

PRIRUČNIK ZA NASTAVNI PREDMET:

POZNAVANJE BRODA

Split, 2022.

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. GEOMETRIJSKI PRIKAZ BRODA	57
8.1. KOEFICIJENTI	57
8.1.1. Koeficijent teretne vodene linije	57
8.1.2. Koeficijent glavnog rebra	58
8.1.3. Koeficijent punoće	58
8.1.4. Koeficijent registarske tonaže i koeficijent nosivosti	59
9. KLASIFIKACIJA I STATUTARNA CERTIFIKACIJA	60
9.1. KLASIFIKACIJSKA DRUŠTVA	61
9.2. DJELATNOSTI KLASIFIKACIJSKIH DRUŠTAVA	62
9.3. TIJEK KLASIFIKACIJE	63
9.4. KLASIFIKACIJSKI NADZOR	63
9.4.1. Tehnička dokumentacija broda	64
9.4.2. Nadzor nad gradnjom trupa i ugradnjom strojeva, uređaja i opreme u brod	65
9.4.3. Tipno odobrenje proizvoda	65
9.4.4. Odobrenje proizvođača i ispitnih institucija	66
9.4.5. Utvrđivanje sposobnosti za obavljanje pokusne plovidbe	66
9.4.6. Zahtjevi ispitivanja nepropusnosti trupa	66
9.5. IZDAVANJE SVIJEDODŽBE O KLASI	66
9.5.1. Sigurno gospodarenje i zaštita okoliša, sprečavanje Zagađenja	67
9.5.2. Klasifikacijske isprave i Registar pomorskih brodova	67
9.6. STATUTARNA CERTIFIKACIJA	67
10. ODRŽAVANJE BRODA	68
10.1. PROCES ODRŽAVANA BRODA	68
10.2. METODE ODRŽAVANJA	69
10.3. TROŠKOVI ODRŽAVANJA	69
10.4. BRODSKI SUSTAVI	71
10.5. ODRŽAVANJE, PREGLEDI I ISPITIVANJE PALUBNE OPREME	71
10.6. MATERIJALI U BRODOGRADNJI I ODRŽAVANJE BRODA	73

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 prekoceanski 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 prekoceanskim 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 plovidbu 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.

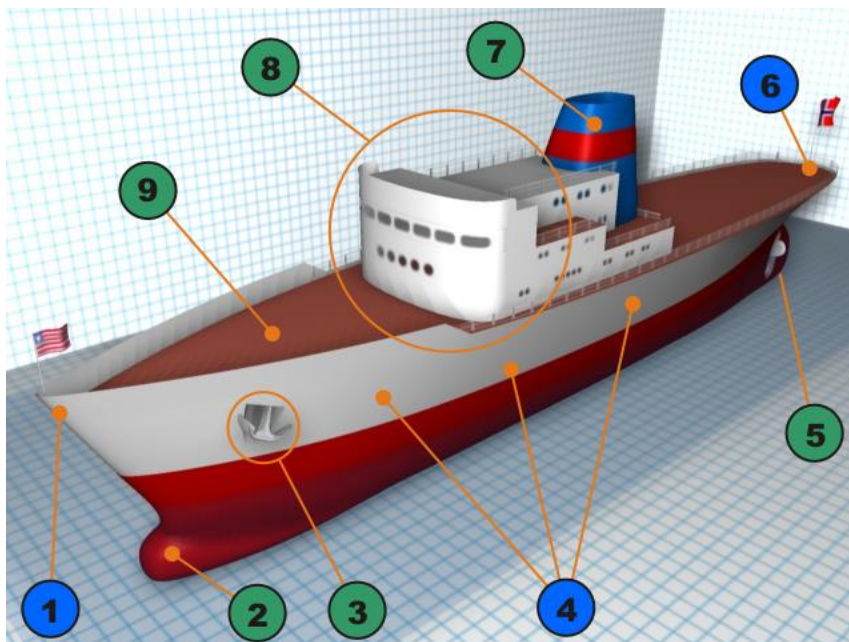
Obalni brodovi obavljaju obalnu plovidbu koja u užem smislu, premda može obuhvaćati i međunarodne rute, označuje promet plovidbom između luka jednog političko-carinskog područja.

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 poplavlivanje 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 odrivni 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 prekretnjem 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 brodskog 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.

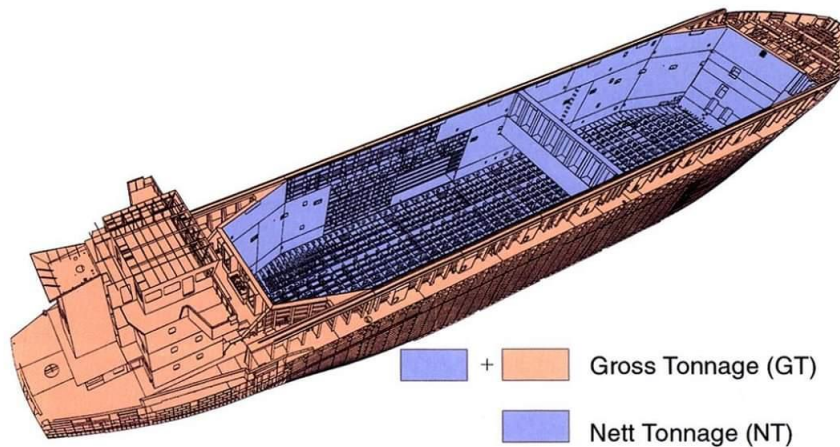
Nosivost je ona težina koju brod može ukrcati od lake vodene linije do teretne vodene linije. U praksi se koristi naziv "Deadweight" i označava se kraticom DW.

