisiljavaju na nagibanje. Ako se brod nagiba oko poprečne osi, kaže se da posrće (*pitch*), a ako se nagiba oko uzdužne osi, kaže se da valja (*roll*).

Široki i dugi brodovi manje su izloženi valjanju i posrtanju od uskih i kratkih, jer oni svojom širinom, a naročito dužinom, mogu zahvatiti dva i više valova. Kratki i uski brodovi slijede kretanje valova, pa se jako valjaju i posrću. Brodovi sa izvedenim pramcem lakše odbacuju valove. Ovim se postiže da valovi teže nalijeću na palubu. Brodovi sa višim nadvođem lakše se dižu na valove što im daje dobru plovnost. Brodovi sa podesnom metacentarskom visinom postižu jednoliko, odnosno blago valjanje, bez trzaja.

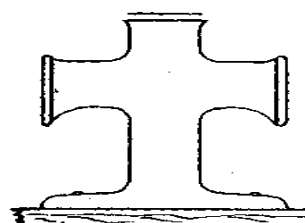
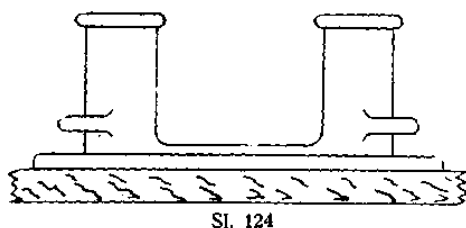
6. OPREMA TRGOVAČKOG BRODA

Pod opremom broda podrazumijeva se: brodski konopi, koloturnici, jarboli, dizalice, sidra, lanci, uređaj za kormilarenje i sav ostali pribor potreban za rukovanje brodom i teretom.

6.1. PALUBNA OPREMA

6.1.1. Bitve

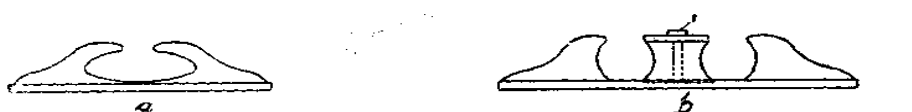
Bitve se sastoje od dva stuba i postolja, a služe za vezivanje broda. Iznutra su iznutra šuplje, a izrađene su od lijevanog željeza ili od lijevanog čelika. Na palubu broda se pričvršćuju pomoću jakih svornjaka. Na mjestima, gdje su pričvršćene paluba se podvostručuje, radi pojačanja.



Slika 27. Brodska bitve

6.1.2. Vodicica za uže

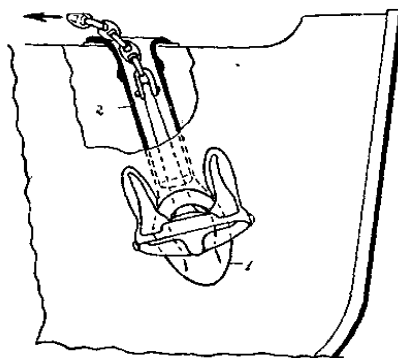
Vodicica za uže vode uže prema bitvi. Po unutarnjim rubovima, kuda prolazi konop, su zaobljene da se konop ne bi ošteti. Stub (1) se može okretati, što olakšava vitlanje konopa. Vodicice su izrađene od lijevanog željeza ili čelika.



Slika 28. Vodicice za uže

6.1.3. Sidrena oka

Sidrena oka imaju oblik zaobljenog eliptičnog okvira, a pričvršćena su na obje strane pramca. Na njima se nastavlja debela cijev (2), koja završava na palubi ponovo zaobljenjem. Oka su sa svojim cijevima smještena su u pramcu tako da lanci rade pod najpovoljnijim kutom.

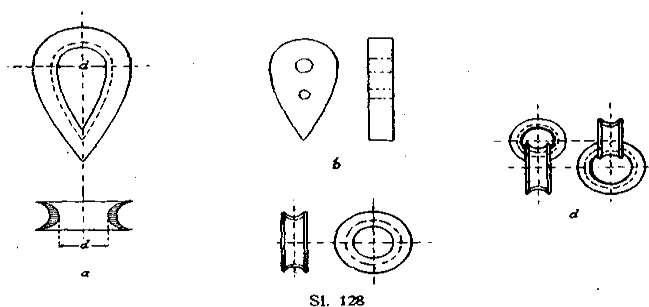


Sl. 127

Slika 29. Sidreno oko

6.1.4. Omče

Omče su pocinčani žljebasti prsteni, a uže pri radu dobije odgovarajući zavoj, da vlakanca, odnosno žice, iz čega su pravljeni, ne bi pucali i da ih zaštite od trošenja na mjestima gdje se spajaju sa kukama, očnjacima i prstenima. Omče u obliku srca upotrebljavaju se za čelično uže, a okrugle za biljno. Veličina omče određuje uže koje će se koristiti, odnosno njegov opseg.

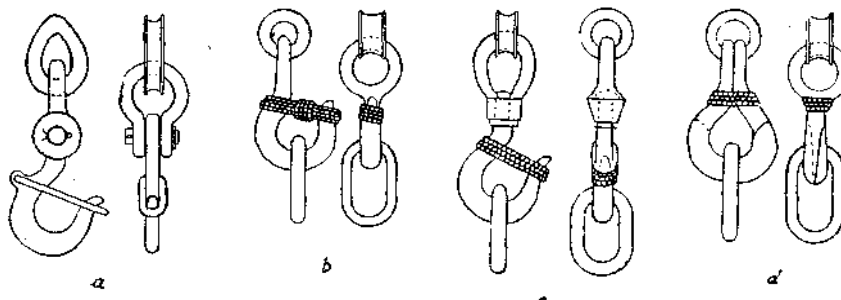


Sl. 128

Slika 30. Okrugle i srcolike omče

6.1.5. Kuke

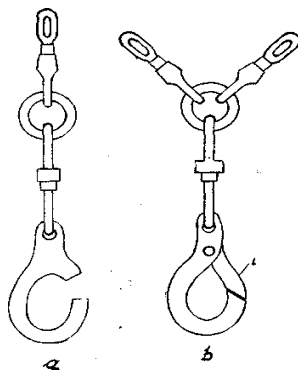
Pomoću kuka se kvače koloturi i drugi predmeti. One su izrađene od kovanog željeza, pa zatim pocinčane. Dije se na jednostavne i dvostruke.



Slika 31. Jednostavne i dvostruke kuke

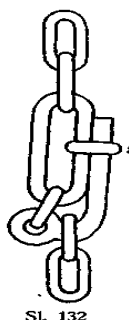
Jednostavne kuke (a, b i c) imaju prsten koji služi da se zakačeni predmet ne bi otkao, a usto pojačava čvrstoću kuke. Kuka (c) može se okretati, vrtjeti. To je vrtuljna kuka, a upotrebljava se na koloturnicama i gdje se konopi nastoje zaviti. Odvijanjem kuke navoji se mogu dignuti. Dvostruke kuke se sastoje od dvije kuke izrađene tako da čine jednu kuku, kad se sastave (d).

Za krcanje i iskrčavanje tereta upotrebljavaju se redovno posebne kuka Jezičac (1) služi da se pri dizanju tereta, kuka ne bi zapela o neki predmet.



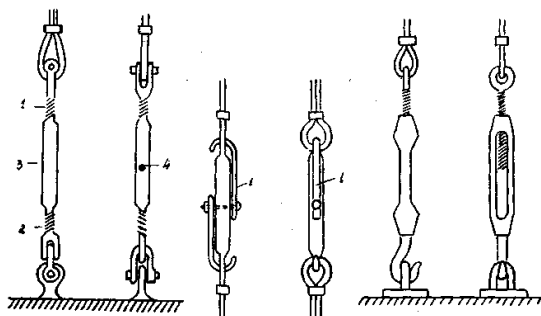
Slika 32. Posebne kuke

Klizne kuke koriste se radi što bržeg otkvačivanja. Prsten (1) se podigne, a kuka se sama otkvači.



Slika 33. Klizna kuka

Sastavni dijelovi brodske opreme su prsteni i očnjaci koji služe za razna pričvršćivanja. Steznici se upotrebljavaju za natezanje užadi i lanaca. A sastoji se od jednog vijka i matice sa vrtuljnom kukom.



Slika 34. Steznici

6.1.6. Spojne karike

Spojne karike imaju veliku primjenu u spajanju užeta i lanaca. Izrađene su od kovanog željeza, raznih veličina. Moraju imati oznaku za dozvoljeno opterećenje.



Slika 35. Spojne karike

6.1.7. Brodska užad (konopi)

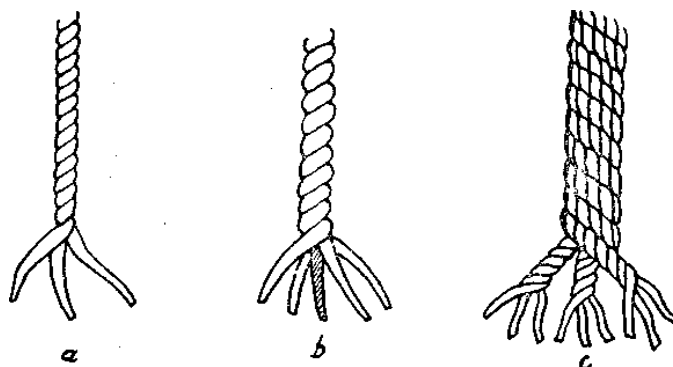
Sredstvo za ukrcaj i iskrcaj tereta kojeg koriste članovi posade i stivadori jest brodska užad. Prema vrsti materijala od kojeg su izrađeni dijele se na;

- biljne konope,
- sintetičke i
- čeličnu užad (čela).

Biljni konopi se izrađuju od konoplje, manile, sisala, kokosa, pamuka i najlona. Manilski konopi spadaju među najbolja. U usporedbi sa konopima od konoplje, manilski konopi su za oko 20% lakši, gipkiji, ali su nešto hrapaviji. Čvrstoća manilskih konopa je nešto slabija od čvrstoće konopa izrađenih od konoplje. Manilski konopi plutaju neko vrijeme, dok se ne napiju vode. Sisal konopi se dobivaju od listova agave. Kokosova konopi se izrađuju od vlaknaca koja obavijaju kokosov plod.

Ovi konopi nisu trajni. Njihova čvrstoća iznosi samo jednu četvrtinu čvrstoće konopa od konoplje. Prednosti im je što su lakša su za jednu trećinu od konopa od konoplje. Plutaju na vodi i ne upijaju vodu, tako da se mogu dosta lako protegnuti na kopno. Usto su vrlo elastična, 40 do 50%. Radi njihove velike elastičnosti, upotrebljavaju se za vezivanje broda pri mrtvom moru, kao i za tegljenje. Pamučni konopi se izrađuju od pamučnih vlaknaca. Vrlo lijepo izgledaju, glatka su i ugodna za rukovanje, ali su skupa. Stoga se ne upotrebljavaju na trgovačkim brodovima, već samo na jahtama.

Biljni konopi se izrađuju pomoću posebnih strojeva. Vlakanca se upredaju u uvojke, uvojci se suču u strukove, a strukovi se zavijaju u konop. Prema broju zavoja na određenoj dužini, konopi se dijele: na tvrdo zavijene i meko zavijene. Tvrdo zavijeni konopi održavaju dobro svoj oblik, sporije upijaju vodu i elastičniji su od meko zavijenih, ali su krući i gube nešto od svoje čvrstoće. Meko zavijeni konopi su jači i gipkiji od tvrdih, ali brzo upijaju vodu i upotrebom gube svoj oblik. U upotrebi na brodu dali su najbolje rezultate srednje zavijeni konopi. Stoga se ovakvi konopi najviše i upotrebljavaju.



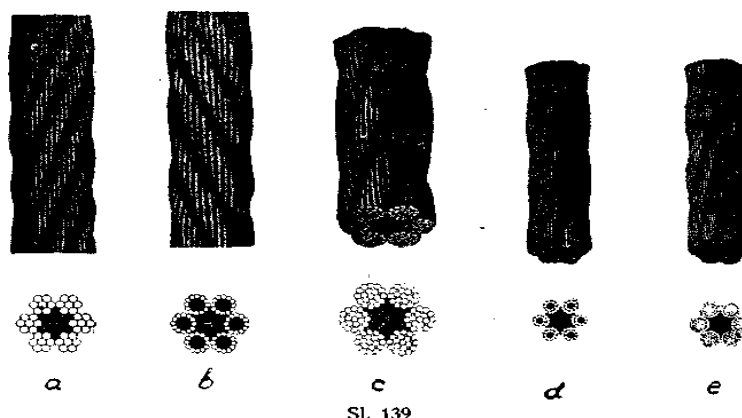
Slika 36. Biljni konopi

Debljina konopa ovisi o broju uvojaka u strukovima. Pored zavijenih konopa postoje i pleteni. Ovakvi se konopi ne zavijaju, niti razvijaju, niti se mrse. Kad se biljni konopi ovlaže gube nešto od svoje čvrstoće, a podložna su truljenju. Da bi se sačuvala od štetnog utjecaja vlage, pri izradi se svežnji uvojaka provlače kroz vrući katran (70°C). Ovim postupkom konop gubi nešto na čvrstoći ali time postaje trajniji. Drugi način zaštite konopa od vlage je uljenje lanenim uljem. Uljenjem vlaga prodire teže u unutrašnjost konopa, a vlakanca postaju mekša i glađa.

Biljni konopi su prilično elastični. Njihovo izduženje na raskidu iznosi 15 do 20%. Svojstvo im je da se skrate kada se skvase, stoga se nategnuti konopi moraju popustiti prije nego se skvase, jer bi inače pukli. Usto, skvašeni konopi nabreknu i postanu kruti. Ovo otežava rukovanje s njima, naročito pri odvezivanju uzlova. Biljni konopi su vrlo nezgodni za rukovanje u hladnim predjelima, gdje se ledi, jer konop kad se skvasi postaje ukočen i klizav, pa se s njim ne može rukovati na glavama vitala.

Čelična užad se izrađuje od žica raznih vrsta čelika, počev od mekog pa do vrlo čvrstih i žilavih čelika. Prosječna raskidna čvrstoća ovih žica iznosi 130 do 135 kg na mm² presjeka. Žice se izrađuju vučenjem, a zatim se pocinčavaju.

Čelična užad se izrađuju posebnim strojevima, na sličan način kao i biljna. Što je kod biljnih konopa uvojak, kod čeličnih je žica. Žice se uvijaju oko uloga i dobije se struk. Ulog je konop od konoplje ili manile, a može biti i jednostavna žica. Ako se šest strukova uvije oko srčike od konoplje, dobije se čelično užde ili čelik-čelo. Čelik čelo se ispituje na rastezanje, savijanje i izvijanje. Mogu biti kruta, obično gipka, ekstra gipka i super gipka.



Slika 37. Čelična užad

Čelik čela se izrađuju i na jedan sasvim nov način, a to je da se posebnim strojem daje svakoj žici, a zatim i svakom struku, oblik spirale. Ovako se izrađena čelik-čela ne raspliću. Čelična užad imaju mnogo veću čvrstoću od biljnih. Oni su preko 6 puta čvršći od nekatraniranih konopljenih ili manilskih konopa. U usporedbi sa biljnim, otpornija su prema vlazi i više traju. Ne krute se pri kvašenju niti mogu nabubriti. Pri istoj čvrstoći upola su lakši od biljnih. Prema vodi i zraku pružaju manji otpor. Podesni su za rukovanje u zaleđenim predjelima, jer se pri natezanju dobro priljube uz glave vitala. Mana im je da nisu elastična, pa se stoga ne mogu upotrebiti za vez broda, kad je mrtvo more. Isto tako ne mogu se upotrijebiti, bez kombiniranja sa biljnim konopima, ni za tegljenje, ni bilo za koju drugu svrhu gdje nastaju trzaji. Usto se mogu lako zamrsiti. Mana im je i ta što tonu. Ali, uza sve to, njihove prednosti su osjetne veće od mana, pa se ona uvelike primjenjuju na brodovima.

Kod tegljenja nekog broda potrebno je da konopi za tegljenje budu elastični. Za ovu svrhu nisu pogodna čelična užad, koja je slabo elastična. Ali, ako se oni kombiniraju sa biljnom guminom tako da, na primjer, pola dužine bude čelični konop, a druga polovina biljna gumina, dobiti će se potrebna elastičnost. Pri ovome treba paziti da oba konopa budu zavijena na istu stranu. Jer, ako bi čelični konop bilo zavijeno u desno, kao što je redovno slučaj, a biljna gumina u lijevo, onda bi konop težio rasukavanju.

Prema upotrebi konopi se dijele na one koji služe za:

- vezivanje,
- povlačenje i tegljenje broda i
- rukovanje opremom broda.

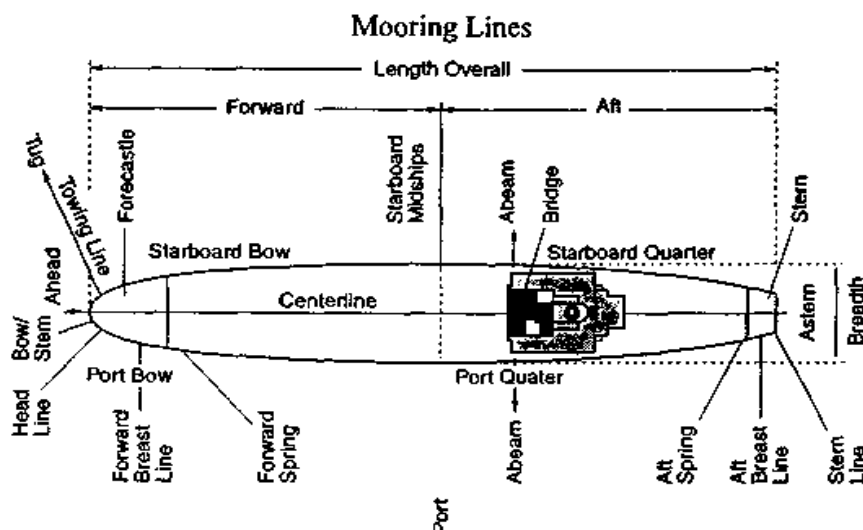
Gumina je najdeblji konop na brodu služi za vezivanje broda u ružnom vremenu, za tegljenje na otvorenom moru, za odsukivanje broda i sl. Mala gumina je dužine gumine, ali nešto tanja. Služi za stalan vez i za tegljenje. Još se koriste konopi različitih opsega i dužina.

Debljina konopa se mjeri njegovim opsegom u milimetrima ili palcima. Težina konopa ovisi o duljini i opsegu. Ako se za duljinu uzme neka stalna veličina, na primjer 100 m onda će težina ovisiti samo o opsegu. Približna težina konopa može se izračunati po izrazu.

$$T = k \cdot O^2$$

Gdje je T — težina konopa u kilogramima za 100 metara duljine, k — koeficijent koji ovisi o vrsti konopa, O — opseg u milimetrima.

Čvrstoća konopa je otpornost konopa pri najvećem opterećenju koje može izdržati, a to je ona sila, izražena u kilogramima ili tonama, koja je potrebna da prekine konop.