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 brodski 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 hidrostatski 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.

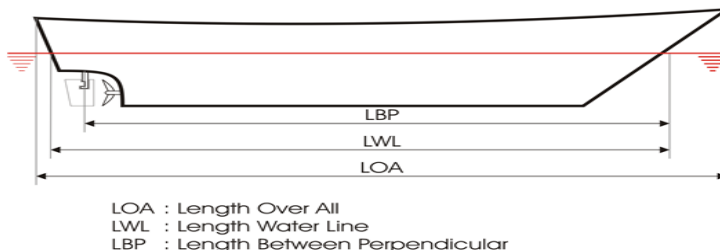
4.2. OSNOVNE DIMENZIJE BRODA

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.

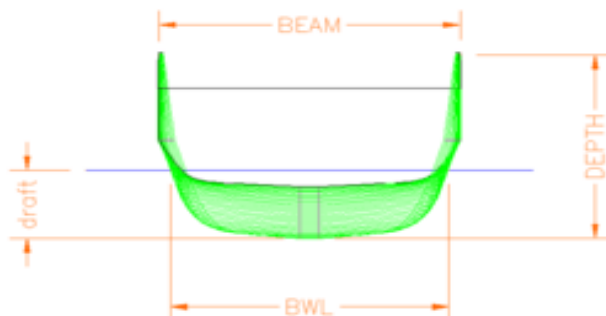
Perpendikulari su okomice koje prolaze kroz sjecišta teretne vodene linije sa stražnjim bridom pramčane statve i prednjim bridom krmene statve. Dužina između perpendikulara je dužina između njih mjerena na teretnoj vodenoj liniji. Ona se označava sa L_{pp} .



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.

$$t_U = T_P - T_K$$

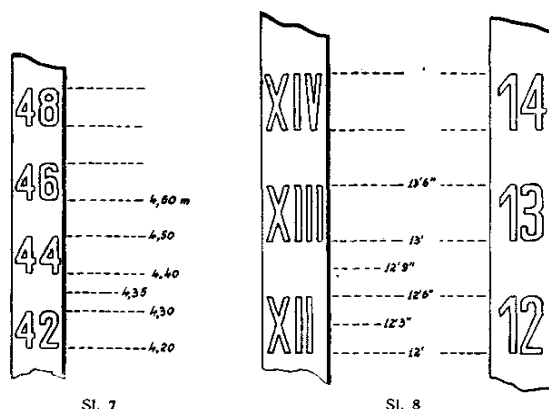
Aritmetička sredina između gaza na pramcu i onog na krmi daje nam srednji gaz.

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

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

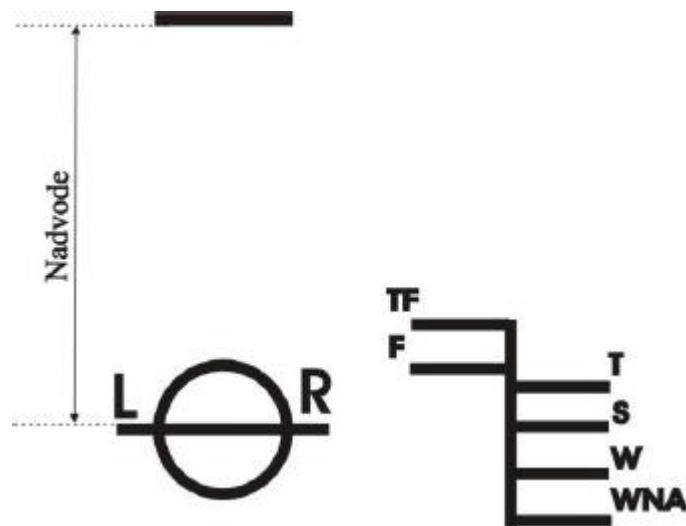
Nadvođe se mjeri na $\frac{1}{2} L_{PP}$ na vanjskom rubu oplata; na čeličnom brodu od KVL do gornje strane čeličnog palubnog oplošja; ako se preko čeličnog oplošja nalazi i drvena

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 plovidbi, a ta se rezerva ne procjenjuje u apsolutnim veličinama, već u postocima deplasmata. 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, okretnost broda i ponašanje broda na moru.

5.1.1. Plovnost broda

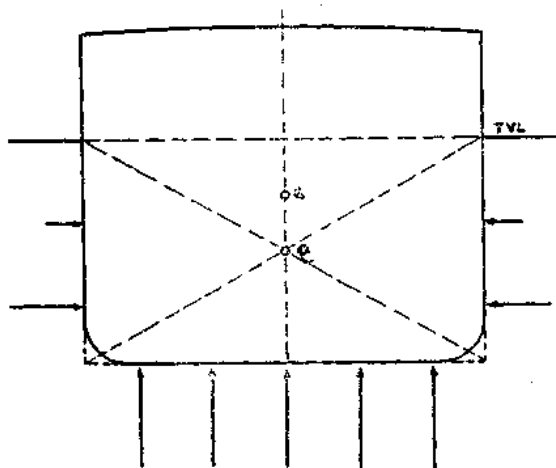
Na tijelo uronjeno u tekućinu djeluje uzgon. To je sila usmjerena vertikalno prema gore, tj. suprotno smjeru sile teže. Uzgon nastaje zbog djelovanja hidrostatskog tlaka na uronjeno tijelo. Donje stijenke uronjenog tijela na većoj su dubini nego gornje, pa je hidrostatski tlak koji tlači donje stijenke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

- naprezanja čitave strukture i
- lokalna naprezanja.

Strukturna naprezanja dijele se dalje na:

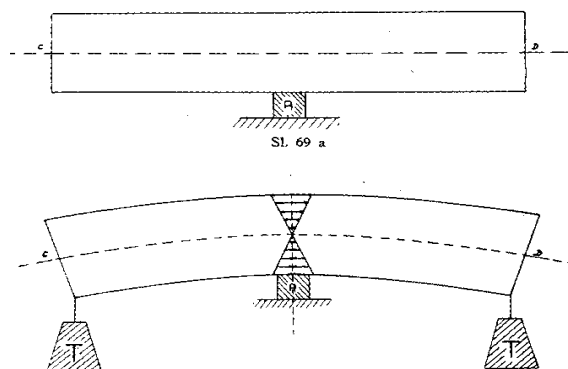
- uzdužna i
- poprečna.

Lokalna naprezanja dijele se na:

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

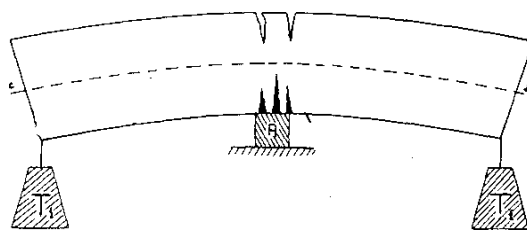
Uzdužna naprezanja broda

Uzdužna naprezanja broda mogu se prikazati kao naprezanja 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.



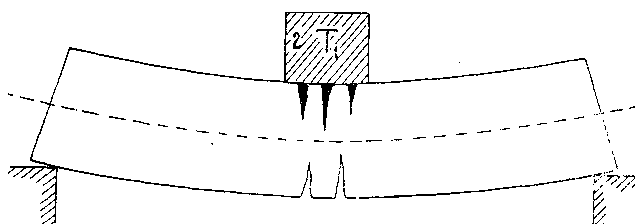
Slika 11. Uzdužna naprezanja broda - savijanje

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 naprezanjima, zove se neutralna os.



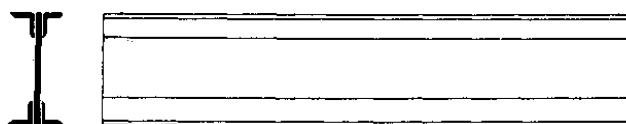
Slika 12. Uzdužna naprezanja – pucanje uslijed razvlačenja

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

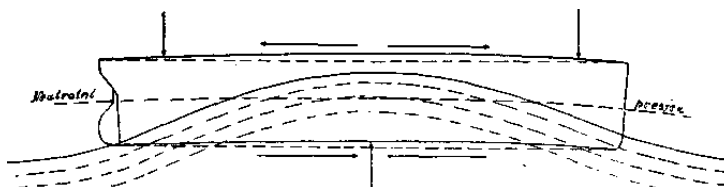
Da bi greda izdržala povećana naprezanja pojačava se uglovnicama. Uglovnice se zakivaju po rubovima, gdje su naprezanja najjača. Ovim greda dobiva znatno veću čvrstoću. Brod je izložen sličnim naprezanjima.



Sl. 70

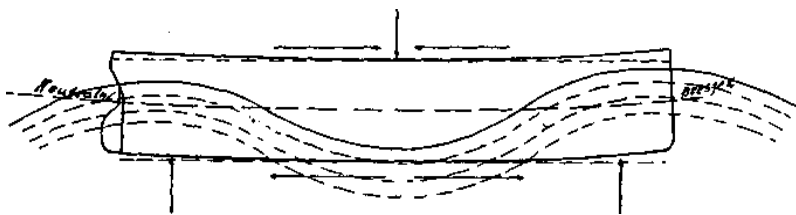
Slika 14. Pojačavanje grede uglovnicama

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.

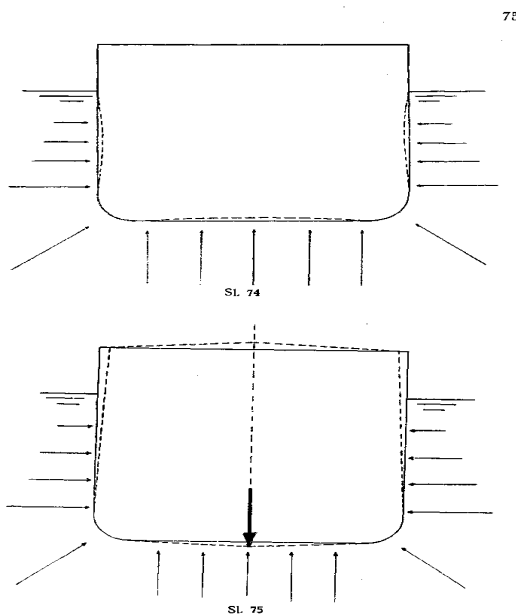


Slika 16. Uzvijanje broda (Sagging)

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.