Slika 38. Raspored konopa za vezivanje broda

Takvo opterećenje, pod kojim se konop prekida, zove se raskidna čvrstoća. Ali, konop se ne smije opterećivati do raskidne čvrstoće, jer bi onda stalno pucao, tim više što se upotrebom troši. Stoga je propisano da se konop pri stalnom radu smije opteretiti do 1/6 svoje raskidne čvrstoće. Takvo ograničeno opterećenje zove se radna sposobnost konopa. U iznimnim slučajevima, kad je konop nov, i kad se upotrijebi samo za neki privremeni rad, dozvoljeno ga je opteretiti nešto više.

Čvrstoća konopa ovisi o njegovoj debljini, o načinu izrade, o vrsti vlakana, o vlažnosti itd. Čvrstoća konopa može se izračunati po izrazu.

$$R = k \cdot O^2$$

gdje je R — raskidna čvrstoća, k — koeficijent koji ovisi o načinu izrade konopa, a O je opseg konopa u milimetrima.

Konopi se upotrebom troše, naročito ako se s njima pravilno ne rukuje. S obzirom na istrošenost određuje se kvaliteta konopa. Trajanje konopa se može dobrim rukovanjem produžiti. Važno je da se ona čuvaju od vlage, oštih bridova i zamrzavanja. Kod biljnih konopa vlaga izaziva truljenje, a kod čeličnih rđanje. Stoga se za vrijeme putovanja, spremaju

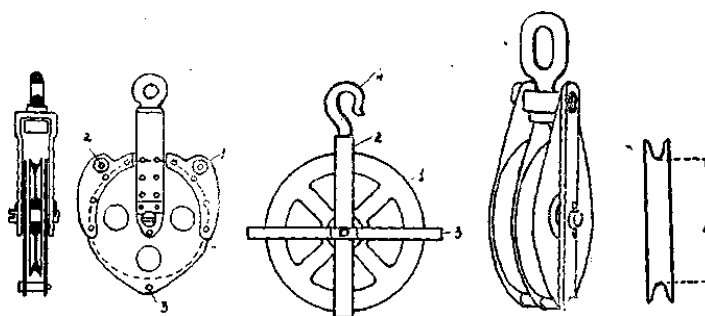
na suho mjesto, ispod palube. Ne smiju se slagati blizu parnih cijevi, da ne bi izgorjeli. Za vrijeme upotrebe, čelična užad izgubi dio svog maziva. Manjak se nadoknađuje ponovnim mazanjem.

Na mjestima gdje konopi stružu o neki predmet ili međusobno, ona se moraju zaštititi. Biljna konopi se zaštićuju ovijanjem starim brodski platnom ili vrećom, a čelična podlaganjem drva. Konopi su podložni zmršivanju. Zmršivanja konopa nastaju najčešće vitlanjem konopa, osobito vitla li se konop više puta u istom smjeru. Da bi se to spriječilo, konop se drugi put, nametne s donje strane glave, a vitlo pusti da radi natrag.

Ako je konop previše nategnut, on će puknuti. Da ne bi pukla treba ih popustiti. Kad se uže upotrebljava za koloturnike, onda debljina užeta mora odgovarati promjeru žlijeba koluta. Žlijeb mora biti dovoljno prostran i odgovarati obliku konopa. Ako je žlijeb istrošen, konop se izobliči i brzo troši. U ovom se slučaju kolut mora izmijeniti. Velika brzina kretanja konopa preko koluta prouzrokuje naglo trošenje konopa. Onaj dio konopa koji više radi preko koluta, prirodno je da se više i troši. Krajevi konopa se podvezuju, da se ne rasuču. Čelična se užad vezuje na bitve sa dva stupa, u osmice. S njima se ne smiju praviti nikakvi uzlovi, ni čvorovi.

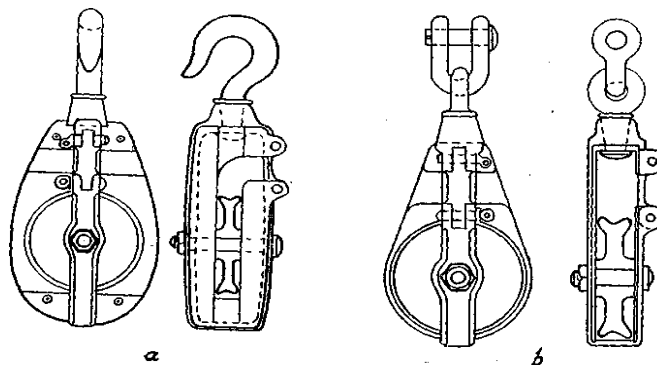
6.1.8. Koloturi

Kolotur se sastoji od oklopa, kolotura, osovine i stropa sa vrtuljnim okom. Na oklopu se nalaze rupe, radi smanjenja težine. Za teške terete, koji se iskrcavaju pomoću koloturnika, upotrebljavaju se višestruki željezni koloturi.



Slika 39. Različite vrste kolotura

Pomoću željeznih kolotura vode se i lanci. Koluti ovih kolotura izrađeni su tako da karike sjednu u posebna žljebasta ležišta. Zjevače su naročiti koloturi koji služe da promjene smjer konopa.



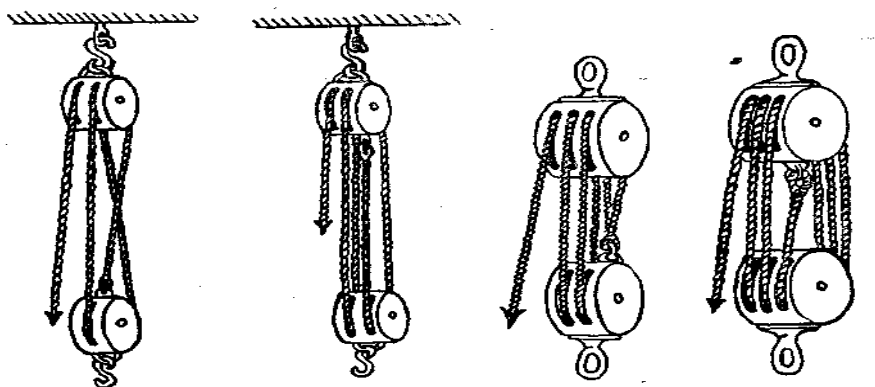
Slika 40. Koloturi zjevače

Koloturi se moraju pregledavati, čistiti i podmazivati. Kada koloturi obavljaju teške radove, a usto se koloti brzo okreću, onda se oni moraju češće pregledavati.

6.1.9. Koloturnici

Koloturnik u pomorskom smislu je naprava, koja se sastoji od dva kolotura i konopa. Koloturi mogu biti jednostavni, dvostruki ili višestruki, a konop je biljni ili čelični. Dijelovi konopa između dva kolotura se zovu tegljevi. Jednim krajem konop je pričvršćen uz kolotur, a drugi mu je kraj slobodan. Kraj koji je pričvršćen uz kolotur je nepomičan i zove se mrtvi kraj, dok je slobodni kraj pomičan, on se poteže pa se zove poteg. Koloturnici se primjenjuju na razne načine. O načinu njihove primjene ovisi veličina sile koja će se upotrijebiti na potegu.

Koloturnici dobivaju imena prema vrstama kolotura od koji su sastavljeni. Stoga razlikujemo, jednostavnu potegaču, dvostruku potegaču, mala kolabra, velika kolabra.



Slika 41. Različite vrste koloturnika

U koloturima, pri radu, nastaje trenje, uvlači se prašina, otpaci konopa i slično. Stoga se oni moraju pregledavati, čistiti i podmazivati. Posebnu pažnju treba obratiti koloturima glave i pete teretnica. Ovi koloturi se moraju svakoga dana pregledavati i podmazivati.

6.2. BRODSKE DIZALICE I SAMARICE

Prekrcaj tereta na brodu obavlja se na različite načine:

- ručnim radom,
- polu mehaniziranim radom,
- mehaniziranim radom i automatiziranim radom.

Brod s klasično tehnologijom prekrcaja, služi za prijevoz općeg tereta. Otvori na skladištima su manji. Skladišta su po visini podijeljena najčešće u dvije razine. Za prekrcaj se koriste vitla, samarice (lake i teške) i dizalice manjih sila dizanja. Teret se slaže na pasce ili drvene stalke, povezuje i odlaže u potpalublje.

Brodski prekrcajni sredstva trebaju omogućiti prekrcaj (ukrcaj/iskrcaj) tereta s obale na brod i obrnuto. Povećani opseg trgovine u svijetu, želja za smanjenjem ljudskog rada u manipuliranju teretom i razvitak transportne tehnologije, uvjetovao je razvitak brodskih prekrcajnih uređaja. Tako se od početnog krcanja tereta u brod na leđima lučkih radnika, došlo do suvremenih prekrcajnih uređaja (kontejnerskih mostova) koji manipuliraju velikim teretima (kontejnerima). Prvi razvitak transporta bile su samarice (lake i teške) i vitla na brodu, a kasnije se na brodovima javljaju brodske dizalice.

Broj, oblik i njezine tehničke značajke ovise o više čimbenika:

- tipu broda,
- općim značajkama broda (dužina, širina i visina broda, broju skladišta i dubini skladišta),
- vrsti tereta koji će brod prevoziti,
- zahtjevu za ugradnjom nepokretnih ili pokretnih dizalica,
- masi i težištu dizalice,
- veličini snage elektromotora (zbog veličine brodska elektrane) i
- cijeni koštanja.

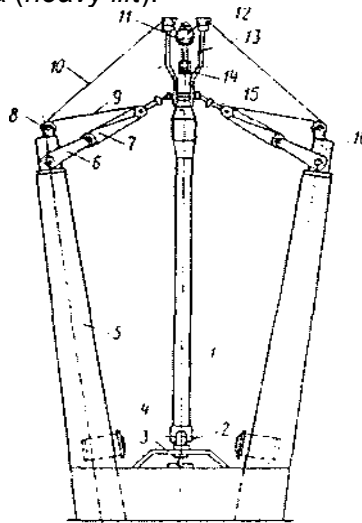
6.2.1. Samarice

Samarica je čelična cijev promjenjiva presjeka. Deblji kraj samarice je preko hajmice i preko univerzalnog zgloba koso oslonjen na jarbol. Samarica jarbol, odnosno stup s opremom i teretno vitlo čine uređaj za prekrcaj tereta (najčešće generalnog tereta).

Klobučnicom se određuje prikloni kut samarice, brkovima položaja, dok se teretnicom (tegljem) podiže teret. Jedno skladište mogu opsluživati do 4 samarice. Pri udvojenom radu samarica teret se podiže i premješta s pomoću teretnice.

Sve se samarice testiraju prema odgovarajućim propisima Registra brodova. Na svakoj samarici postoji učvršćena oznaka SWL (*safe working load*) predstavlja dopuštenu nosivost samarice ili dizalice u tonama, npr. SWL 5 t.

Teška samarica s ugrađenim užnicama teretnice, koristi se za prekrcaj tereta kojeg nisu u mogućnosti prekrcati ni udvojene lake samarice. Ova samarica obično se koristi kod brodova za prijevoz teških tereta (*heavy lift*).

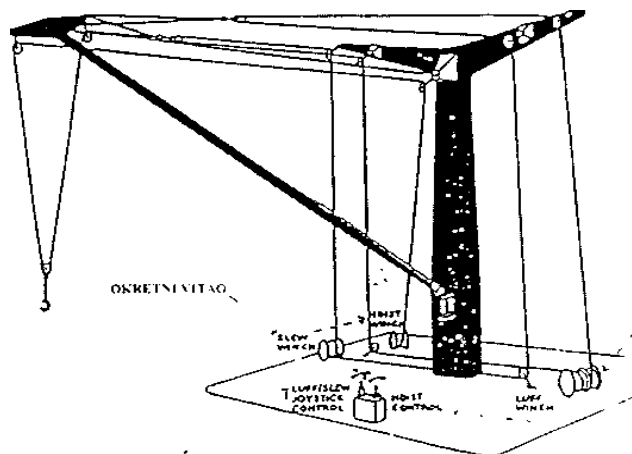


Slika 42. Teška samarica

Postoje različite vrste brodskih samarica;

- rotirajući tip gdje se teret prenosi od prednjeg dijela broda ka stražnjem ili obratno rotiranjem kraka samarice u uspravnom položaju za 180 stupnjeva,
- tip njihala, kada se samarica zanjše automatski prolazi od pramčanog do krmenog dijela broda ili obratno,
- tip dvostrukog njihala, isti princip kao kod tipa njihala,
- rastavljeni tip,
- vrlo brzi tip,
- kontejnerski tip,

- tip za rad s drvom, ima dva kraka samarice za istovremeni rad na dvije strane, svrstava se u najbolje samarice,
- discover tip, ugrađuje se kada brodska konstrukcija ne dozvoljava uporabu dvije samarice, već se ugrađuje samo jedan jarbol,
- Stuecklen samarica i jarbol, napravljena za teške terete,
- Welle samarica, jednostavnog ali robusnog dizajna, velike učinkovitosti, za teške terete.



Slika 43. Velle "T" samarica

6.2.2. Brodske dizalice

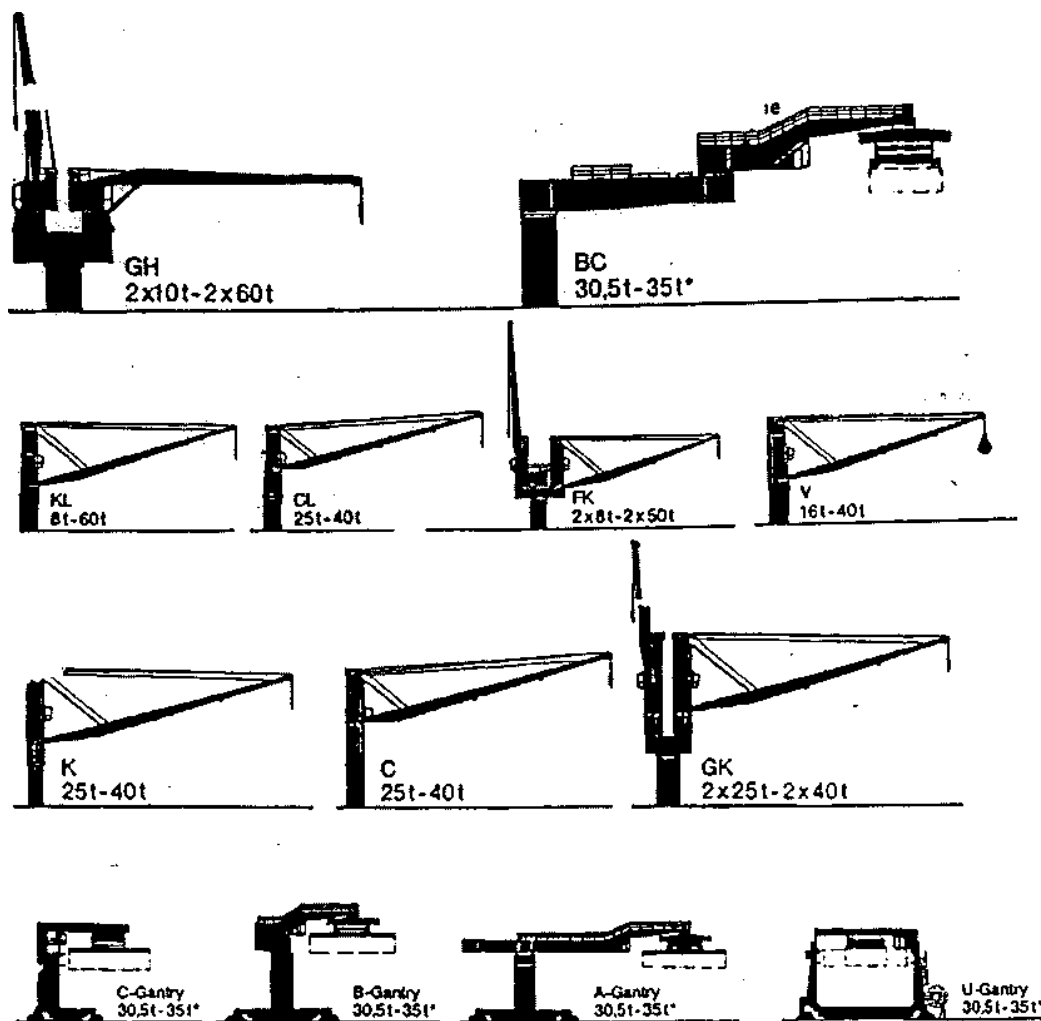
Dizalica je naprava za dizanje i prebacivanje tereta uz pomoć teretnog pribora, između kopna i broda. Vrsta i oblik teretnog pribora ovisi o teretu koji se prekrca.

To može biti:

- kuka (za zahvaćanje užetom),
- mreža (za vreće i manje sanduke),
- kliješta (za veće sanduke),
- pasac (za podvezivanje komadnog tereta),
- spreder (za kontejnere),
- zahvatač (za drvenu građu),
- greda (za teške terete) i itd.

Dizalice ugrađene na brod mogu biti pokretne i nepokretne. Pokretna dizalica može se pokretati uzduž broda, po palubi, na posebno ugrađenim tračnicama i između bokova broda kada opslužuje samo dva skladišta.

Nepokretna dizalica ugrađena je između skladišta, a temelj joj je posebna konstrukcija koja se proteže od dvodna. Nepokretna dizalica može biti predviđena za opsluživanje jednog ili dvaju skladišta. Zbog povećanja nosivosti, često se na isto postolje ugrađuju dizalice u paru. Time se postiže da svaka dizalica opslužuje svoje skladište, a u paru mogu manipulirati s dvostrukim teretom.



Slika 44. Tipovi brodskih dizalica

Brodске dizalice ovisno o veličini, vrsti i namjeni broda mogu biti ugrađene kao:

- nepokretne, između skladišta,
- nepokretne, udvojene između skladišta,
- pokretne, uzduž osi broda,
- pokretne, s boka na bok između dva skladišta,
- pokretne po nosaču i pokretne uzduž osi broda,
- nepokretne udvojene, zakretne na zajedničkoj platformi.

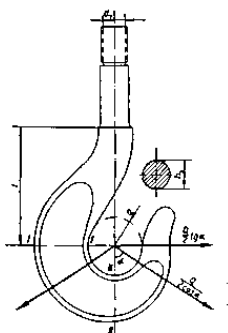
Raspored dizalica po palubi ovisi o nosivost i značajkama broda. Pojedini načini ugradnje dizalica na brod uzrokuju i posebne zahtjeve u brodskoj konstrukciji, s obzirom na pojačane sile i naprezanja koja se javljaju u eksploataciji.

6.2.3. Pogon prekrcajnog sredstva

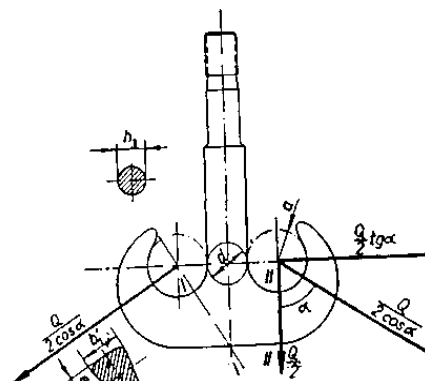
Prekrcajni uređaji postavljaju različite zahtjeve za pogon, ovisno radi li se o prekidnom ili kontinuiranom transportu. Stavljanje prekrcajnog uređaja u pogon moguće je električno, hidraulično, pneumatski i ručno.