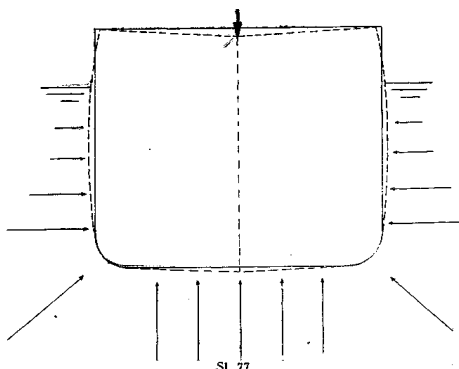
Poprečna naprezanja broda

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.



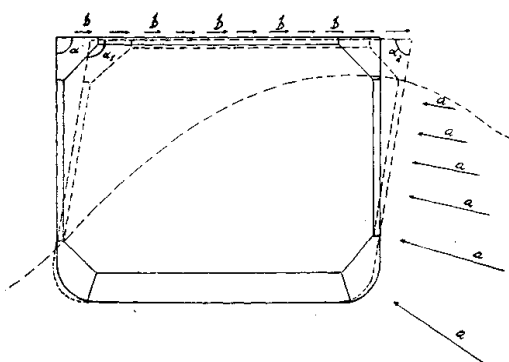
Slika 17. Poprečna naprezanja uslijed tlaka vode

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

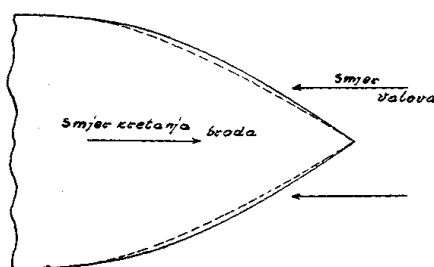


Slika 19. Poprečna naprezanja uslijed valjanja broda

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.

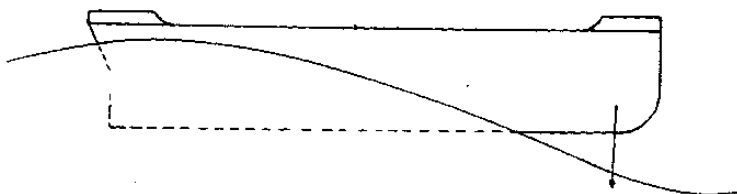


Slika 20. Vibracije uslijed djelovanja valova

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

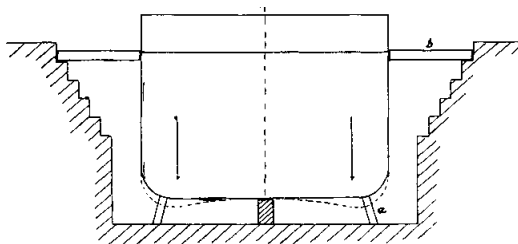
Uslijed ovih udaraca nastaju jaki trzaji broda, naročito u prednjem dijelu. Ovi trzaji su opasni za konstrukciju broda, naročito za spojeve dna pri kobilici i za konstrukciju dvostrukog dna iza sudarne pregrade.

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

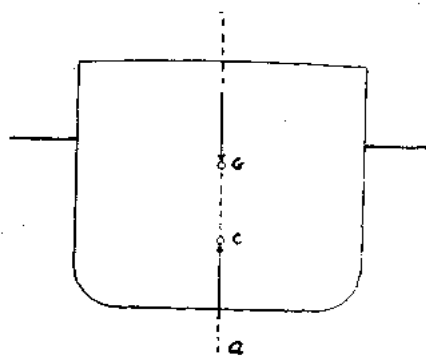
Rad stroja uzrokuje vibriranje broda. Ovo vibriranje, odnosno titranje uzrokuju sile inercije pokretnih dijelova stroja. Broj titraja proporcionalan je ili jednak broju okretaja stroja, tj. broj, titraja je dva, tri, četiri itd. puta veći nego broj okretaja stroja, ili je jednak sa brojem okretaja stroja. 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.

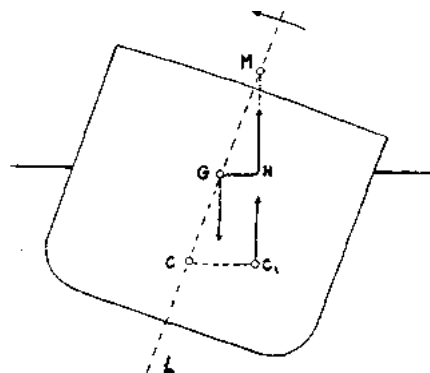
Posebna naprezanja broda nastaju kad brod legne na morsko dno, što se može dogoditi za vrijeme krcanja; kad se nasuče pramcem, a krmom pluta ili kad se nasuče sredinom, a pramcem ili krmom visi, što se događa za vrijeme oseke.

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 povrati 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 nagnuti, odnosno najmanja sila mogla bi ga uspraviti ili prevrnuti. U ovakvom stanju brod je indiferentan. Metacentarska visina je nula.

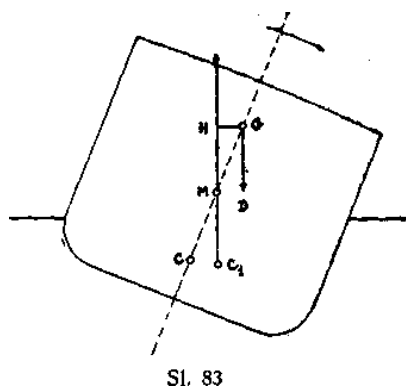
3 uvjeta plovnosti su:

- 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.

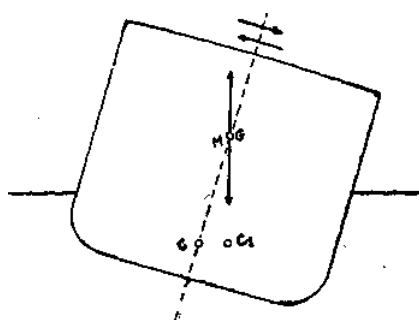
5.1.3.1. Poprečna stabilnost

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.

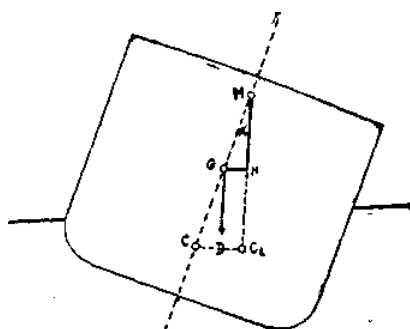
Slika 24. Nestabilan brod



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** deplasman, **MG** udaljenost sustavnog težišta od metacentra a α kut nagiba.

Moment stabilnosti ovisi o deplasmanu, 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 stabilniti 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 oplata, 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 krmu 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 vjetrova. Kad je vjetrov 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.

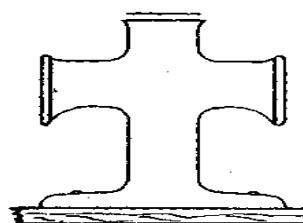
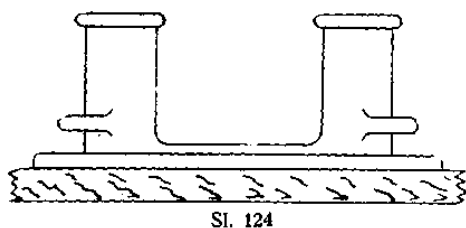
6. OPREMA TRGOVAČKOG BRODA

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

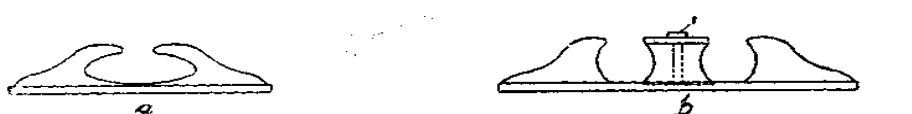
Bitve se sastoje od dva stuba i postolja, a služe za vezivanje broda. Iznutra su iznutra šuplje, a izrađene su od lijevanog željeza ili od lijevanog čelika. Na palubu broda se pričvršćuju pomoću jakih svornjaka. Na mjestima, gdje su pričvršćene paluba se podvostručuje, radi pojačanja.



Slika 27. Brodska bitve

6.1.2. Vodilica za uže

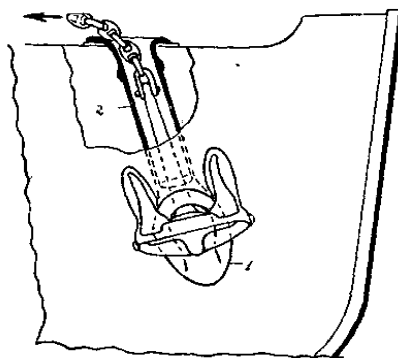
Vodilica za uže vode uže prema bitvi. Po unutarnjim rubovima, kuda prolazi konop, su zaobljene da se konop ne bi ošteti. Stub (1) se može okretati, što olakšava vitlanje konopa. Vodilice su izrađene od lijevanog željeza ili čelika.



Slika 28. Vodilice 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.

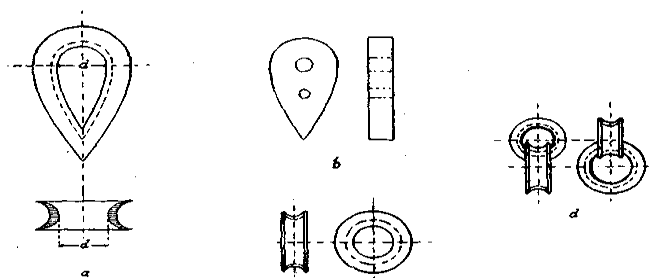


Sl. 127

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.

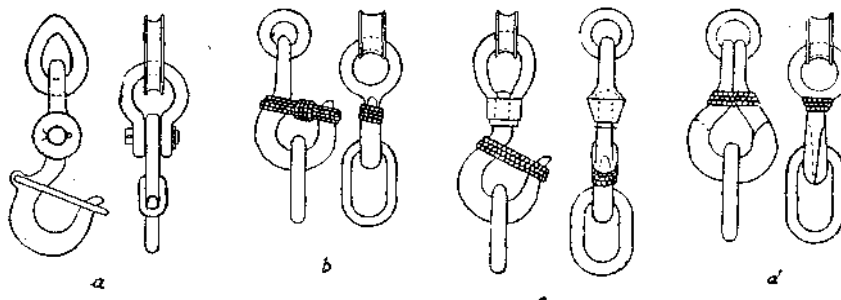


Sl. 128

Slika 30. Okrugle i srcolike omče

6.1.5. Kuke

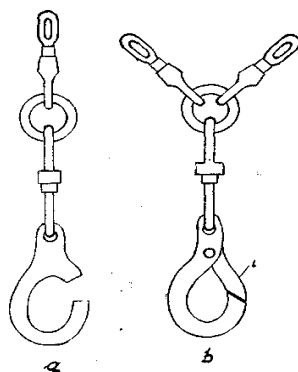
Pomoću kuka se kvače koloturi i drugi predmeti. One su izrađene od kovanog željeza, pa zatim pocinčane. Dije se na jednostavne i dvostruke.