6.2.4. Elementi prekrcaja i zahvata

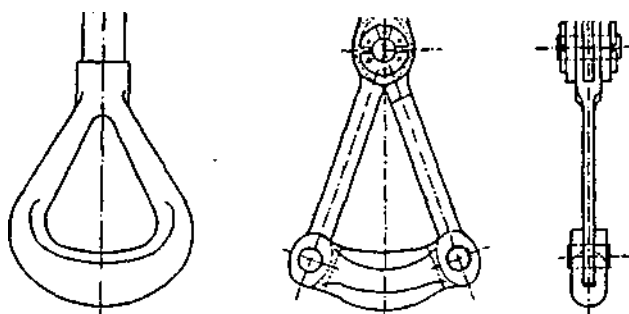
Ova sredstva pomažu u radu transporta i prekrcaja. Dizalica za prekrcaj generalnog tereta može imati: kuku, užad, lance, kliješta, hvatač, nosive grede, zahvatač za spremnike, itd. Kuka je najrasprostranjeniji element za vješanje i prekrcaj tereta. Prilikom vješanja tereta na kuku naročito je važno pravilno učiniti bragu na kuki odnosno objesiti teret.



Slika 45. Jednostrana kuka

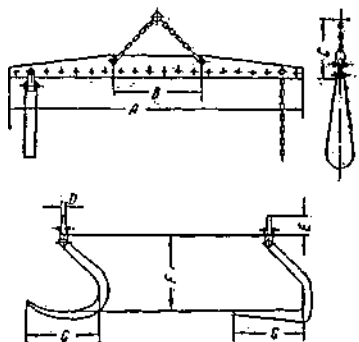


Slika 46. Dvostrana kuka

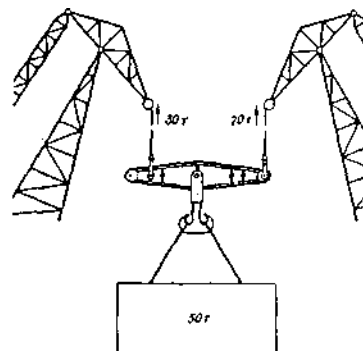


Slika 47. Stremen, jednodijelni (lijevo), višedijelni (desno)

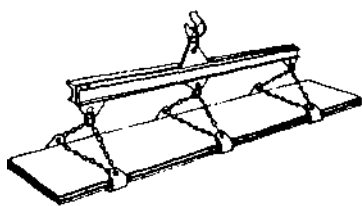
Grede se koriste za prekrcaj dugačkih tereta, specijalnih tereta koji imaju ekscentrična težišta, u brodogradilištu za limove i si. pri tom se za sprečavanje uvijanja rabe posebne duge šipke, a za bolji zahvat držači. Kod uporabe greda naročito je važno pravilno pričvrstiti teret. Ovo je osobito važno kod dugih i savitljivih tereta.



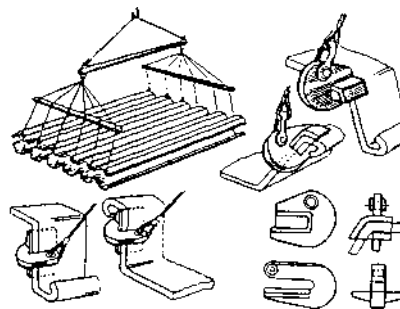
Slika 48. Greda za transport cijevi, profila i tračnica



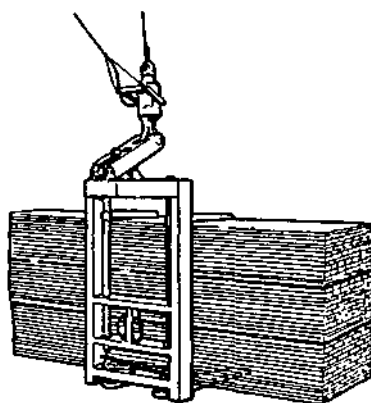
Slika 49. Greda za transport teških tereta



Slika 49. Greda za transport cijevi, debelih brodskih limova

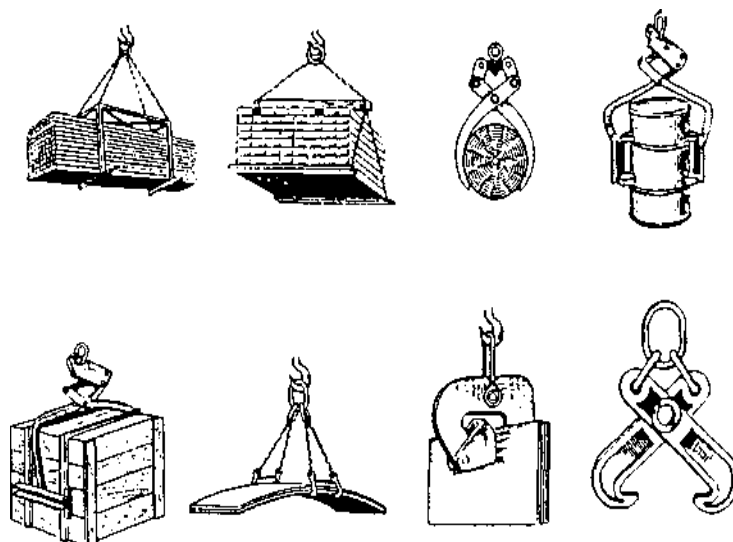


Slika 50. Greda za transport crne metalurgije

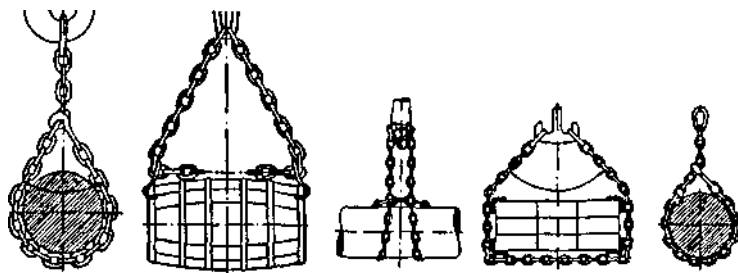


Slika 51. Greda za podizanje piljenog drva

Kliješta mogu biti raznih oblika, a rabe se za brži i jednostavniji prekrcaj tereta koji ima nestandardne i neuobičajene oblike. To su razna kliješta za prekrcaj bubnjeva, bala, bačava, sanduka, valjaka aluminija, valjaka papira, trupaca, limenih ploča, itd.

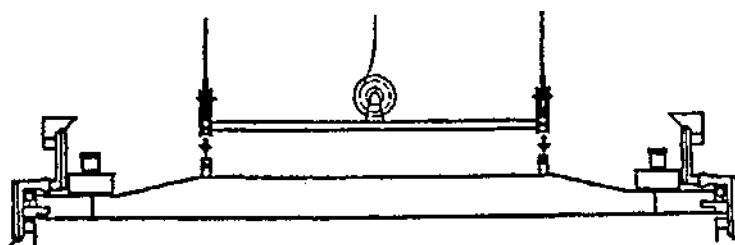


Slika 52. Kliješta



Slika 53. Ovješanje raznih tereta s lancem

Svaka specijalna dizalica za prekrcaj kontejnera mora imati spreder. On služi za hvatanje, dizanje, transport i otkvačivanje kontejnera. Standardni zahvatač je predviđen samo za transport jedne dimenzije spremnika (20, 30, 40 stopa). Zahvatač ima sve sigurnosne i signalne uređaje za pravilno i ravnomjerno zahvatanje i otpuštanje spremnika.



Slika 54. Standardni zahvatač spremnika

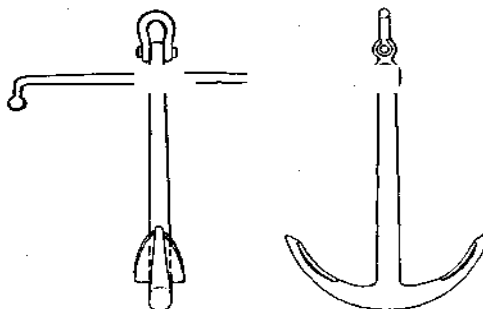
Univerzalni zahvatač je predviđen da može mijenjati dužinu po potrebi i to daljinskim upravljačem iz kabine dizaličara. Ovaj zahvatač može dizati jedan kontejner od 40 stopa ili dva kontejnera od po 20 stopa, ili se prilagoditi za bilo koji tip kontejnera.

6.3. OPREMA ZA SIDRENJE BRODA

Sidrenje je manevar kojim se brod vezuje uz morsko dno. Brod se sidri pomoću sidrenog uređaja, koji se sastoji od sidra, lanca i sidrenog vitla. Sidro je privezano uz lanac, a lanac uz brod. Pomoću sidrenog vitla sidro se obara u more, koje se zbog svog posebnog oblika zakvači o morsko dno i drži brod da ga struja, vjetar ili valovi ne odnose. Kad se želi napustiti sidrište, sidro se pomoću sidrenog vitla podigne na brod.

6.3.1. Sidra

Sidra potječu još od prvih dana povijesti pomorstva. U šestom stoljeću Grci su napravili željezno sidro koje je daljnjim usavršavanjem poprimilo današnji oblik. 1846 godine, engleski časnik Rodger konstruirao je novi tip sidra tzv. admiralitetsko sidro. Glomazna drvena motka dotadašnjeg sidra zamijenjena je preklopnom i tanjom željeznom motkom.

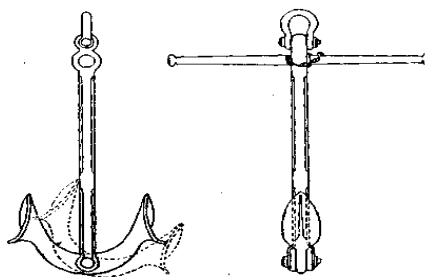


Slika 55. Admiralitetsko sidro

Ovakva sidra, sa preklopnom motkom, bila su spretnija, jer su se dala položiti na brod. Admiralitetska sidra se brzo i jako zakopaju u morsko dno, pa odlično drže. Slaba im je strana što se lanac može omotati oko motke, ili oko kraka, koji strši poviše dna.

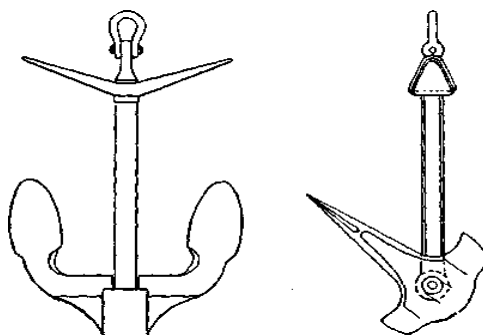
Iako su ova sidra nešto spretnija od starih sidara sa nepomičnom motkom, ona su se još uvijek morala dizati pomoću teških koloturnika da se smjeste na palubu. Stoga se u današnje doba upotrebljavaju samo kao sidarica i sidra za čamce.

U usavršavanju sidara ide se dalje. Trotman pronalazi pomične krakove. Ova sidra predstavljaju prelaznu fazu ka suvremenim sidrima sa pomičnim krakovima.



Slika 56. Trotmanovo sidro

Iza njih se pojavljuje Martinovo sidro. Kod Martinovog sidra oba se kraka istovremeno okreću na istu stranu. Oni se otvaraju za 42° . Struk im je četverouglast i nosi nepomičnu motku, koja stoji u ravni krakova. Kod prvih Martinovih sidara krakovi su se teško otvarali, a to je otežavala i nečistoća koja bi se sakupila u ležaju. Kasnijim pravljenjem teških kruna, ovaj nedostatak se jako smanjio.

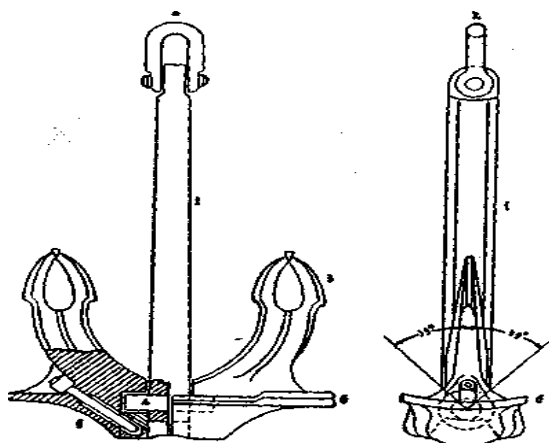


Slika 57. Martinovo sidro

Ovo sidro, ima uz spomenute prednosti još i tu prednost da se može lako smjestiti na brod. Smještanje sidra predstavljalo je velike teškoće. Krajem 19. stoljeća ova je teškoća otklonjena pronalaskom tzv. patentnog sidra.

Karakteristika patentnih sidara je u tome da nemaju motke. Ta je okolnost omogućila da se struk sidra uvuče u oka broda i da tako ostane za cijelo vrijeme putovanja. Dakle, nije više bilo potrebno da se sidro diže na palubu, nisu više bile potrebne sohe, koloturnici, ležaji i druge sprave, što je sve smetalo na pramcu kod manevriranja brodom. Usto su se sidra, smještena u oka broda, mogla upotrebiti u svakom trenutku. Za njihovo smještanje bilo je potrebno da se samo ugrade jaka oka i jake cijevi u pramcu broda. Uskoro su se pojavile više vrsta ovakvih sidara. Između svih najbolje je rezultate dalo Halovo sidro, pa se ono danas najviše upotrebljava u trgovačkoj mornarici.

Halovo sidro je izrađeno od lijevanog čelika. Ono se sastoji od struka, prstena i krakova. Struk je četverouglastog oblika, prema dolje pojačan. Na gornjem kraju nosi prsten koji stoji u ravnini krakova, a na donjem je prorezan i ima oka za osovinu. Krakovi su od jednog komada i teže $\frac{3}{5}$ težine sidra. Oni su plosnati, pojačani rebrima. Sredina im je udubljena, sa ležajem za osovinu. Osovina je osigurana sa dva svornjaka. Okomito na krakove salivene su lopatice, kojima je svrha da zapnu o morsko dno i okrenu krakove prema dolje da se zarinu. Usto se lopatice naslone na struk, dajući krakovima određeni ugao.



Slika 58. Hallovo sidro

Osjetljiva strana patentnih sidara je zglobov. Ako se usporedi admiralitetsko sidro sa patentnim, dolazi se do zaključka da admiralitetsko sidro, uz istu težinu, bolje drži. Na kamenitom dnu admiralitetsko sidro bolje drži od patentnog, ali ako zapne, ono je, većinom izgubljeno. Kod jakih udaraca vjetra, admiralitetsko sidro može orati, ali njegov krak uvijek ostaje zakopan i daje stalan otpor, dok se patentno sidro iščupa iz dna i ponovo zakopa, tako da nastaju skokovi sidra. Uslijed ovih skokova, koji se mogu osjetiti dodiranjem lanca rukom, nastaje oranje. Usto ovi skokovi proizvode trzaje, koji mogu prouzrokovati da lanac pukne.

Kad vjetar ili struja mijenjaju smjer, admiralitetsko sidro, zajedno sa brodom, okrene se oko svog kraka, dok se patentno sidro prevrne, iščupa, a potom se ponovo zakopa u morsko dno. Spomenuta sidra služe za privremeni vez, odnosno za sidrenje broda. Pored ovih postoje sidra za stalan vez, kojima se privezuju plutače, brodovi svjetionici, plutajući dokovi, oznake sigurnosti plovidbe i slično. Takva sidra su polusidra, štitna sidra, vijčana sidra i itd.

Polusidro je admiralitetsko sidro bez jednog kraka. Upotrebljavaju se za sidrenje plutača, mrtvih vezova, oznaka za sigurnost plovidbe. Štitna sidra upotrebljavaju brodovi svjetionici kada se sidre na pjeskovitom dnu. Vijčana sidra upotrebljavaju se za stalan vez gdje je na dnu nanos mulja ili pijeska. Za podizanje izgubljenih lanaca služi sidro bez lopata na krakovima tzv. mačak.

Broj sidara ovisi o veličini broda. Ona se dijele na:

- pramčana,
- rezervna,
- strujna,
- sidarca i
- sidra za čamce.

Pramčana sidra su glavna sidra na brodu, a služe za redovno sidrenje. Smještene su u oka broda i spremne su da se u svakom momentu sidri. Može ih biti dva ili tri. Rezervno sidro je iste veličine kao i pramčano, a služi da, u slučaju potrebe, pojača djelovanje pramčanih sidara. Ono nema vlastitog lanca, već se spaja za lanac jednog od glavnih sidara. Smješteno je u zasebno ležište na pramcu, odakle se može dignuti. Strujno sidro je manje od glavnih sidara. Ono je smješteno na krmu broda, a služi za sidrenje u kanalima, za odsukivanje i uopće kad se želi dati brodu neki određeni položaj bez obzira na struju ili vjetar. Težina mu je oko 2/5 težine glavnog sidra.

Sidarca su još manja sidra od strujnih sidara, a služe kao pomoćno sredstvo za manevriranje ili za pridržavanje broda u nekom smjeru. Težina im je oko 1/5 glavnih sidara. Sidra za čamce su mala sidra, obično patentna, koja se upotrebljavaju za čamce za spašavanje.

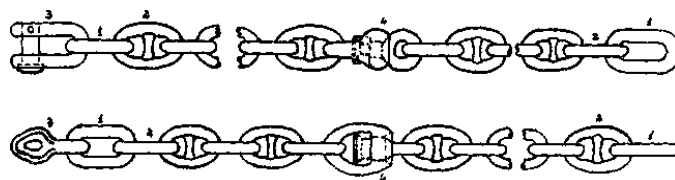
Broj sidara zavisi o veličini broda. Veličina sidra ovisi o opterećenju, što ga čini brod, kad je usidren, na sidro i lanac. Vjetar, more i struja nastoje da pomaknu brod u izvjesni pravac. Ovo će pomicanje biti tim veće, ukoliko brod bude veći i ukoliko bude imao izvedeniju nadgradnju. Prema tome, na veličinu sidra utječe deplasman ili bruto tonaža broda.

6.3.2. Sidreni lanci

U staro su se doba sidra vezivala konopom. No kako je veličina brodova stalno rasla i debljina konopa se povećavala. Početkom 18. stoljeća debljina sidrenih konopa postala toliko velika, da je rad s njima bio vrlo nepraktičan. Stoga su se na brodovima počeli primjenjivati lanci.

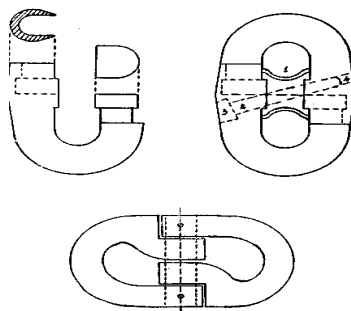
Lanci se sastoje od niza karika uvučenih jedna u drugu. Izrađeni su od lijevanog čelika. Pored lanaca sa karikama sa rasponom, postoje i lanci sa karikama bez raspona. Ovakvi se lanci upotrebljavaju za uzde kormila, pasce, za lance sidara malih brodova i slično.