Slika 31. Jednostavne i dvostruke kuke

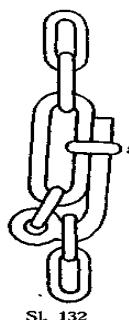
Jednostavne kuke (a, b i c) imaju prsten koji služi da se zakačeni predmet ne bi otkao, a usto pojačava čvrstoću kuke. Kuka (c) može se okretati, vrtjeti. To je vrtuljna kuka, a upotrebljava se na koloturnicama i gdje se konopi nastoje zaviti. Odvijanjem kuke navoji se mogu dignuti. Dvostruke kuke se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

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



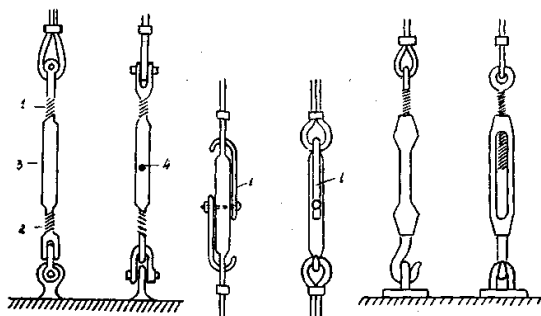
Slika 32. Posebne kuke

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)

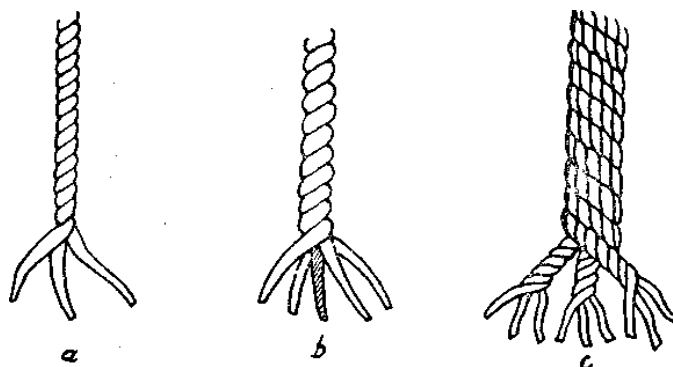
Sredstvo za ukrcaj i iskrcaj tereta kojeg koriste članovi posade i stivadori jest brodska užad. Prema vrsti materijala od kojeg su izrađeni dijele se na;

- 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.



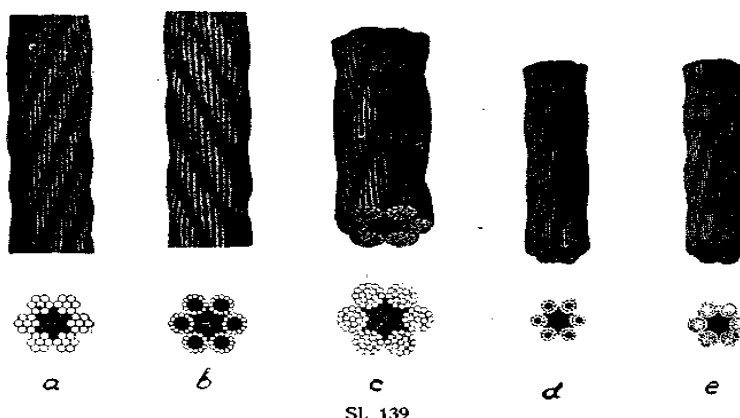
Slika 36. Biljni konopi

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 uže 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.

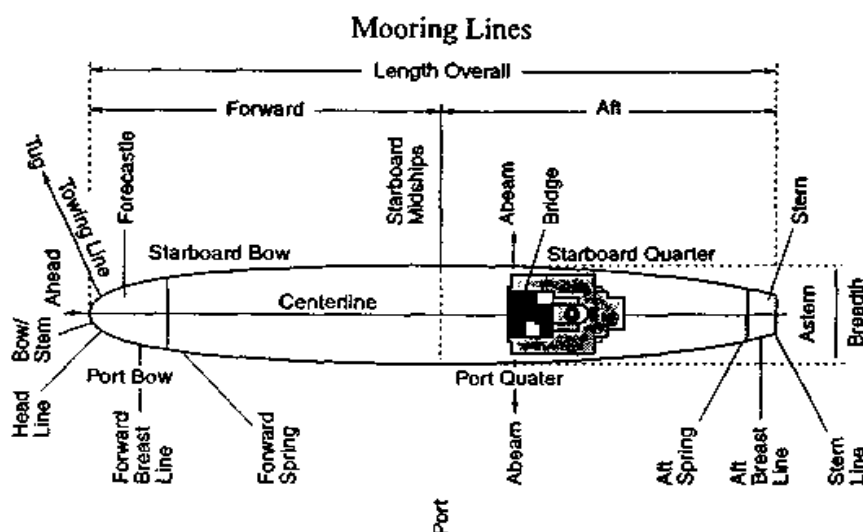
Gumina je najdeblji konop na brodu služi za vezivanje broda u ružnom vremenu, za tegljenje na otvorenom moru, za odsukivanje broda i sl. Mala gumina je dužine gumine, ali nešto tanja. Služi za stalan vez i za tegljenje. Još se koriste konopi različitih opsega i dužina.

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

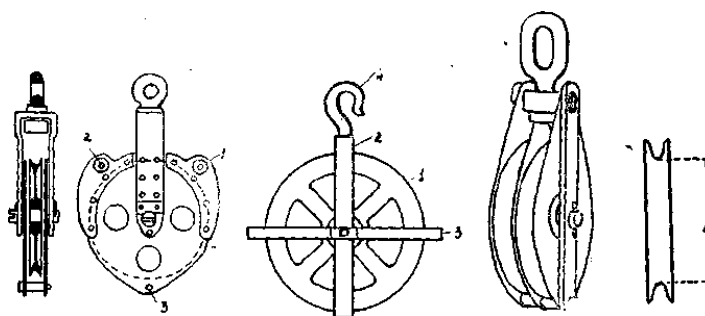
na suho mjesto, ispod palube. Ne smiju se slagati blizu parnih cijevi, da ne bi izgorjeli. Za vrijeme upotrebe, čelična užad izgubi dio svog maziva. Manjak se nadoknađuje ponovnim mazanjem.

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 zamršivanju. Zamršivanja 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.

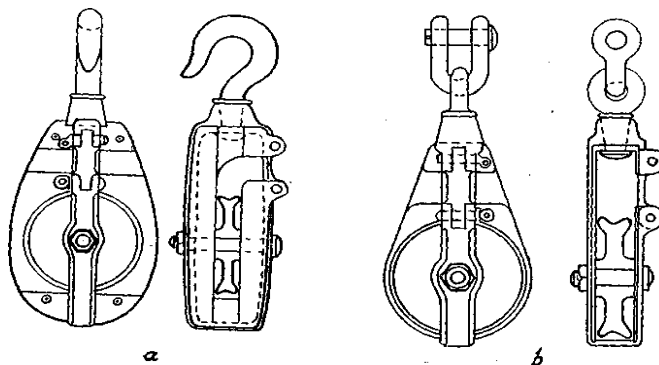
6.1.8. Koloturi

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.



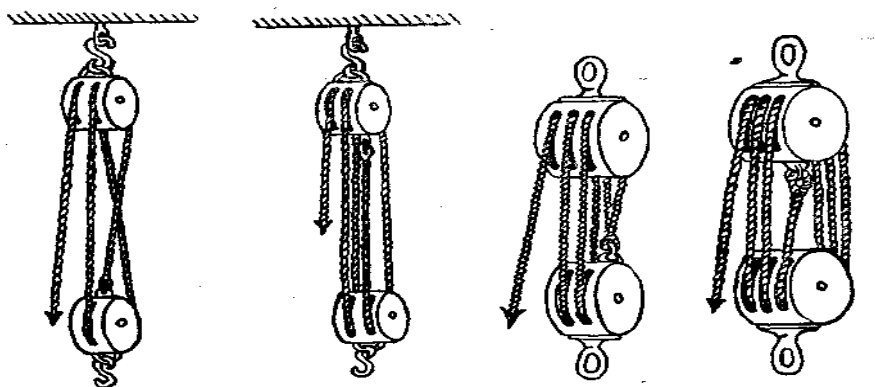
Slika 40. Koloturi zjevače

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.

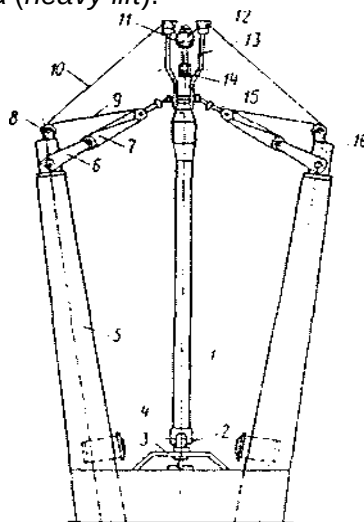
6.2.1. Samarice

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*).