Čvrstoća lanaca prije upotrebe se ispituje. Lanci se izrađuju u komadima određene duljine, tzv. uzama. Dužine uza nisu iste u raznim pomorskim zemljama (Engleska 28,86 m, Francuska 30 m, Hrvatska 25 m). Uze su uglavnom izrađene od karika sa rasponom, koje se zovu obične karike. Prema dijimetru (d) ovih karika mjeri se debljina lanaca. Na krajevima uze nalazi se po jedna karika bez raspona tzv. posljednje karike. Ove karike su deblje od drugih. Između posljednjih i običnih karika nalazi se po jedna podebljana karika. Za spajanje jedne uze s drugom upotrebljavaju se spojne karike. Krajevi ove karike su ovalno prošireni i imaju rupe za svornjak.



Slika 59. Karike lanca (obična, podebljana, posljednja, spojna)

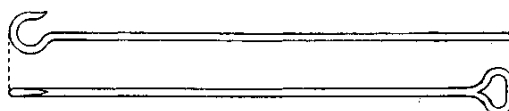
Pored spomenutih spojnih karika, mnogo se upotrebljavaju patentne spojne karike. Ove se karike sastoje od dva dijela, koji se uglabaju jedan u drugi.



Slika 60. Patentne spojne karike

Sidro se spaja sa lancem pomoću sidrene spojne karike. Kad je brod usidren, a vladaju promjenljivi vjetrovi ili struje, on se okreće oko mjesta gdje je usidren, pa se lanci uvijaju oko sebe. Da bi se ovo spriječilo, postavljaju se na prvu i posljednju uzbu vrtuljne karike. Dužina i debljina lanaca ovisi o veličini i tipu broda. Dužina lanca podijeljena je na dva sidra. Da bi se znalo koliko je lanca ispušteno u more, uze se označuju.

Lanci se smještaju u posebna spremišta tzv. lančanike, koji se nalaze u unutrašnjosti pramca, ispod sidrenog vitla. Lanac ide sa vitla u lančanik kroz jaku željeznu cijev. Ponekad je potrebno lanac složiti i za to se koriste posebne kuke.



Slika 61. Kuke za lance

Kad se brod usidri na muljevito dno, lanci se zablate. Prije nego se uvuku u brod, oni se moraju oprati, jer ih blato nagrizi, a usto se blatom puni lančanik. Peru se pomoću mlaza vode. Kad se brod dokuje, lanci se pregledaju, očiste od rđe, premažu i eventualno preglave. Da bi se postiglo ravnomjerno trošenje lanaca, oni se povremeno preglave. Unutarnji kraj stavi se vani, a vanjski unutra.

6.3.3. Sidrena vitla

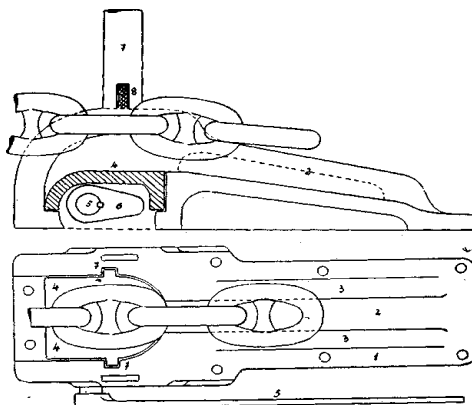
Sidrena vitla služe za obaranje i podizanje sidra na brod. Prije obaranja sidra sidreno vitlo ako je parno treba ugrijati, a ako je električno provjeriti da li je pod naponom. Rukovanje sa sidrenim vitlom, zahtijeva, pored znanja, i praksu. Najmanja greška mogla bi imati teške posljedice.

6.3.4. Vitla za manevriranje

Za vrijeme manevriranja brod se povlači konopima, a konopi se vuku vitlima. Za povlačenje pramca služi samo sidreno vitlo, dok se za povlačenje krme koristi vitlo krmene dizalice, ili se postavi naročito motovilo.

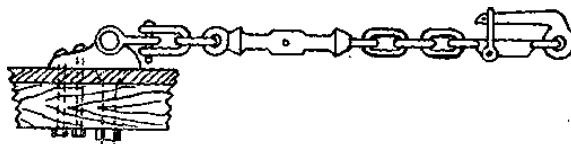
6.3.5. Pramčani i klizni zapor

Ovaj zapor se nalazi pred sidrenim vitlom, a prvenstveno služi da za vrijeme uvitlavanja zadrži lanac da ne bi slučajno skliznuo u more.



Slika 62. Pramčani zapor

Ovaj zapor osigurava lanac, da sidro, a s njim i sami lanac, ne bi, za vrijeme putovanja, sklznuli u more. Zapor je jednim krajem pričvršćen uz palubu. Drugi mu je kraj snabdjeven kliznom kukom. Ovom kukom obuhvati se odgovarajuća karika na lancu, uglavi se kao i zapor, pa se pomoću steznika nategne.



Sl. 199

Slika 63. Klizni zapor

Lanac se može osigurati i čelik-čelom. Čelo se jednim krajem učvrsti na bitvu, a drugim se provuče nekoliko puta ispod raspona karika, tako da se svaki put po provlačenju nametne na bitvu. Ovaj način nije preporučljiv, jer se lanci ne mogu brzo osloboditi zapora.

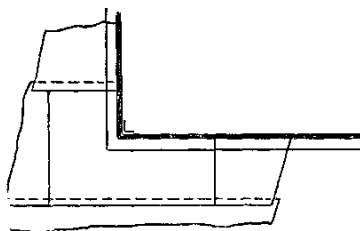
6.3.6. Smještaj sidara na brodu

Suvremena sidra su bez motke. Njihovi strukovi se uvuku u oka broda, dok se krakovi prislone uz oplatu pramca. Tako smješteni, oni ostaju za cijelo vrijeme putovanja. Cijev kojom prolazi lanac u lančanik nalazi se ispod barbotina. Ova se cijev mora prije odlaska začepiti, da voda ne bi ušla u lančanik.

6.4. KORMILO I KORMILARSKI UREĐAJ

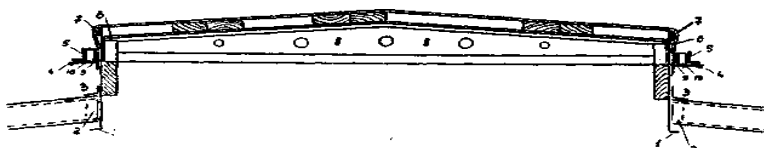
Svojstvo broda da može mijenjati pravac kretanja tj. da se može okretati desno i lijevo naziva se okretljivost broda. Okretljivost broda ostvaruje se pomoću kormilarskog uređaja. Kormilarski uređaj također služi za održavanje broda u određenom kursu. Kormilo se nalazi na krmi broda, točno u njegovoj uzdužnici.

Kormilarski stroj je uređaj koji služi zakretanju kormila na brodu. Kada se kormilo otkloni od središnjice broda u plovidbi, u njega pod kutom udara voda, koja uzrokuje određeni pritisak na njegovu plohu. Pri tome nastaje sila koja djeluje na kormilo. S povećanjem kuta otklona kormila ta se sila povećava. Kod malih plovila se upravljanje vršilo ručkom na kormilu, koja je ljudsku silu uvećavala i tako omogućavala upravljanje. Povećanjem plovila, došlo je do povećanja zahtjeva za silom koja se mora upotrijebiti za zakretanje kormila. Problem se riješio mehaničkim prijenosima koji su znatno povećavali ljudsku silu. Time je problem bio zakratko riješen jer se daljnjim povećanjem plovila ukazao



Slika 65. Pražnice

Glavni dio grotla čine pražnice. Pražnice su okomiti limovi, koji uokviruju grotlo. One su na gornjoj palubi visoke najmanje 0,6 m. Donji dio im se produžuje ispod sponja palube, gdje se savija, da konopi ne bi radili po ostrim bridovima.



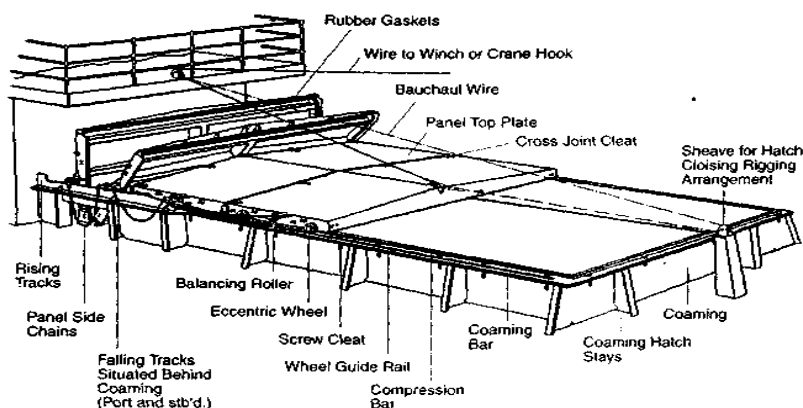
Slika 66. Poklopac grotla

Poklopci služe za pokrivanje grotla. Oni moraju biti tako čvrsti da izdrže udarce valova, pri nalijetanju na palubu. Željeznih poklopaca ima uglavnom tri vrste. Jedni su napravljeni tako da se cijelo grotlo zatvara pomoću dvije velike ploče, koje se pomoću šarki mogu okretati prema gore. Otvaraju se pomoću dizalica. Drugi su roletni. Sastoje se od jednog ili više djelova. Otvaraju se povlačenjem prema krmu. Treći su napravljeni u obliku širokog profila C. Na grotlu se postavljaju u poprečnom smjeru, sa širim stegnom prema gore. Na svako grotlo dolazi 5 do 6 poklopaca. Zatvaranje se vrši pomoću dizalice.

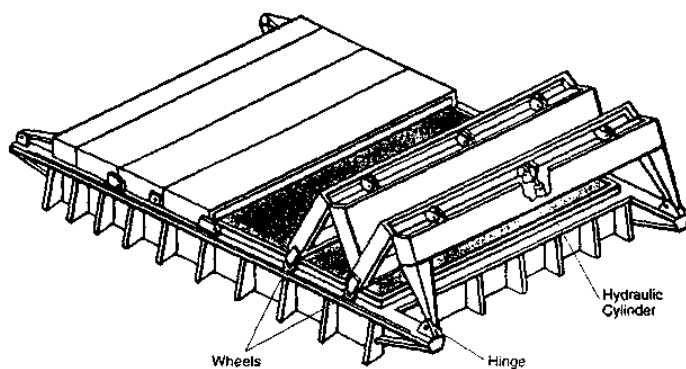
Grotla trjemova — Grotla trjemova odgovaraju grotlima gornje palube. Po dužini i širini jednaka su grotlima gornje palube, samo što su niža i što nemaju bulb-profila za uzdužno pojačanje. Uglovi im nisu zaobljeni, jer ne dolaze u obzir veća opterećenja. Zatvaraju se drvenim poklopcima i nepromočivim pokrivačima.

Grotla dubokih tankova — Ova grotla služe za krcanje tereta u duboke tankove.

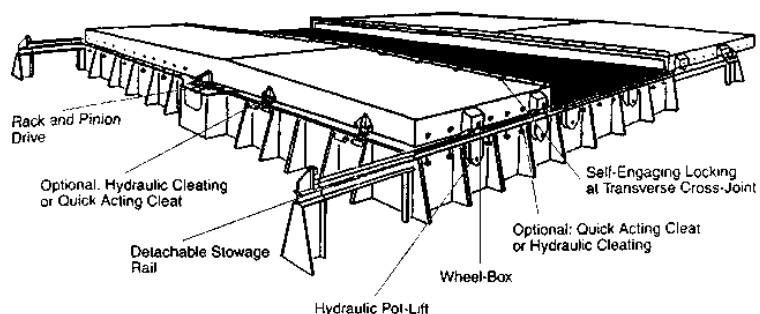
A Single Pull Cover Showing the Principal Fittings



A Multi-Panel End-Folding Hydraulic Cover for Weather Deck Use

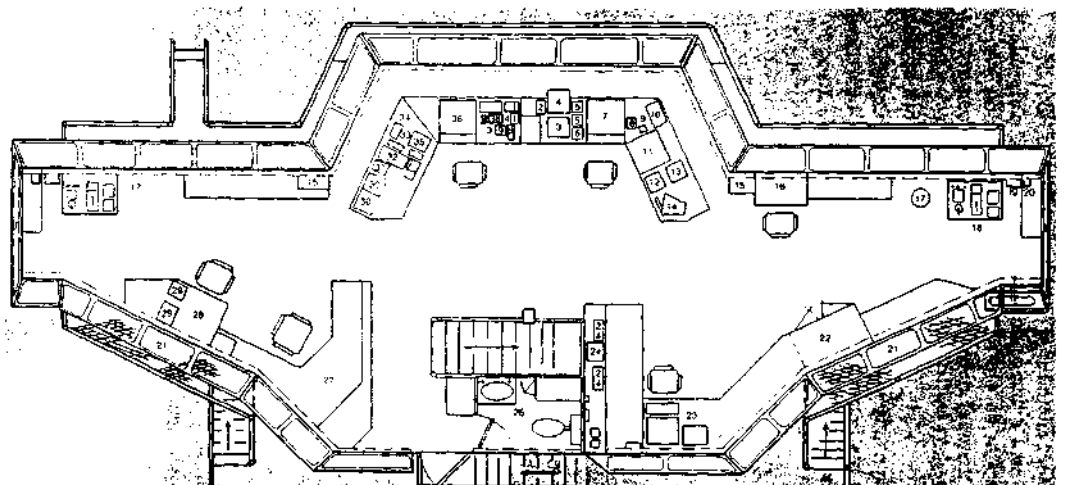


A Pair of Typical Side-Rolling Covers with Rack and Pinion Drive and Hydraulic Lifting and Clearing



Slika 67. Vrste grotlenih poklopaca

Vrata na stranama boda. - Neki putničko-teretni brodovi imaju vrata na stranama, koja služe za krcanje tereta u trjemove. Ova vrata omogućuju da se teret istovremeno krca u trijem i skladište, čime se postizava veća brzina krcanja. U trijem se krca kroz vrata, a u skladište kroz glavno grotlo. Vrata su prilično velika, pa znatno oslabljuju čvrstoću broda na tom mjestu.



- | | | | | |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| 1 Autopilot | 10 Doppler Log | 19 Talk-back System | 28 Engineer's Desk | 36 Radar |
| 2 VHF Radio | 11 Voyage Management | 20 VHF Radio | 29 Alarm Monitor and Control Centre | 37 Draught Indicators |
| 3 ME/CPP Controller | 12 Navigation Lights | 21 Emergency Exit Window | 30 Lighting Switchboard | 38 Deadman Alarm Panel |
| 4 ME Monitor | 13 Signal Lights | 22 Master Gyro | 31 Group Alarm Display | 39 Officer Call Alarm |
| 5 Bow Thrusters | 14 CCTV Monitor | 23 Nav Workstation/PC | 32 Fire Detection Panel | 40 Emergency Telegraph |
| 6 Talk-back System | 15 Radar Transceiver | 24 Position Displays | 33 Duty Indicators | 41 General Alarm |
| 7 Radar with Arpa | 16 Desk | 25 Chart Table | 34 Watch Receiver | |
| 8 Auto Phone Network | 17 Gyro Repeater | 26 Toilet Washroom | | |
| 9 Windspeed Direction | 18 Wing Control Position | 27 Main Radio Station | | |

Slika 68. Zapovjednički most

Navigacijska soba se nalazi na zapovjedničkom mostu, a služi časniku straže za potrebe plovidbe. Ispred navigacijske sobe smještena je kormilarnica. Ona je kod velikih i suvremenih brodova opremljena uređajima i opremom za kormilarenje, telegrafima i telefonima za prenošenje zapovijedi, kontrolnim svjetilkama za navigacijska svjetla, kontrolnim uređajima za požar i prodor vode, uređajima za mjerenje dubine i brzine, brojačem okretaja stroja, autoalarmom, te inom opremom za sigurno vođenje broda.

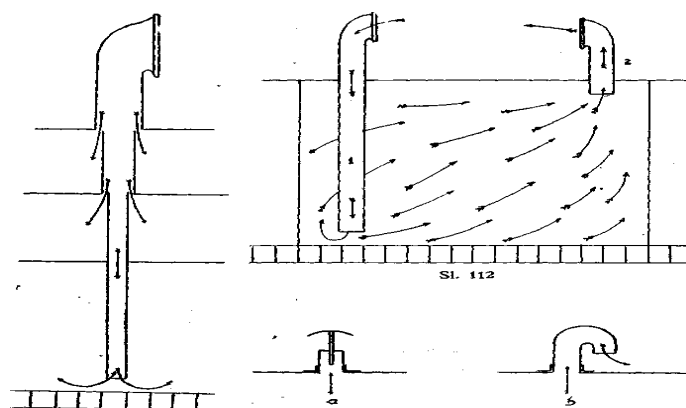
U posebnom odjeljku na zapovjedničkom mostu, nalazi se sustav komunikacije s uređajima za primanje i davanje vijesti i signala.

7.2. SUSTAV MIKROKLIME

U stambenim prostorijama ili gdje se nalaze strojevi, teret ili hrana, nakupi se topli i pokvareni zrak. Ovaj zrak je škodljiv za zdravlje ljudi, a usto može pokvariti teret ili hranu. Zato ga treba odstraniti i dovesti svježi. To se obavlja provjetravanjem. Unutarnje prostorije željeznog broda brzo poprime vanjsku temperaturu.

Dakle, prostorije za stanovanje obložene su izolacijskim materijalom, kao lošim vodičem topline, ali, i pored toga, u kabinama je ili previše hladno ili previše toplo. Da bi se dobila ugodna temperatura, one su klimatizirane.

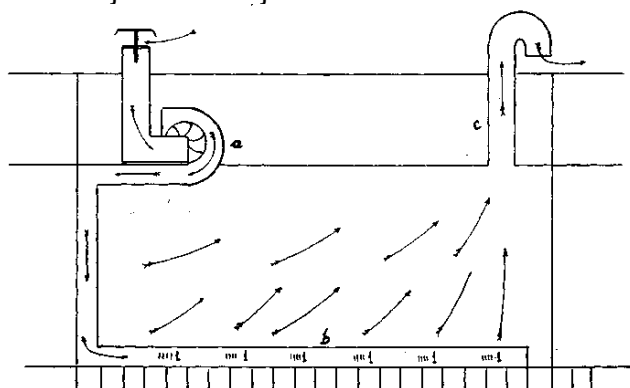
Provjetravanje broda obavlja se prirodno i umjetno. Prirodno provjetravanje se obavlja pomoću dva jednostavna zračnika. Jedan zračnik mora biti okrenut prema struji zraka ili vjetru, a drugi u suprotnom smjeru. Ako je prostoriju potrebno provjetravati do dna, jedan se zračnik produljuje skoro dna, a drugi završava ispod krova. Svježi zrak koji uđe kroz zračnik zagrije se na dnu prostorije, kao zagrijaniji postane lakši, diže se i odlazi vani kroz zračnik.



Slika 69. Prirodno provjetravanje

Za provjetravanje malih prostorija upotrebljavaju se odušnici. Na vrata ovih prostorija izrezan je otvor. Kroz ovaj otvor ulazi svježi, a kroz odušnik izlazi istrošeni i pokvareni zrak. Provjetravanju prostorija strojeva i kotlova obraća se posebna pažnja s obzirom da u ovom prostoru vlada visoka temperatura.

Umjetno provjetravanje koristi se kad nije dovoljno prirodno provjetravanje. Takvo provjetravanje vrši se klimatizacijskim uređajima.



Slika 70. Umjetno provjetravanje

Tijekom putovanja kroz hladne predjele stambene se prostorije zagrijavaju. Zagrijavaju se parom, električnom strujom ili toplim zrakom. Rashlađivanje stambenih prostorija i tereta obavlja se pomoću rashladne tekućine.

7.3. SUSTAV OTPADNIH VODA I TERETA

Sustav otpadnih voda sačinjava skup brodskih cjevovoda, koji se mogu podijeliti na:

- cjevovod za tekućine (voda, tekuće gorivo i dr.) i
- cjevovod za plinove (paru i druge plinove).

Mreža cjevovoda povezuje razna odjeljke. U svaki odjeljak ugrađene su odgovarajuće cijevi, a raspored im je određen prema namjeni. Tankovi imaju cijevi koje istodobno služe za isisavanje, kao i za punjenje tanka. Za vrijeme punjenja zrak koji se nalazi u tanku izlazi kroz cijev pričvršćenu na najviši dio tanka. Za mjerenje visine vode u tanku služi cijev koja doseže do palube, gdje se zatvara metalnim čepom. Mjerenje vode obavlja se metalnom šipkom, koja je s jedne strane podijeljena na centimetre, a s druge na palce. Dio dna broda, koji se nalazi ispod same cijevi je podvostručen radi toga da se brodsko dno zaštititi od udaraca željezne šipke. Željezno dno broda se zbog čestog svakodnevnog mjerenja izjeda i bez

udvostručenja bi se s vremenom na tom mjestu probilo. Stoga je danas propisano da se na svim ovakvim mjestima lim udvostruči. U pramcu se nalazi lančanik. Izvlačenju lanaca iz mora sakupi se u spremište nešto vode. Ta se voda izvlači ručnom sisaljkom.

7.4. KALJUŽNI I BALASTNI SUSTAV

Kaljuže se nalaze s desne i s lijeve strane tanka. Za isisavanje i mjerenje vode u kaljužama služe cijevi. U kaljužama se, pored vode, nađe i taloga, a ponekad i krutih predmeta. Da ne bi ovakvi predmeti, pri isisavanju vode, ušli i začepili cijev, i eventualno došli u samu sisaljku, na kraju cijevi, koja završava kaljužu postavljen je filter. Svaki dio tanka snabdjeven je sa dvije isisne cijevi: glavnom i pomoćnom. Glavna cijev je većeg promjera, a služi da brzo isisa masu vode iz tanka, dok pomoćna cijev isisava ostatak vode pri dnu, koji glavna cijev, zbog svog velikog promjera, ne može grabiti. Pomoćne cijevi mogu sisati vodu i kad se brod nagne, jer su postavljene više prema stranama broda. Cijevi za isisavanje kaljuža i cijevi za isisavanje i punjenje tankova završavaju u razvodnoj kutiji, gdje svaka cijev ima svoj ventil kojim se spaja sa sisaljkom. Na cijevima za isisavanje kaljuža, pred razvodnom kutijom, nalazi se odbojni ventil. Ovaj ventil slobodno propušta vodu iz kaljuža prema vani, a automatski zatvara eventualni tok vode prema kaljužama. Još jedan ovakav ventil se nalazi pred filterom kaljuža. On sprječava ulaz vode u odjeljak za slučaj da se neko drugo odjeljak, kroz koje prolazi cijev kaljuža napuni vodom, a cijev razbije.

Ako se u sudaru ošteti pramac broda i voda prodre do sudarne pregrade, može se desiti da se na nekom mjestu svog toka razbije i usisna cijev pretežnog tanka. Da ne bi voda poplavila neki tank, kroz koji ova cijev prolazi, zaustavi se tok vode pomoću ventila, koji se nalazi ispred sudarne pregrade. Zatvaranje ovog ventila obavlja se sa palube.

Tankovi se pune pomoću ventila broskog dna, koji je u vezi sa morem. Ovaj se ventil nalazi u stroju, blizu sisaljke za punjenje i ispražnjivanje vode. Ako nije hitno da se neki tank dvostrukog dna napuni, onda se punjenje obavlja jednostavnim otvaranjem ovog ventila i ventila dotičnog tanka na razvodnoj kutiji. Kako se ovi tankovi nalaze ispod vode, punjenje nastaje samo od sebe. Ako se punjenje mora žurno napraviti, onda se tankovi pune sisaljkom. Pri punjenju, jasno je, treba otvoriti odušne cijevi, da bi zrak iz tankova mogao izlaziti vani.

Punjenje dubokih tankova obavlja se uvijek sisaljkom. Raspored drenaže u stražnjem dijelu broda sličan je opisanom, s razlikom što cijevi za pražnjenje tankova idu kroz tunel. Za ovaj dio broda postoji posebna razvodna kutija. Ovih kutija ima najmanje dvije: za prednji i za stražnji dio broda. Ali, nekad ih ima dvije ili tri za svaki dio broda. U ovom slučaju cijevi tankova su koncentrirane u jednoj razvodnoj kutiji, a cijevi kaljuža u drugoj, ili cijevi tankova u jednoj, desnih kaljuža u drugoj, a lijevih kaljuža u trećoj kutiji.

Razvodne kutije spojene su sa sisaljkom, koja crpi vodu i odvodi je dalje. Za odvod vode postoji naročita razvodna kutija, čijim ventilima se razvodi voda na razna mjesta: izvan broda, na palubu, u kotao itd. Pored cijevi tankova i kaljuža koje sačinjavaju glavni dio brodske drenaže, postoje na brodu čitavi sustavi drugih cijevi, koji služe za gašenje požara i druge svrhe.

8. OŠTEĆENJA TERETNIH PROSTORA I BALASTNIH TANKOVA NA BRODU

Nakon pomorske havarije ključno je provesti detaljan pregled broda kako bi se osigurala sigurnost plovidbe, zaštita morskog okoliša i spriječila buduće nezgode. Ovaj proces u Republici Hrvatskoj reguliran je Pravilnikom o obavljanju inspekcijskog nadzora sigurnosti plovidbe.

8.1. PREGLED BRODA I TERETA RADI UTVRĐIVANJA NASTALIH ŠTETA

Gotovo svaka pomorska nezgoda ima za posljedicu gubitak ili oštećenje broda ili tereta. Zbog toga nakon svake pomorske nezgode, pa tako i poslije čina zajedničke havarije, treba pregledati brod i teret te utvrditi nastale gubitke ili oštećenja. To je potrebno učiniti neovisno o tome hoće li šteta u dubinskoj osnovi biti priznata u zajedničku havariju ili će se smatrati posebnom havarijom. Uloga zapovjednika broda u tom je pogledu nezamjenjiva i izuzetno značajna za očuvanje interesa brodara. Njegova je dužnost istaknuti i što je moguće prije upoznati brodara s pretrpljenim štetama i njihovim uzrocima. Time se omogućuje brodaru da:

- pravodobno obavijesti osiguratelja broda,
- pozove klasifikacijski zavod na pregled štete,
- putem svoje tehničke službe pregleda štetu,
- pripremi dokumentaciju za izvođenje popravka.

Potrebno je voditi računa o tome da je prema Pomorskom zakoniku i pravilima klasifikacijskih zavoda izvanredni pregled obavezan nakon što brod pretrpi havariju ili se pronađu nedostaci koji mogu utjecati na sposobnost broda za plovidbu. Brodar pregled oštećenog broda i izvođenje predradnji za njegov popravak obavlja preko svojih tehničkih službi. Zapovjednik i stručne službe brodara surađuju s vještacima osiguratelja i klasifikacijskog zavoda u pripremnim radnjama za popravak oštećenog broda. Osiguratelj broda u zaštiti svojih interesa obavlja pregled broda putem svojih vještaka ili za tu svrhu angažira specijalizirane organizacije. To je najčešće Salvage Association ili pojedini klasifikacijski zavod. Zapovjednik broda dužan je surađivati s vještacima i pružiti im informacije o tijeku nezgode.

Salvage Association je specijalizirana organizacija engleskog tržišta osiguranja (osnovana 1856.), koja pruža stručnu pomoć pri spašavanju i pregledu oštećenog broda, tereta i druge pomorske imovine. Engleski osiguratelji (reosiguratelji) redovito se služe tom organizacijom. Nakon obavljenog pregleda vještaci izdaju izvješće o pretrpljenoj šteti (*damage report*).

8.2. INSPEKCIJSKI NADZOR

Inspekcijski nadzor obuhvaća sveobuhvatan pregled broda s ciljem utvrđivanja opsega oštećenja i procjene njegove sposobnosti za daljnju plovidbu. Ako se inspekcijski nadzor obavlja povodom prijave ili obavijesti zapovjednika, člana posade ili druge osobe ili organizacije koja ima pravni interes za sigurno upravljanje brodom, za uvjete života na brodu, za sprječavanje onečišćenja okoliša ili u zaštiti sigurnosti vrijedi: Inspektor je dužan osigurati da se ne otkrije identitet osobe koja je podnijela prijavu ili izvješće.

Inspekcijski pregled provodi se kada postoje jasni pokazatelji da sigurnosni uvjeti na brodu nisu zadovoljeni. U okviru takvog pregleda inspektori pažljivo ispituju konstrukciju broda, strojarnicu, uvjete teretnih prostora, opremu za spašavanje, ispravnost i sigurnost radio-komunikacijskih uređaja te sustave za zaštitu od požara. Također se provjerava usklađenost s pravilima o izbjegavanju sudara na moru i valjanost svjedodžbe o sposobnosti broda za plovidbu. Pregled obuhvaća i razinu pripremljenosti posade, kao i uvjete života i

rada na plovilu. Ako se tijekom osnovnog pregleda utvrdi da postoje ozbiljni nedostaci koji mogu ugroziti sigurnost broda, tereta ili posade, inspektor je dužan proširiti inspekciju i obaviti detaljan pregled. U slučajevima kada su ti nedostaci uočeni kod određenih vrsta brodova navedenih u Dodatku V. Pravilnika, provodi se i prošireni inspekcijski pregled s još širim opsegom nadzora.

Prema Pravilniku o obavljanju inspekcijskog nadzora sigurnosti plovidbe inspektori provode:

- Vizualni pregled trupa: Traže se vidljiva oštećenja, pukotine ili deformacije.
- Provjeru brodskih sustava: Ispituje se ispravnost pogonskog sustava, kormilarskog mehanizma, električnih instalacija i drugih ključnih komponenti.
- Kontrolu sigurnosne opreme: Osigurava se da su svi sigurnosni uređaji, poput pojaseva za spašavanje, protupožarne opreme i signalnih sredstava, u ispravnom stanju i spremni za upotrebu.
- Analizu navigacijske opreme: Provjerava se funkcionalnost radara, GPS-a, kompasa i drugih navigacijskih instrumenata.

Inspekcijski pregledi brodova ključni su za osiguranje sigurnosti plovidbe, zaštitu okoliša i usklađenost s međunarodnim i nacionalnim propisima. Pregledi se provode periodično prema rizičnom profilu broda, dok se dodatni pregledi provode u slučajevima izvanrednih događaja, uključujući havarije, sudare, nasukavanja i druge incidentne situacije. Periodični inspekcijski pregledi provode se u unaprijed određenim vremenskim intervalima na temelju rizičnog profila broda. Njihova učestalost određuje se prema Pariškom memorandumu (Paris MoU), koji klasificira brodove prema visokom, srednjem i niskom riziku.

Kriteriji za periodične preglede prema riziku broda:

- Brodovi visokog rizika gdje se pregled mora obaviti najkasnije svakih šest mjeseci, a brod je raspoloživ za pregled od petog mjeseca nakon zadnje inspekcije.
- Brodovi srednjeg rizika gdje se pregled mora obaviti najkasnije svakih 12 mjeseci, a brod je raspoloživ za pregled od desetog mjeseca.
- Brodovi niskog rizika – pregled se mora obaviti najkasnije svakih 36 mjeseci, a brod je raspoloživ za pregled od 24. mjeseca nakon posljednjeg inspekcijskog pregleda.

Inspektor ima pravo koristiti različite izvore informacija o brodu kako bi što učinkovitije planirao i proveo inspekcijski nadzor. Ti podaci mogu uključivati informacije dobivene od peljara, brodskog agenta, lučke uprave, zapovjednika broda i članova posade, kao i od fizičkih ili pravnih osoba koje imaju opravdani interes za sigurnost broda. Osim toga, inspektor se može osloniti na podatke klasifikacijskih društava, ovlaštenih tijela, dokumentaciju iz vlastite arhive te druge relevantne izvore. Na temelju prikupljenih informacija donosi se odluka o tome hoće li se brod podvrgnuti inspekciji te se planira vrsta inspekcije koja će se provesti. Također se određuju prioriteta područja broda kojima će se posvetiti posebna pažnja, kao i sastav inspekcijskog tima koji će obaviti pregled. Inspekcije stranih brodova razvrstavaju se u tri osnovne kategorije: osnovne, detaljne i proširene preglede, ovisno o dostupnim informacijama i stanju broda.

Periodični pregledi uključuju:

- Provjeru trupa, nadgrađa i sustava broda
- Pregled sigurnosne i protupožarne opreme
- Inspekciju sustava za upravljanje balastnim vodama i gorivom
- Ocjenu uvjeta rada posade i sigurnosnih protokola

Periodični pregledi brodova predstavljaju ključan segment u održavanju sigurnosti plovidbe, očuvanju morskog okoliša te osiguravanju usklađenosti s međunarodnim i nacionalnim zakonodavstvom. Ovi pregledi obično se provode u redovitim vremenskim razmacima, prema standardima koje propisuju klasifikacijska društva, Međunarodna

pomorska organizacija (IMO) i nacionalna tijela, poput lučkih kapetanija. Inspekcija trupa uključuje pregled općeg stanja brodske konstrukcije, s posebnim naglaskom na koroziju, pukotine, oštećenja od sudara ili nasukavanja te stanje boje i zaštitnih premaza. Pregled nadgrađa odnosi se na provjeru brodskih struktura iznad glavne palube – mosta, kabina, sustava komunikacije i ostale nadgrađene opreme. Također se provjeravaju i svi mehanički i tehnički sustavi broda, poput kormilarskog uređaja, osovine, motora, rashladnih i ventilacijskih sustava.

Sigurnosna oprema mora biti u ispravnom stanju i uključuje čamce za spašavanje, splavi, prsluke za spašavanje, svjetlosnu i zvučnu signalizaciju te radio-opremu za hitne situacije (GMDSS). Protupožarna oprema podrazumijeva vatrogasne aparate, stacionarne sustave gašenja (npr. CO₂ sustavi), detektore dima i vatre, vatrogasne cijevi i pumpe. Tijekom pregleda se ocjenjuje funkcionalnost i ispravnost svih uređaja te provjerava da su unutar roka valjanosti.³⁰ Sustavi za upravljanje balastnim vodama moraju biti usklađeni s propisima kako bi se spriječio prijenos invazivnih vrsta između različitih morskih područja.

Inspektori provjeravaju djelotvornost filtracije, dezinfekcije i pražnjenja balastnih voda. Uz to, provodi se pregled gorivnog sustava, rezervoara, pumpi i cjevovoda s naglaskom na sigurnost, moguće propuštanje i usklađenost s propisima o zaštiti okoliša.

Tijekom periodičnih pregleda također se vrši procjena radnih uvjeta i procedura koje posada koristi u svakodnevnim operacijama. Provjerava se postoji li dovoljan broj obučenih članova posade, vodi li se propisana dokumentacija o radnim satima i odmoru, te jesu li posade osposobljene za hitne situacije kroz vježbe i edukacije. Osim toga, inspektori ocjenjuju provedbu sigurnosnih protokola, dostupnost sigurnosnih planova i provođenje preventivnih mjera protiv nesreća.

Dodatni inspekcijski pregledi provode se izvan redovitih vremenskih intervala, kada se pojave određeni odlučujući ili nepredviđeni faktori. Inspektor donosi odluku o potrebi pregleda na temelju stručne procjene. Brod koji doživi havariju, sudar, nasukavanje ili tehnički kvar podliježe obveznom inspekcijskom pregledu prije nastavka plovidbe. Cilj inspekcije je utvrditi uzrok incidenta, procijeniti štetu i osigurati da brod može sigurno nastaviti plovidbu bez ugrožavanja posade, okoliša i drugih plovila.

8.3. PREGLED BRODA NAKON HAVARIJE

Razlozi za inspekcijski pregled nakon havarije:

- Sudar ili nasukavanje gdje oštećenje trupa može ugroziti plovnost broda i dovesti do prodora vode ili izlivanja goriva.
- Mehanički kvar ili kvar glavnog pogonskog stroja, kormilarskog sustava ili generatora može onemogućiti sigurno upravljanje brodom.
- Onečišćenje mora u slučaju ispuštanja opasnih tvari ili otpadnih voda, inspekcija utvrđuje uzroke i posljedice incidenta.
- Kršenje pravila sigurnosti plovidbe te pogrešni ili opasni manevri mogu dovesti do dodatnih rizika u pomorskom prometu.

Postupak pregleda broda nakon havarije:

- Prijava havarije – zapovjednik broda dužan je odmah obavijestiti Lučku kapetaniju i Centar za traganje i spašavanje (MRCC Rijeka).
- Dolazak inspektora na brod – provodi se vizualni pregled broda te inicijalna procjena oštećenja.
- Tehnički pregled – inspekcija uključuje testiranje sustava, provjeru trupa sonarom ili ultrazvučnim metodama te analizu strukturnih oštećenja.
- Procjena daljnje plovidbe – na temelju rezultata pregleda inspektor može:

- a) Dopustiti nastavak plovidbe ako brod nije kritično oštećen.
- b) Narediti privremenu zabranu plovidbe i upućivanje na popravak.
- c) Predložiti dodatne sigurnosne mjere prije isplovljavanja.
- Izrada izvješća – inspektor sastavlja detaljno izvješće koje uključuje nalaze pregleda, fotografije oštećenja, preporučene mjere i moguću odgovornost posade ili vlasnika broda.

Inspekcijski pregledi brodova nakon havarije kritični su za osiguranje sigurnosti plovidbe i zaštitu morskog okoliša. Brod koji doživi havariju mora proći detaljan pregled prije nego što mu se dopusti nastavak plovidbe. Periodični pregledi služe za preventivno održavanje i smanjenje rizika, dok se dodatni pregledi provode u izvanrednim okolnostima, uključujući oštećenja, mehaničke kvarove i potencijalno onečišćenje okoliša. Ovi postupci osiguravaju usklađenost s pomorskim propisima Republike Hrvatske i međunarodnim standardima sigurnosti.

Svi brodovi upisani u Upisnik brodova Republike Hrvatske podliježu izvanrednom pregledu u određenim situacijama. Ovaj pregled je obavezan u slučajevima kada brod pretrpi pomorsku nesreću, poput nasukanja, sudara, potapanja, požara ili drugih oštećenja. Također se provodi ako postoji osnovana sumnja da brodice ne zadovoljava propisane uvjete za plovidbu, nakon značajnih popravaka i preinaka, pri promjeni namjene brodice iz osobne u gospodarsku ili kod promjene područja plovidbe. Pregled je potreban i ako je došlo do odgode redovnog pregleda.

Osoba koja upravlja brodom ili zapovjednik jahte koja je doživjela pomorsku nezgodu, kao i sve pravne i fizičke osobe koje imaju saznanja o takvom događaju, dužne su u roku od najviše 12 sati prijaviti nesreću nadležnoj lučkoj kapetaniji ili njezinoj ispostavi. Prijava se podnosi putem službenog obrasca dostupnog na internetskim stranicama Ministarstva mora, prometa i infrastrukture Republike Hrvatske.

Nakon zaprimanja prijave, lučka kapetanija ili njezina ispostava dužna je provesti izvanredni tehnički pregled broda ako postoji sumnja da plovilo ne ispunjava tehničke uvjete za plovidbu. Rezultati pregleda evidentiraju se u zapisniku, a kapetanija je također obvezna provesti istražni postupak o mogućim pomorskim prekršajima, sukladno Pomorskom zakoniku. Kada je riječ o jahtama, tehnički pregled provodi Hrvatski registar brodova (HRB) u Splitu. Pregledi jahti provode se po istim pravilima kao i za brodice. Nakon utvrđivanja tehničke ispravnosti, jahti se izdaje Svjedodžba o sposobnosti jahte za plovidbu, koja potvrđuje da ispunjava sve uvjete za sigurno sudjelovanje u pomorskom prometu.

8.4. PRIJAVA HAVARIJE

U slučaju havarije, zapovjednik broda i vlasnik imaju zakonsku obvezu odmah prijaviti incident nadležnim tijelima. Prema odredbama Pomorskog zakonika, zapovjednik broda dužan je bez odgađanja obavijestiti najbližu lučku kapetaniju ili ispostavu o događaju koji je prouzročio štetu na brodu, teretu ili okolišu. Ova prijava omogućuje pravovremenu reakciju i koordinaciju svih potrebnih mjera za sanaciju posljedica havarije. Nakon pomorske havarije, bilo da je riječ o sudaru, nasukavanju, požaru ili oštećenju trupa, pregled broda predstavlja prvi i najvažniji korak u procesu procjene štete, identifikacije uzroka i planiranja daljnjih radnji. Takvi pregledi obično se provode u suradnji s inspekcijskim tijelima, stručnjacima za pomorsku sigurnost, osiguravajućim društvima te P&I (Protection and Indemnity) klubovima. Tvrtke specijalizirane za provedbu ovakvih inspekcija diljem svijeta, osiguravajući objektivnu i stručnu procjenu stanja plovila.

8.4.1. Prikupljanje osnovnih informacija o nesreći

Prva faza u inspekcijskom postupku uključuje prikupljanje svih relevantnih podataka o samoj havariji. To obuhvaća bilježenje točnog vremena i geografskog položaja nesreće, uvjeta plovidbe u trenutku incidenta (poput vremenskih prilika, visine valova, vidljivosti i smjera vjetra), kao i stanja navigacijske i komunikacijske opreme broda. Pregledavaju se brodski dnevnici, automatski podaci iz sustava za nadzor plovidbe (AIS) te se provode razgovori s članovima posade kako bi se dobio što potpuniji uvid u okolnosti nesreće.

8.4.2. Vizualna inspekcija i podvodni pregled

Nakon inicijalne analize slijedi temeljita vizualna inspekcija vanjskih i unutarnjih dijelova broda. Posebna se pažnja posvećuje trupu broda, nadgrađu, teretnom prostoru i komandnom mostu. Ako postoji sumnja na oštećenja ispod razine mora, koristi se ronilačka oprema ili podvodne kamere kako bi se snimili i analizirali svi dijelovi trupa koji su izvan dosega standardne vizualne kontrole. Ovaj dio pregleda je ključan kako bi se pravovremeno uočile pukotine, deformacije, proboji u trupu ili istjecanja tekućina i goriva.

Osim standardnih vizualnih pregleda, inspektori koriste i napredne tehnike za otkrivanje skrivenih oštećenja:

- Ultrazvučno ispitivanje se koristi se za detekciju unutarnjih pukotina ili korozije unutar metalnih struktura broda.
- Radiografsko ispitivanje (RTG) omogućuje snimanje unutarnjih dijelova konstrukcije kako bi se identificirala moguća strukturna oštećenja.
- Magnetoskopsko ispitivanje primjenjuje se za otkrivanje površinskih i blizu površinskih nespojeva u fero-magnetskim materijalima.

8.4.3. Tehnička i funkcionalna analiza sustava

U ovom dijelu pregleda ispituju se svi tehnički sustavi broda, uključujući glavni pogonski stroj, pomoćne strojeve, sustave za upravljanje kormilom, električne instalacije, sustave balasta, protupožarne sustave i uređaje za sigurnost posade. Koriste se specijalizirani instrumenti za mjerenje debljine čelika na trupu kako bi se procijenila strukturna oštećenja koja nisu vidljiva golim okom. Ovisno o vrsti havarije, može se analizirati i stabilitet broda te njegov kapacitet da se sigurno preveze do suhog doka ili najbliže luke.

Tehnički pregled broda odnosi se na provjeru kojom se utvrđuje udovoljava li brod propisima o sposobnosti za plovidbu i tehničkim pravilima. Ove preglede provode nadležne ustanove i klasifikacijski zavodi kako bi se osigurala sigurnost broda i usklađenost s regulatornim zahtjevima. Osnovni pregled broda provodi se radi utvrđivanja njegove sposobnosti za plovidbu, u skladu s propisima koji vrijede za brodove iste namjene i plovidbenog područja.

Redovni pregled broda obavlja se periodično, ovisno o vrstama brodskih isprava, odnosno godišnje, svake dvije ili četiri godine. Cilj ovog pregleda je potvrda klasifikacije broda. Postupni redovni pregled broda vrsta je redovnog pregleda, gdje se inspekcija provodi u fazama, a pregled se obavlja godišnje ili tijekom boravka broda u luci. Trajanje ovog ciklusa odgovara vremenskom roku važenja brodskih isprava.

Kontrolni pregled broda, poznat i kao godišnji pregled broda, periodična je provjera koja osigurava da brod ispunjava uvjete sigurnosti za plovidbu prema propisima. Izvanredni pregled broda provodi se nakon što je brod pretrpio havariju, oštećenja ili druge okolnosti koje mogu utjecati na njegovu sigurnost. Također se obavlja i u sljedećim slučajevima: 38 Nakon većih popravaka koji ne proizlaze iz osnovnog, redovnog ili kontrolnog pregleda. Ako

je brod bio izvan upotrebe (raspremi) duže od godinu dana. Pri privremenoj promjeni namjene broda ili proširenju plovidbenog područja. Kada je došlo do odgode redovnog ili kontrolnog pregleda za više od mjesec dana.

8.5. DOKUMENTACIJA I IZRADA INSPEKCIJSKOG IZVJEŠĆA

Nakon obavljenih fizičkih i tehničkih pregleda, stručni tim izrađuje detaljno izvješće koje uključuje sve pronađene nepravilnosti i oštećenja. U izvješću se također navode fotografije i dijagrami koji ilustriraju stanje plovila, kao i procjena troškova popravka. Osim što se izvješće dostavlja vlasniku broda, ono je važno i za osiguravatelje te lučke vlasti. Preporuke koje proizlaze iz izvješća usmjerene su na daljnje korake – privremeni popravci, tegljenje, popravak u brodogradilištu ili čak povlačenje broda iz uporabe ako su štete prevelike. Nakon prikupljanja podataka, inspektori procjenjuju:

- Opseg i ozbiljnost oštećenja kada se utvrđuje koje su strukture i sustavi pogođeni te u kojoj mjeri.
- Potrebne popravke gdje se definira koje radove je potrebno izvršiti kako bi se brod vratio u sigurno stanje za plovidbu.
- Vrijeme i troškove popravka pri čemu se procjenjuje trajanje radova i financijski izdatci potrebni za sanaciju.

U slučaju zajedničke havarije neophodno je potrebno u skladišnoj ili određenoj luci pregledati oštećeni teret da bi se utvrdila dužnička i vjerovnička masa. Pregled obavljaju vještaci osiguratelja ili specijalizirane tvrtke ili vještaci fizičke osobe. U tom pogledu izuzetno važnu ulogu imaju *Lloyd's Agents*. *Lloyd's Underwriters Association* za potrebe utvrđivanja i likvidacije šteta (pretežito na teretu), kao i za prikupljanje informacija, ima po svijetu široku mrežu svojih zastupnika *Lloyd's Agents*. Izvješće o pregledu štete izdaju na standardiziranom obrascu – *Lloyd's Survey Report (Goods)*.

Zapovjednik broda dužan je u punoj mjeri surađivati s tehničkom službom brodara u pripremi dokumentacije za likvidaciju zajedničke havarije. Dokumentacija potrebna za likvidaciju zajedničke havarije obuhvaća:

- ovjereni izvadak iz broskog dnevnika i dnevnika stroja,
- ovjerenu kopiju prijave pomorske nezgode,
- izvješća vještaka o pretrpljenim štetama,
- kopije svih obavijesti, zatraženih i primljenih uputa u vezi s nezgodom,
- podatke o troškovima zajedničke havarije s dokazima o njihovoj visini,
- odluku o nagradi za spašavanje,
- cjelokupni manifest tereta,
- kopije svih teretnica,
- procjenu vrijednosti broda,
- podatke o vrijednosti tereta,
- podatke o potrošku goriva i zaliha,
- podatke o visini naknada članovima brodske posade u vezi sa zajedničkom havarijom,
- cjelokupnu dokumentaciju o pribavljenim jamstvima.

8.6. SURADNJA S NADLEŽNIM TIJELIMA I PRAVNIM INSTITUCIJAMA

Tijekom cijelog postupka pregleda, stručnjaci iz inspekcijskog tima surađuju s lučkim kapetanijama, pomorskom policijom, inspektorima zaštite okoliša i drugim nadležnim tijelima. Ako postoji sumnja na kaznenu ili prekršajnu odgovornost, podaci iz pregleda mogu služiti

kao dokaz u sudskim ili arbitražnim postupcima. Nadalje, sve aktivnosti moraju biti usklađene s nacionalnim zakonodavstvom te međunarodnim konvencijama.

Lučke kapetanije kao regionalne jedinice Ministarstva mora, prometa i infrastrukture Republike Hrvatske, odgovorne su za provođenje inspekcijskog nadzora sigurnosti plovidbe. Nakon prijave havarije, lučka kapetanija:

- Istražuje okolnosti havarije i prikuplja informacije o događaju, uključujući izjave posade i svjedoka.
- Organizira inspekcijski pregled odnosno angažira inspektore sigurnosti plovidbe za detaljan pregled broda.
- Poduzima mjere za zaštitu okoliša u slučaju onečišćenja, koordinira aktivnosti čišćenja i sanacije.
- Donosi odluke o daljnjoj plovidbi ovisno o težini oštećenja, može zabraniti isplivljavanje dok se ne otklone nedostaci.

Pregled broda nakon havarije zahtijeva visoku razinu stručnosti, pažljivu koordinaciju različitih sudionika i primjenu specijalizirane opreme. Osim što pruža uvid u uzroke nesreće i stanje plovila, ovakav pregled je temelj za donošenje daljnjih odluka koje utječu na sigurnost broda, posade i okoliša. Pravovremena i kvalitetna inspekcija ključna je za sanaciju štete, odgovorno ponašanje prema pomorskom prometu i sprječavanje ponavljanja sličnih incidenata u budućnosti.

8.7. SIGURNOSNI I EKOLOŠKI ASPEKTI

Havarije mogu dovesti do onečišćenja mora izlivanjem goriva, ulja ili drugih štetnih tvari. Stoga su ključne mjere vađenje i uklanjanje podrtina i potonulih stvari nakon havarije. U pomorskom prometu, uklanjanje podrtina i potonulih stvari predstavlja važan korak u očuvanju sigurnosti plovidbe, zaštiti morskog okoliša i sprječavanju daljnjih incidenata. Ovaj postupak u Republici Hrvatskoj reguliran je Pomorskim zakonikom, a provode ga prvenstveno lučke kapetanije u suradnji s ovlaštenim izvođačima radova.

Pod pojmom podrtine podrazumijevaju se potopljeni, nasukani ili napušteni plovni objekti, uključujući njihove dijelove i teret, dok potonule stvari obuhvaćaju sve ostale predmete izgubljene ili ostavljene na morskom dnu. Kad takvi objekti predstavljaju opasnost za plovidbu ili okoliš, potrebno ih je označiti i hitno ukloniti, posebice ako postoji rizik od onečišćenja mora.

Vlasnik plovnog objekta ili izgubljene stvari obavezan je na vlastiti trošak ukloniti podrtinu. Ukoliko to ne učini u zakonski predviđenom roku, nadležna lučka kapetanija preuzima inicijativu, a trošak se naknadno naplaćuje od vlasnika. U situacijama kada vlasnik nije poznat ili nije moguće stupiti u kontakt, uklanjanje može provesti i poštteni nalaznik, koji ima pravo na naknadu ili čak vlasništvo, ako se vlasnik ne javi u roku. Vađenje podrtina zahtijeva dozvolu nadležnih tijela, a ukoliko se radi o objektima od kulturnog ili vojnog značaja, potrebna su i posebna odobrenja. Tijekom procesa vađenja i osiguranja područja, poduzima se niz sigurnosnih i ekoloških mjera, uključujući inspekcije i označavanje opasnosti.

U slučaju da se brod ili oprema ne ukloni u predviđenom roku, predmet se može prodati na javnoj dražbi, a prihod koristi za pokrivanje troškova. Također, zakon nalaže da vlasnici većih brodova imaju važeće osiguranje ili jamstvo upravo za ovakve slučajeve. Ovakav zakonodavni okvir osigurava efikasan i odgovoran pristup upravljanju pomorskim nesrećama. Uloga države, lučkih kapetanija i poštenih nalaznika u ovom procesu je ključna, a jasno definirane obveze i mehanizmi naplate troškova jamče zaštitu javnog interesa, sigurnost pomorskog prometa te očuva

Elementi na brodu služe za postizavanje nepropusnosti i čvrstoće, pa se uglavnom dijele na elemente uzdužne i poprečne čvrstoće. Svi moraju biti pravilno dimenzionirani i međusobno povezani, kako bi se dobila potrebna čvrstoća broda uz što manju težinu trupa. Elementi se na čeličnim brodovima povezuju zavarivanjem.

Elementi čeličnih brodova su: kobilica, rebro, proturebro, rebrenica, pasmo dvodno i njegovi posebni dijelovi (npr. hrptenica, završna ploča, lepeza i uzvojna koljena), oplata, sponje, paluba, podveze, podsponje, upore, pregrade i statve.

9. ODRŽAVANJE BRODA

9.1. ODRŽAVANJE NADGRAĐA I STAMBENIH PROSTORIJA BRODA

Nadgrađe broda sa prostorijama za smještaj posade i putnika (na putničkim brodovima) predstavlja podsustav u cjelokupnom sustavu broda koji se zajedno sa svojim elementima održava drukčije od ostalih podsustava. Kada govorimo o održavanju nadgrađa, treba napomenuti da je ono složeno jer se sastoji od vanjskog održavanja nadgrađa, održavanja prostorija posade i putnika, održavanja kuhinja i sanitarnih prostorija, održavanja sistema za grijanje, ventilaciju i hlađenje u kabinama, kuhinjama, prostorijama za okupljanje posade i slično.

Vanjski prostor nadgrađa održava se redovnim bojanjem, čišćenjem i pranjem vodenim mlazom. Nepropusnost prozorskih stakala i vidljivost prozora provjerava se također vodenim mlazom pod pritiskom. U unutrašnjosti nadgrađa održavanje se sastoji od redovnog čišćenja, kontrole kabina i slično. Također se vrši i remont i eventualna zamjena prenosivih protupožarnih aparata u hodnicima, kuhinji i dnevnom boravku posade.

Također, mora se redovno provjeravati sustav sanitarne i pitke vode, tako što se kontroliraju i po potrebi zamjene termostati, ventili, slavine ili pročiste vodovodne cijevi, ako je to potrebno. Sustav za ventilaciju, hlađenje i grijanje prostorija posade održava se kroz sustav stalnih kontrola u što spadaju:

- sukladnost ventilacijskih kanala i ogranaka sa shemama;
- rad ventilatora s provjerom efikasnosti (količina zraka za svaku prostoriju, brzina strujanja i tako dalje);
- pozicija daljinskog isključivanja sa svakog mjesta;
- nepropusnost detektorskom lampom;
- vakuumiranje cjevovoda za hlađenje i njegovo držanje pod vakuumom osam sati;
- provjerava se rad kompresora uređaja za hlađenje, pumpi za hlađenje, odjeljivača ulja, presostata i termostata;
- rad uređaja za grijanje;
- uređaj za navlaživanje i način regulacije.

9.2. ODRŽAVANJE SIGURNOSNE OPREME

U sigurnosnu opremu spadaju:

- osobna sredstva za spašavanje (termo i hidro-termo zaštitna odijela, prsluci i kolutovi za spašavanje, uređaji za disanje u nuždi);
- kolektivna sredstva za spašavanje (čamci za spašavanje, splavi i spasilački čamci);
- protupožarna oprema (prenosivi aparati za gašenje, detektori požara, stacionarni sustavi CO₂, pjena, Sprinkler sustavi).

9.3. ODRŽAVANJE PROTUPOŽARNE OPREME

Održavanje protupožarne opreme dijeli se na:

- održavanje prenosivih aparata za gašenje požara;
- održavanje stacionarnih sustava i detektora požara.

Prenosivi protupožarni aparati su smješteni u hodnicima nadgrađa, skupnim prostorijama i strojarskom prostoru. Njihovo održavanje se zasniva na vizualnoj provjeri aparata. Ako se radi o aparatima sa prahom, prah treba jednom godišnje promijeniti ili prosijati, kako se ne bi ukrutio i na taj način se onemogućilo gašenje požara. Jednom godišnje je potrebno rastaviti i požarne detektore u svim prostorijama broda, promijeniti im bateriju ili simulirati njihovu aktivaciju, kako bi ostali u radnom stanju. Što se tiče stacionarnih

sustava, prije svih treba napomenuti vođeni Sprinkler sustav. On se održava propuštanjem vode ili pare kroz cjevovod i povremenim testiranjima pumpe za opskrbljivanje vodom.

Testiranje pumpe se vrši kako bi se provjerio pritisak koji ona daje, jer prema međunarodnim propisima, pumpa mora stvoriti dovoljan pritisak da voda uđe u sve prostorije na brodu. Kod stacionarnih sustava sa pjenom, jednom godišnje treba testirati pjenilo, tj. koncentraciju ekstrakta za gašenje. Ako je njegova koncentracija manja od dozvoljene, pjenilo treba zamijeniti novim.

Kod sustava CO₂ neophodno je kontrolirati boce (punjenje i testiranje boca). Podrazumijeva se da testiranje stacionarnih sustava uključuje i probe svih alarma i daljinskog načina aktiviranja.



Slika 71. Ispitivanje prenosivih protupožarnih aparata i testiranje sustava CO₂ na brodovima

U cilju provjere ispravnosti i održavanja protupožarne opreme i uređaja, provode se pregledi koji uključuju:

- protupožarni cjevovod na nepropusnost;
- sukladnost sa shemama;
- spojeve i učvršćenja;
- rad protupožarnih pumpi pojedinačno;
- gašenje vodenim mlazom pomoću vatrogasnih cijevi i mlaznica, sa provjerom dometa dviju najudaljenijih mlaznica istovremeno;
- povezanost sa drugim sustavima koji su spojeni na protupožarni cjevovod, kao pomoćni;
- pozicija protupožarnih ormarića prema shemama, te provjera njihove pripadajuće opreme;
- instalacija uređaja za otkrivanje požara i proba njihovog funkcioniranja (alarmi ili automatsko aktiviranje gašenja);
- funkcioniranje sigurnosnih ventila i čepova za pražnjenje protupožarnog cjevovoda;
- broj, pozicija i sadržaj boca internog gasa i provjera uređaja za aktiviranje (pozicija upravljačkih mjesta, funkcioniranje, alarmi);
- rad generatora internog gasa ili pjene, i uređaja za aktiviranje (pozicija upravljačkih mjesta, lopata, sjekira, ručni vatrogasni aparati i tako dalje).

9.4. ODRŽAVANJE OPREME ZA VEZIVANJE

Na konope na brodu treba obratiti posebnu pažnju jer od toga zavisi njihovo trajanje. Poslije upotrebe konopi se ne smiju ostaviti razbacani po palubi ili skladištu, nego ih treba složiti na određeno mjesto, u klupko ili namotati na bubanj. Površina bubnja mora biti čista ili glatka. Trajnost konopa mnogo zavisi od konstrukcije palubne opreme: bitve, zijevalice, kolutove i drugo.

Također, konopi se ne smiju smočiti u vodu bez potrebe, a spremaju se samo kada su suhi i čisti. One koji su bili u moru prije skladištenja treba isprati slatkom vodom. Konopi uprljani blatom, pijeskom ili prljavštinom peru se jakim mlazom slatke vode, a po potrebi se i četkaju.

Vlažan biljni konop ne samo da brže trune već mu se i prekidna sila smanjuje. Ako se vlaženje konopa ne može izbjeći, treba nastojati da što kraće budu mokri ili u vodi. Prije pranja palube konopi se namataju u vijenac oko palca, ili preko ograde u duge redove. To treba raditi i pri kišovitom i vlažnom vremenu, kao i noću pri jakoj rosi, ako se ne mogu pokriti.

Dugačke konope kojima je brod vezan, koji rade u vodi, treba podići na čamce ili bilo kakva plutajuća sredstva ako brod ostaje duže u vezu. Vlažan biljni konop se steže. Zato treba prije, kiše ili magle i vlažne noći sve jako nategnute konope popustiti da ne bi pukli. Sintetički konopi se stežu vrlo malo.



Slika 72. Održavanje konopa na priteznom vitlu

Opće odredbe o održavanju brodskih konopa važe i za čeličnu užad. Osnovni i opći princip za trajnost čeličnih užadi je da ona pri upotrebi ne nailaze na suho trenje i da se njima pravilno rukuje.

Pravilno odmotavanje čelik čela složenog u kolut vrši se tako što se kolut postavi vertikalno i rukom kotura, čvrsto držeći kraj čela koji se odvija po palubi. Ukoliko se ne odmotava na pravi način čelik čelo će olabaviti.

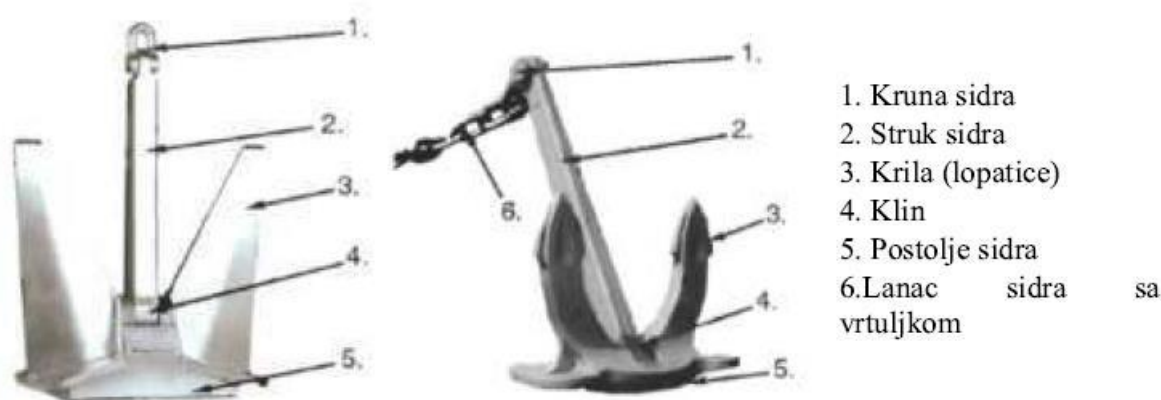
Čelik čela se ne smiju prekomjerno opterećivati, jer bi njihovo pucanje moglo smrtonosno ozlijediti one koji sa njima rukuju ili one koji se nalaze u blizini. Najopasnija su užad koja se upotrebljavaju pri manevriranju uz obalu i uža za tegalj, pa o tome treba voditi posebnu brigu. Skladišta u kojem se čuvaju brodski konopi moraju biti suhi i provjetreni. Povremeno, pri suhom vremenu konope treba iznijeti na palubu i dobro ih provjetriti u hladu. Konope treba čuvati daleko od kemikalija, grijalica, bojlera i drugih uređaja. Posljedice kemijskog djelovanja na konop zavise od vrsta materijala.

Treba izbjegavati da konopi dođu u dodir sa svježom bojom, katranom i sredstvima koji skidaju boju. Ako se konop zagadi kiselinom ili razrjeđivačima, treba ga što prije isprati vodom. Dugo skladištene konope nije preporučljivo upotrebljavati prije nego što se iskontrolira njihova prekidna sila. Takav konop može izgledati nov, ali unutra zna biti truo.

9.5. ODRŽAVANJE SIDRA I OPREME ZA SIDRENJE

Prilikom izvlačenja sidra, sidro treba dobro oprati od mulja i drugih naslaga nečistoće, posebno se vrši kontrola zglobova sidra koje se detaljno pregleda i provjerava njegov mehanizam, kako bi bili sigurni da se lopatice mogu slobodno i lako pokretati.

Sidra se danas uglavnom rade od lijevanog čelika, treba ga čistiti od korozije i kad je god moguće premazati ga lanenim uljem. Sidro se sa lancem spaja pomoću sidrene spojne karike. Ona ima veći promjer od promjera obične karike i njen promjer je 1,4 obične karike. Kad god je moguće treba je pregledati i razraditi.



Slika 73. HHP i standardno sidro

Samo održavanje sidra i sidrenog sustava možemo podijeliti na:

- periodično održavanje;
- glavno održavanje.

Periodično održavanje je održavanje prilikom eksploatacije broda. Kad se sidro diže treba ga dobro oprati vodom da se lanac dobro očisti od mulja, da su patentne spojnice u dobrom stanju, da su lopatice sidra pokretne. Redovno podmazivati zupčanike prijenosnog mehanizma vitla i osovinu. Pregledati kočnicu vitla. Također, treba kontrolirati pogon vitla u zavisno koji je, kod parnog pogona obavezna kontrola parnih cijevi i ventila i o razvodniku, ako je u pitanju električni pogon treba pratiti stanje elektromotora i njegovu zaštitu od vlage.

Prije spuštanja sidra u more ili podizanja sidra treba pogledati kako morska voda koja pere sidro i lanac funkcionira jer se može dogoditi da se sapnice za vodu začepi od blata. Također, treba pregledati stanje sidrenog osiguranja, sidreno ždrijelo i poklopac ždrijela.

Kod glavnog održavanja prilikom dokovanja broda obavlja se temeljni pregled sidra i cijelog sustava. Sidro i lanci se izvode sa broda, dobro se pregledavaju i očiste od korozije. Pri udarcu karika čekićem, zvuk mora biti čist. Rasponi karika moraju stajati čvrsto na svojim mjestima. Sidro i lanci se čiste čekićem i čeličnim četkama, a zatim se premažu lanenim uljem. Preporučuje se da se na svakom dokovanju lanci okrenu.

9.6. ODRŽAVANJE DIZALICA I KRANOVA

Jedan od najbitnijih elemenata za siguran i cjelokupan rad dizalica je pravilno organiziran rad na njenim pregledima i oporavcima. Organiziranim pregledima otklanjaju se i

najmanje neispravnosti na elementima noseće konstrukcije i mehanizma, i na taj način se otklanjaju mogućnosti da dizalica prestane sa radom zbog neznatnih kvarova. Sustavno održavanje i pregledi dizalica čine preventivnu zaštitu pogona, što daje mogućnost da se organiziraju i unaprijed planiraju određeni remontni poslovi, koji ne moraju da poremete rad u čitavom pogonu koje dizalica opskrbljuje. Naročito u pogonima gdje radi veći broj dizalica, organizaciji remonte službe treba obratiti posebnu pažnju. Ona treba planski organizirati preventivne remonte dizalica, na taj način koji je najpogodniji za normalno funkcioniranje cijelog pogona.

S obzirom na vremenski termin u kojem se vrše pregledi dizalice mogu biti:

- dnevni;
- tjedni;
- mjesečni;
- polugodišnji;
- godišnji;
- generalni;
- izvanredni.

Dnevni pregled dizalice vrši dizaličar prije početka rada i u pauzama u toku rada. Sve uočene kvarove dizaličar mora prijaviti svom neposrednom rukovodstvu. Ovim pregledom dizaličar vizualno uočava eventualne neispravnosti, te vrši kontrolu podmazivanja.

Tjedni pregled dizalice vrše bravari i električari, ekipe za održavanje dizalice, i to u prisustvu dizaličara. Pored opisanih radova dnevnih pregleda, tjednim pregledom se obuhvaćaju i sljedeći radovi: pregled kranskih staza s odbojnicima, pregled i podmazivanja ležaja mehanizama za kretanje i za gibanje kraka dizalice, pregled cjelokupne čelične užadi ugrađene u dizalici, pregled i podmazivanje osovine zglobova na dizalici i slično.

Mjesečni pregled i popravke vrše bravari i električne ekipe za održavanje dizalica pod nadzorom poslovođa te ekipe. U ovom pregledu potrebno je pregledati cjelokupnu konstrukciju dizalice posebno konstrukciju kraka. Potrebno je pregledati sve reduktore mehanizma i naliti ulja ako je potrebno. Isto tako je potrebno pregledati i sve kočnice uređaja, podesiti ih, a dotrajale obloge papuča zamijeniti. Ovim pregledom treba izvršiti i sljedeće preglede: spojkama i kućištima reduktora pregledati veze užadi, provjeriti ispravnost automatskog isključivanja struje za krajnji položaj kraka, tereta, mosta i drugo, pregledati električne vodove, posebno onih koji vode od glavnih sabirnih četkica do motora, kontrolera i otpornika, pregledati klizne vodove i zaštitno uzemljenje.

Polugodišnji pregled vrši stručna komisija organizacije. Popravke vrše bravari i električari, ekipe za održavanje dizalica pod nadzorom tehničkog rukovodstva. Ovim pregledom se obavljaju sljedeći poslovi: pregled zupčanika u reduktorima i zamjena ulja u njima, pregled svih kotrljajućih i kliznih ležajeva na dizalici, pregled kolica, osovine i kotača mehanizama za kretanje dizalice, sistemski pregled cjelokupne električne instalacije, pregled i ispitivanje izolacije namotaja i elektromotora i četkica elektromotora i podmazivanje njihovih ležajeva.

Godišnji pregled dizalice obuhvaća uglavnom sve radove iz polugodišnjeg pregleda, a uz to još i pregled čelične noseće konstrukcije na kojoj treba provjeriti ispravnost posebno napregnutih spojeva. I ovaj pregled vrši stručna komisija organizacije sastavljena prema odredbama tehničkih pravila.

Generalni pregled i remont dizalica koje su u stalnom pogonu vrši se svake treće godine. Ovaj rok se može promijeniti u zavisnosti od režima rada dizalice. O ovome prema potrebi odlučuje lice koje je u organizaciji zaduženo za sigurnost pri radu sa dizalicama. Ovaj

pregled obuhvaća i mijenjanje oštećenih ili dotrajalih dijelova pojedinih uređaja, sklopova ili noseće konstrukcije dizalica. Pored ovoga vrši se i ispitivanje svih uređaja i sklopova pojedinih dijelova konstrukcije, a posebno cijele dizalice prema odredbama tehničkih pravila donesenih od strane klasifikacijskih društava. Poznajući granice trošenja pojedinih dijelova moguće je sa uspjehom organizirati preventivni remont i ne dozvoliti da iznenadni lom nekog dijela zaustavi dizalicu za vrijeme rada i time dovede u pitanje izvršenje plana radova na mjestima na kojima ona radi.



Slika 74. Prekrcaj tereta brodskim dizalicama

9.7. ODRŽAVANJE SKLADIŠTA I NEPROPUSNIH PREGRADA

9.7.1. Održavanje teretnih prostora broda

Stanje skladišta tereta (tehnička ispravnost, čistoća, nepropusnost i slično) je osnovni preduvjet prije potpisivanja ugovora o prijevozu tereta. Skladišta tereta moraju biti čista, suha, a njihova površina u odgovarajućem stanju (posebno stanje boje kojom je skladište obojeno).

- Održavanje skladišta se sastoji u čišćenju skladišta nakon prijevoza tereta, njegovom povremenom bojanju, odstranjivanju eventualne korozije i drugo. Minimalni zahtjevi za skladišta u smislu njihovog održavanja i pripreme za bojanje su: prije početka bilo kakvih radova, skladištima se mora izdati „Gas free“ potvrda o odgovarajućoj koncentraciji plinova kako bi ljudi mogli pristupiti unutar skladišta izapočeti potrebne radove;
- teške skele moraju biti uklonjene ukoliko su izvođeni popravci;
- otpaci i ostaci tereta moraju biti uklonjeni;
- masti i ostaci ulja moraju biti uklonjeni;
- svi „vrući radovi“ se moraju završiti;
- bilo kakvi mjehuri postojeće boje ili njena oštećenja moraju se ukloniti odgovarajućim alatom, a prvenstveno se to radi vodenim mlazom;
- prije pripreme površine, one moraju biti u potpunosti oprane i očišćene.



Slika 75. Izgled skladišta nakon iskrcaja tereta i bojanje gornjeg dijela skladišta

Također, redovno se mora kontrolirati nepropusnost poklopaca skladišta, njihovo pravilno otvaranje i zatvaranje (hidraulični sustav). Nepropusnost poklopaca provjerava se vodenim mlazom koji se usmjerava na mjesta sastava poklopaca (tzv. hose test). Ako se radi o tankerima koji prevoze tekuće terete, onda se kod njihovih skladišta provjerava sljedeće:

- tlačenje teretnog cjevovoda, te provjeravanje spojeva i učvršćivanje cjevovoda;
- upućivanje pumpi radi provjere smjera okretanja;
- daljinsko upravljanje i naglo zatvaranje ventila;
- daljinski prikaz temperature;
- prilikom prvog tereta sustav grijanja.

Održavanje skladišta tereta izvodi se u skladu sa ISM kodeksom kompanije i u skladu sa propisanim procedurama. Potrebno je izvršiti pregled svih čeličnih konstrukcijskih elemenata, cjevovoda, odvodnih kanala i drugo. Pregled, a potom sanacija i popravak oštećenih mjesta izvode se u skladu sa uputstvima koje donosi kompanija, a zavisno od obujma sanacije potrebno je uključiti klasifikacijsko društvo i administraciju države čiju zastavu brod vije.

9.7.2. Održavanje nepropusnih pregrada

Pregrade dijele brodski trup u više odvojenih prostora kako bi se spriječilo naplavlivanje svih prostora istovremeno. Pod nepropusnim se pregradama smatraju pregrade koje sudjeluju u vodonepropusnom pregrađivanju. Osnovne vodonepropusne pregrade postavljaju se bezuvjetno prema pravilima klasifikacijskih društava da osiguraju vodonepropusno pregrađivanje zbog moguće poplave broda u slučaju prodora vode.

Po orijentaciji pregrade mogu biti poprečne ili uzdužne. U sigurnosnom smislu pregrade sprečavaju potonuće u slučaju prodora vode u neki prostor, kao i širenje vatre uslučaju požara. U ekološkom smislu pregrade smanjuju zagađenje u slučajevima oštećenja zidova tankova. U konstruktivnom smislu pregrade služe kao elementi poprečne i uzdužne čvrstoće.

Osim vodonepropusnih skladišnih pregrada na brodovima se postavljaju i pregrade koje dijele tankove i teretne prostore, te se zbog dodatnih opterećenja posebno razmatraju u strukturi tankova. Pregrade su generalno oslonci za potpalubne nosače, nosače dna i nosače boka.

Poprečne pregrade indirektno sudjeluju u uzdužnoj čvrstoći broda jer održavaju oblik broskog trupa kao kutijastog nosača. Ove pregrade podupiru nadgrađa, palubne kućice i opremu na palubi i one su također važan oslonac kod dokovanja.

Svi brodovi moraju imati sudarnu pregradu, pregradu statvene cijevi i pregrade na oba kraja prostora stroja. Ako je prostor stroja smješten na krmu, pregrada statvene cijevi se može smatrati krmenom pregradom prostora stroja.

Održavanje nepropusnih pregrada je dio kontinuiranog procesa praćenja i održavanja stanja pregrada prije i nakon iskrcaja tereta iz skladišnih prostora. Prije samog održavanja pregrada neophodno je pregledati konstrukciju pregrada, odnosno njene čelične ploče i ukrucenja, sa posebnim osvrtom na zavarene i kontaktne površine.

Preventivno održavanje podrazumijeva uklanjanje prljavština sa pregrada nakon iskrcaja tereta kao i stalno čišćenje korodiranih površina i njihova površinska zaštita pomoću zaštitnih premaza. Korektivno održavanje se odnosi na saniranje pojave pukotina, propuštanja i oštećenja nastalih uslijed udaraca. Privremeni popravci se mogu provesti u lukama između operacija sa teretom dok se veći zahvati obavljaju uglavnom u remontnim prostorima.



Slika 76. Korodirana nepropusna poprečna/uzdužna pregrada skladišta spremna za zamjenu

9.7.3. Vodonepropusna vrata

Vodonepropusna vrata predstavljaju veoma važan dio konstrukcije koji se pojavljuje na različitim mjestima na brodu i sa različitim mehanizmom upotrebe. Osnovna svrha vodonepropusnih vrata je odvajanje dijelova broda u dva potpuno nezavisna, vodonepropusna dijela. Generalno, postoje tri vrste, odnosno tipa vodonepropusnih vrata:

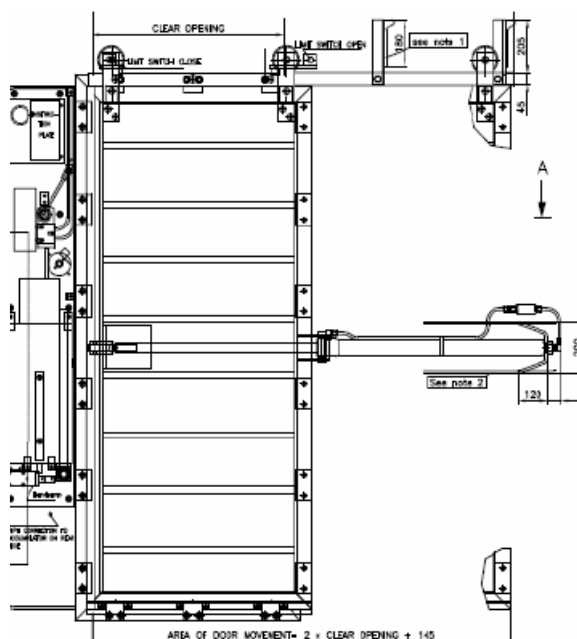
- klasa 1- vrata sa šarkom;
- klasa 2- klizeća vrata koja se ručno otvaraju;
- klasa 3- klizeća vrata na struju kao i ona koja se ručno otvaraju.



Slika 77. Vrste vodonepropusnih vrata

Vodonepropusna vrata mogu nanijeti ozbiljne povrede ako se na njima pravilno ne rukuje, pa zato svi članovi posade koji bi mogli imati priliku da koriste bilo koja vodonepropusna vrata, trebaju biti upućeni kako ih sigurno koristiti.

Posebnu pažnju treba posvetiti vratima koja za svoje funkcioniranje koriste određenu energiju (električnu, hidrauličnu) i koja se zatvaraju sa zapovjedničkog mosta. Ako su otvorena lokalno pod ovim uvjetima će se ponovno zatvoriti automatski sa snagom koja je dovoljna da slomi svakoga koji se u tom trenutku nalazi na stazi zatvaranja vrata čim se lokalna kontrola oslobodi.



Slika 78. Tehnički nacrt vodonepropusnih vrata

Lokalne kontrole su postavljene na svakoj strani vrata tako da osoba koja prolazi kroz otvor vrata može otvoriti vrata i stići do druge kontrole kako bi držala vrata u otvorenom položaju sve dok se prolaz ne završi. Kako su potrebne obje ruke za rukovanje kontrolama, nijedna osoba ne bi smjela pokušati nešto nositi kroz vrata bez pomoći.

Nitko ne bi trebao pokušati da prođe kroz vodonepropusna vrata kada se ona zatvaraju ili kada je aktivirano zvono upozorenja. U svim slučajevima treba pričekati dok se vrata u potpunosti ne otvore prije nego što pokušate proći kroz njih.

Vodonepropusna vrata se moraju adekvatno održavati u skladu sa propisima i instrukcijama proizvođača. Zavisno od tipa i vrste nepropusnih vrata, te njihovog pogona (električni, hidraulični), potrebno je vršiti pregled i održavanje, te provjeru njihovog funkcioniranja.

Podmazivanje, bojanje i zamjena dotrajalih i oštećenih rezervnih dijelova su glavne aktivnosti koje se odnose na održavanje vodonepropusnih vrata.

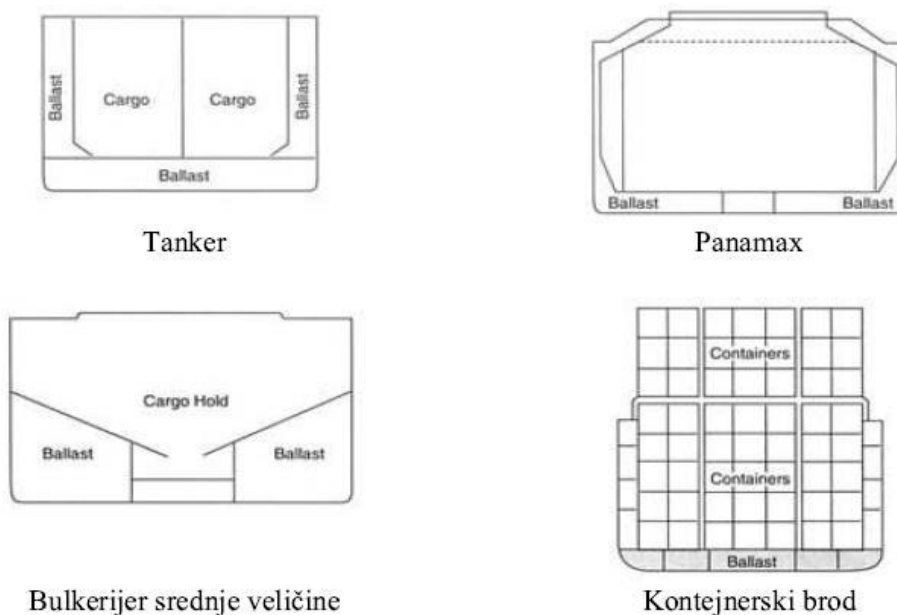
Sva vodonepropusna vrata i njihovi mehanizmi i indikatori, kao i svi ventili pomoću kojih se vrše zatvaranja vrata, kako bi se brodske prostore napravili vodonepropusnim i ventili za kontrolu štete i spojeva moraju biti pregledani barem jednom tjedno. Uočena oštećenja se moraju upisati u dnevnik.

Pored redovnog održavanja, neophodno je provoditi vježbe u kojima se testira spremnost posade da prema propisanoj proceduri provode zatvaranja vrata. Eventualna oštećenja se moraju evidentirati, a zapisi sa vježbi se moraju voditi.

9.8. ODRŽAVANJE BALASTNIH TANKOVA

Balast je masa koja se dodaje brodovima kako bi se stvorilo dodatno opterećenje i povećala ravnoteža tokom plovidbe broda i situacijama u kojima treba ravnomjerno rasporediti težine. Balast se dodaje u brodske balastne tankove po pravilu da se smanje statička i dinamička opterećenja broda i za vrijeme kad je brod prazan kako bi se smanjili otpori koji se javljaju tokom plovidbe, te da se snizi težište broda kako bi mu se povećala stabilnost tokom plovidbe. Balastni tankovi se mogu nalaziti pri dnu broda, a mogu se nalaziti i na bočnim stranama broda, zavisno od tipa broda.

Osim kod plovni objekata i brodova, balastni tankovi su obavezni i na podmornicama, baržama, plovnim dizalicama kao i plutajućim dokovima. Na sljedećoj slici prikazani su balastni tankovi kod *bulkcarriera*, tankera i kontejnerskih brodova.



Slika 79. Balastni tankovi na različitim tipovima brodova

Kod različitih tipova brodova razlikuju se oblik i vrste balastnih tankova. Također, sama struktura, tankova i broj okvirnih rebara u njima zavisi od veličine broda, njegove nosivosti i namjene. Raspored tankova je utvrđen od strane samog projektanta, a prema proračunu stabiliteta broda.

9.8.1. Pregledi i procjena stanja balastnih tankova

Balastni tankovi na brodu su strukturni elementi brodske konstrukcije koji su najizloženiji utjecaju korozije i korozivnih procesa. U tim faktorima sudjeluju brojni faktori, kao što su: vlažnost zraka, temperatura, biološki procesi, balastni ciklusi, prijevozna ruta i slično. Stalna izmjena balastnih voda također je jedan od faktora koji doprinosi ubrzanju korozivnih procesa. Zbog svega navedenog, balastni tankovi se moraju stalno pregledati od strane posade broda, suglasno ISM kodeksu i o tome se moraju voditi određeni zapisi.

Pored toga, balastni tankovi podliježu pregledu od strane klasifikacijskog društva tokom eksploatacije radi utvrđivanja njihovog stvarnog stanja. Prema međunarodnim propisima, balastni tankovi podliježu sljedećim pregledima:

- godišnji pregled;
- među pregled;
- specijalni pregled.

Godišnji pregled je najjednostavniji. Godišnji pregledi trebaju biti provedeni unutar tri mjeseca prije ili poslije svake godine dana i moraju se obaviti prije planiranog pregleda inspektora klasifikacijskog društva. U vrijeme godišnjeg pregleda brod se detaljno pregleda.

Kada su u pitanju balastni tankovi, tokom godišnjih pregleda nije obavezan njihov pregled, osim u situaciji kad je na prethodnom pregledu utvrđeno povećano istrošenje, odnosno pojačana korozija, oštećenje boje ili neki drugi problem, kao što je npr. problem sa cjevovodnim balastom, daljinski upravljanim ventilima balasta u tankovima i slično.

Ako je između dva pregleda došlo do oštećenja boje unutar tankova, onda se unutar kompanije mora pogledati opseg oštećenja i u skladu sa tim se može zahtijevati da posada intervenira, odnosno da pripremi i ofarba mjesta gdje je boja oslabila ili je nema. Kompanije često koriste radne ekipe koje tokom plovidbe rade na stalnom održavanju tankova i privremenim popravcima oštećenim elemenata kako bi brod mogao biti eksploatiran do narednog remonta.



Slika 80. Vizualni pregled tankova

Godišnji pregled podrazumijeva i provjeru stanja cink protektora kao i provjeru balastnih cijevi koje u toku eksploatacije mogu popucati uslijed pritiska korozije i izazvati probleme prilikom balastiranja broda.

Generalno, tankovi koji se pregledaju godišnje su oni kod kojih je zaštitna boja u lošem stanju ili je uopće nema. Kod godišnjeg pregleda tankova vrši se sljedeće:

- provjera ukupne struktura tankova u cilju pronalaženja oštećenja ili pukotina;
- provjerava se stanje zaštitne boje na površinama, pri čemu se uzima u obzir da lokalne pukotine boje mogu ubrzati pojavu korozije;
- provjeravaju se balastni cjevovodi i usisne košare.

Među pregled se provodi svaki 2 i pol godine. Za specifične vrste brodova, kao što su putnički brodovi i super brzi brodovi taj period se razlikuje. Kada je u pitanju pregled tankova, zahtijeva se vizualni pregled zbog utvrđivanja stvarnog stanja broda.

Razlika između godišnjeg i među pregleda je samo u opsegu pregleda, pri čemu se sa vremenom eksploatacije obujam pregleda stalno povećava. Ovaj pregled treba omogućiti stjecanje potpunog dojma o stanju balastnih tankova na način da se preciziraju radnje na održavanju koje se moraju provesti tokom realizacije remonta broda.

Ako je na prethodnom pregledu balastnih tankova utvrđena pojačana korozija *Substantial corrosion* onda je potrebno izvršiti ultrazvučno mjerenje tih zona, a po zahtjevu klasifikacijskog društva vrši se ultrazvučno mjerenje.



Specijalni pregled nema nekih velikih razlika u odnosu na bilo koji drugi pregled, on je jednostavno detaljniji. Tokom ovog pregleda nastoje se otkriti i sanirati svi uočeni problemi, na način da se osigura eksploatacija tankova narednih pet godina. Za razliku od godišnjeg pregleda koji se sastoji od vizualnih pregleda mora se stvoriti potpuno jasna slika o stanju svakog balastnog tanka broda.

No, specijalnim pregledima se pored pregleda svih sastavnih dijelova tankova zahtijeva još i ultrazvučno mjerenje debljine, kako bi se stekla objektivna slika o stanju oplata. Ova mjerenja, zavisno od tipa broda i njegove starosti, izvode se i na među pregledima, a prema obujmu sadržaju koji je uređen pravilima klasifikacijskih društava. Klasifikacijska pravila definiraju minimalni opseg mjerenja u zavisnosti da li se radi o prvom, drugom, trećem ili četvrtom specijalnom pregledu, odnosno o pripadajućim među pregledima.

Pregledom tankova od strane članova posade moguće je dobiti predstavu o stanju balastnih tankova, te u slučaju uočavanja većeg opsega korozije, dati smjernice tehničkom inspektoru kompanije da se angažiraju kompanije za mjerenje elemenata brodskog trupa.

Zapošljavanjem kompanije za mjerenje, nekoliko mjeseci prije samog među pregleda ili specijalnog pregleda, moguće je dobiti realnu sliku o stanju balastnih tankova i obujmu radova u čeliku. Na taj način je moguće optimizirati poslove pripreme broda za remont i odabrati najbolje moguće rješenje.

Tijekom pregleda, treba osigurati siguran pristup tankova u skladu sa pravilima i propisima za ulazak u balastne tankove. Da bi se svi balastni prostori pregledali, neophodno je da budu prazni, čisti i suhi te provjereni na sadržaj plinova (eng. *Gas free*). Brodar mora osigurati sve uvjete za pristup balastnim tankovima i praznim prostorima.

Svrha unutarnjih pregleda od strane članova posade je:

- ocjena stanja ulaznih otvora u tankove;
- ocjena stanja nepropusnih pregrada;
- ocjena stanja unutarnje strukture (rebra, okvirna rebra, platforme itd.);
- provjera čepova na oplati;
- provjera kontaktnih površina sa susjednim tankovima goriva i pripadajućih spojeva;
- ocjena stanja opreme tankova (cjevovodi, ventili, skale, kablovi itd.);
- provjera i procjena stanja katodne zaštite.

9.8.2. Metode i postupci održavanja balastnih tankova

Kada govorimo o održavanju balastnih tankova, tada možemo govoriti o direktno preventivnom održavanju tankova tokom eksploatacije, te u slučaju intenzivnih korozivnih procesa o održavanju kontrolom parametara stanja. Kontrola stanja se izvodi promjenom stanja površinske zaštite sa jedne, te mjerenjem debljine strukturnih elemenata balastnih tankova sa druge strane. Na ovaj se način preventivno saniraju uočena oštećenja.

U slučaju proboja nepropusnih pregrada ili pak oštećenja u vidu deformacija ili proboja, provode se korektivne privremene ili trajne sanacije. Privremene sanacije i popravci se izvode na licu mjesta u plovidbi, na način da se privremeno zaustavi daljnji napredak oštećenja i spriječe veće posljedice. Trajni popravci se izvode u lukama ili remontnim zavodima i podrazumijeva trajnu sanaciju oštećenja.

Brojni se alati trebaju koristiti u službi realizacije adekvatnog održavanja balastnih tankova. Ovi alati moraju biti dobro spremjeni i pravilno korišteni kako bi se od njih iskoristio maksimum. Na brodu se najčešće nalaze sljedeći ručni alati: čekić za skidanje boje, četka od žice, ručni strugači, prenosiva električna drobilica i slično.

Svakako najvažnije je osigurati nesmetan ulaz u balastni tank. U tom smislu je neophodno adekvatno održavati otvore za ulaz u balastni tank, kako same poklopce, tako i gumene plombe i šarafe kojima se pričvršćuju poklopci. Nije rijedak slučaj da se tankovi ne otvaraju godinama, što kao posljedicu ima koroziju šarafa koje nije moguće odšarafiti. Tada je

potrebno njihovo rezanje što je često puta težak i zahtijevan posao koji može spriječiti ulazak u tank i po nekoliko sati. Sigurnosne gumene plombe moraju biti aktivne kako bi osigurale vodonepropusnost.

Iz navedenih razloga, suglasno sa ISM kodeksom i pripadajućim procedurama, potrebno je stalno otvarati balastne tankove i provjeravati njihovu funkcionalnost. Samo održavanje se sastoji u zamjeni dotrajalih gumenih plombi, uklanjanju korodiranih površina i bojanju istih, zamjeni korodiranih šarafa, podmazivanju postojećih šarafa i slično.

Unutar samih tankova je neophodno održavati sigurnim puteve za kretanje kroz tankove, što se u prvom redu odnosi na ljestve. Ljestve trebaju biti ispravne, a loše, korodirane i oštećene trebaju biti zamijenjene.

Balastne cjevovode je potrebno pregledati i utvrditi stupanj njihove korodiranosti. Ukoliko se mjerenjima otkrije da su cijevi dotrajale, potrebno ih je zamijeniti. U slučaju lokalnih propuštanja potrebno je odraditi popravke.



*Slika 81. Oštećenja cijevi:
a) cijev koju treba trajno sanirati; b) privremeni popravak*

Čest je slučaj da se tokom plovidbe uoče propuštanja na oplati ili susjednim nepropusnim površinama balastnih tankova. Tada nije moguće provesti bilo kakve trajne popravke, pa se provode privremeni popravci koji podrazumijevaju ili postavljanje udvostručenja ili postavljanje cementnih blokova. Niti jedan od ovih popravaka ne smije biti trajnog karaktera, već se trajna sanacija treba obaviti prvom pogodnom prilikom. Trajna sanacija podrazumijeva potpunu zamjenu oštećenog dijela konstrukcije, te naknadno testiranje nepropusnosti.

Najopsežniji poslovi održavanja unutar balastnih tankova se odnose na bojanje korodiranih površina i njihovu ponovnu površinsku zaštitu. Mnoge kompanije za ove poslove zapošljavaju članove posade, dok ne zapošljavaju neke radne ekipe koje tokom plovidbe vrše uklanjanje korodiranih površina i nanos površinske zaštite.

Ovakav pristup održavanju zahtjeva upotrebu čekića za skidanje korozije i oštećene boje. Oni koji ga žele koristiti pravilno moraju biti podučeni za to, odnosno za to koliko je točno snage potrebno za otklanjanje površinske korozije i oštećene boje. Žičane četke služe za lak posao oko korozije ili za tanke slojeve boje. Također se koristi za četkanje oko zavarenih mjesta. Kada je površina oguljena koriste se čelične četke za čišćenje rupa.

Ručni strugači se više koriste za skidanje odnosno uklanjanje korozije i boje sa manjih površina, gdje nije praktično ili je nemoguće koristiti alate na struju.

Opsežniji remontni radovi nad balastnim tankovima se provode tokom među pregleda i specijalnim pregledima kada se brodovi nalaze u suhom doku. Tada se u dogovoru sa remontnim zavodima izvode radovi u čeliku. Ovi radovi u čeliku se izvode od strane obalne operative i na kraju remontnih radova se vrši testiranje tankova u smislu provjere njihove nepropusnosti.



Kod manje korodiranih tankova, a kada brodovlasnik želi zadržati dobro stanje površinske zaštite, vrši se balastiranje tankova i bojanje tankova automatiziranim metodama. Na taj se način vrši sanacija tankova koja osigurava njihovu dužu trajnost i redovne termine njihovih pregleda.

Na kraju obavljenih radova unutar balastnih tankova vrši se njihovo testiranje hidrostatičkim putem, tako što se tank napuni vodom dok voda ne izađe kroz ispušnu cijev. Tada se vizualno provjeravaju sa vanjske strane ivice tankova, pokrov tanka i nepropusne pregrade zbog eventualnog propuštanja.

Za izradu ovog priručnika korišteni su materijali, kao i dijelovi radova:

- SREDSTVA POMORSKOG PROMETA, skripta,
autor: Ivica Đurđević-Tomaš, dr.sc.
- MORNARSKE VJEŠTINE, udžbenik,
autor: Anton Toni Simović, kap.
- STABILNOST BRODA, udžbenik,
autor: Franko Marnika, mr.sc.
- OSNOVE BRODOGRADNJE, skripta,
autor: Zoran Perić, dipl.inž.
- ODRŽAVANJE U BRODARSTVU, diplomski rad,
autor: Dino Obradović
- PREGLED BRODA POSLIJE HAVARIJE, završni rad,
autor: Marijan Merčep
- BRODOVI U TERETNOM POMORSKOM PRIJEVOZU, završni rad,
autor: Vinko Batinić
- <https://mmpi.gov.hr/more-86/statutarna-certifikacija-pomorskih-objekata-118/statutarna-certifikacija-pomorskih-objekata-20241/20241>
- <https://www.crs.hr/hr/usluge/registar-pomorskih-brodova/vrste-statusa-brodova>
- <https://hr.wikipedia.org/wiki/Brod>