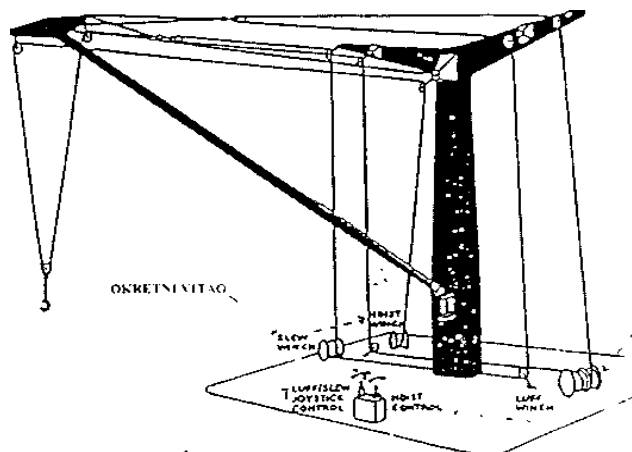


Slika 42. Teška samarica

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

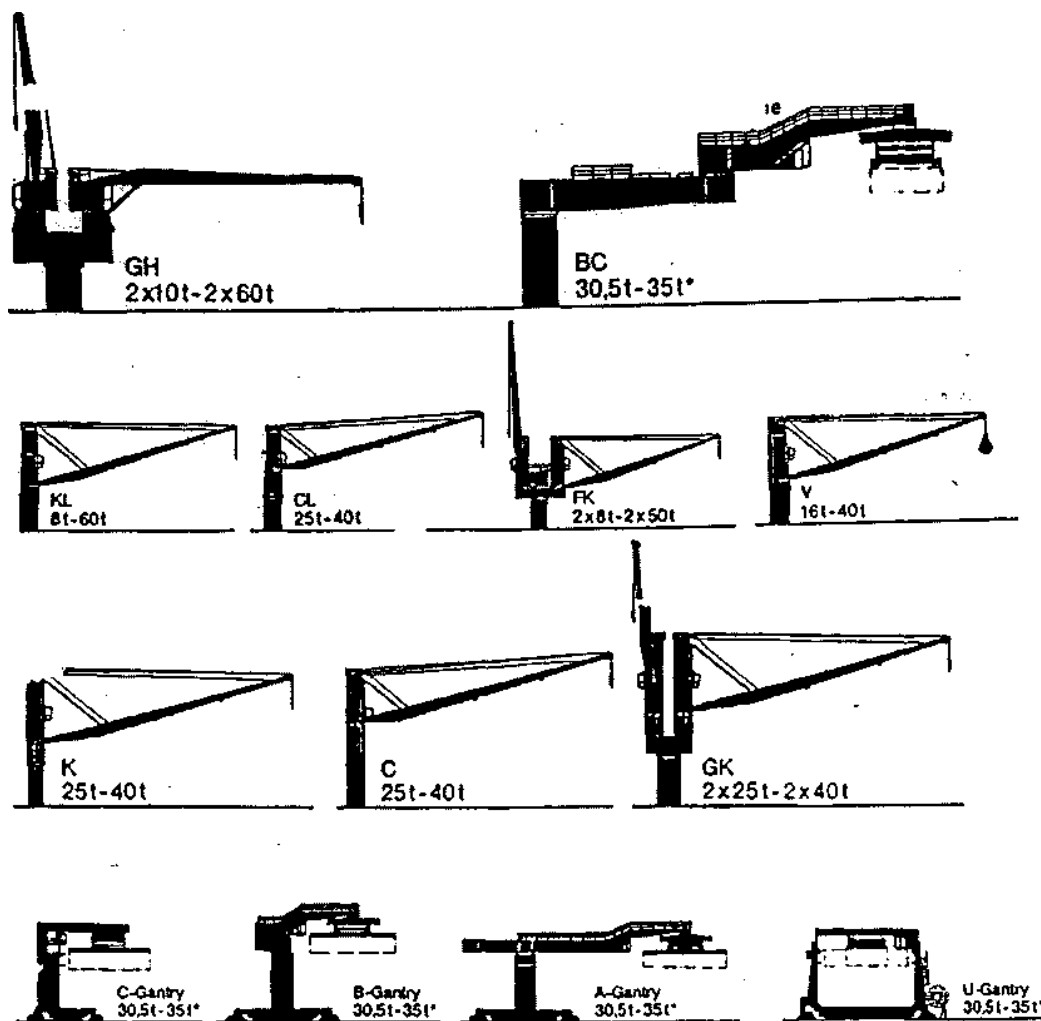
Dizalica je naprava za dizanje i prebacivanje tereta uz pomoć teretnog pribora, između kopna i broda. Vrsta i oblik teretnog pribora ovisi o teretu koji se prekrca.

To može biti:

- kuka (za zahvaćanjem 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.

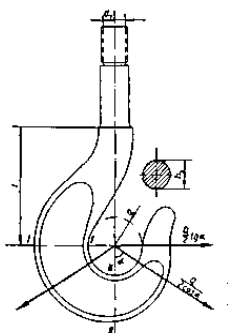
Raspored dizalica po palubi ovisi o nosivost i značajkama broda. Pojedini načini ugradnje dizalica na brod uzrokuju i posebne zahtjeve u brodskoj konstrukciji, s obzirom na pojačane sile i naprezanja koja se javljaju u eksploataciji.

6.2.3. Pogon prekrcajnog sredstva

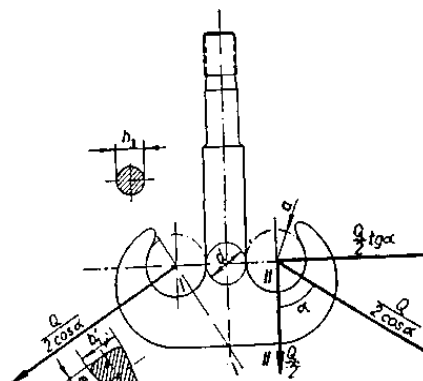
Prekrcajni uređaji postavljaju različite zahtjeve za pogon, ovisno radi li se o prekidnom ili kontinuiranom transportu. Stavljanje prekrcajnog uređaja u pogon moguće je električno, hidraulično, pneumatski i ručno.

6.2.4. Elementi prekrcaja i zahvata

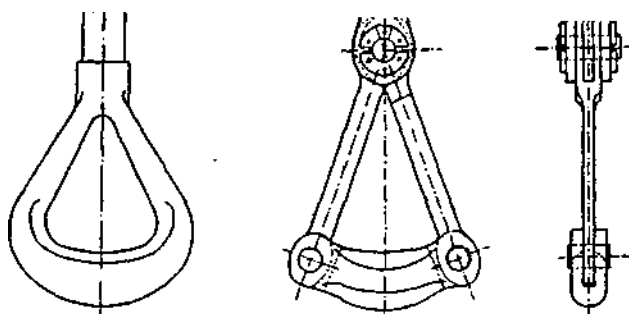
Ova sredstva pomažu u radu transporta i prekrcaja. Dizalica za prekrcaj generalnog tereta može imati: kuku, užad, lance, kliješta, hvatač, nosive grede, zahvatač za spremnike, itd. Kuka je najrasprostranjeniji element za vješanje i prekrcaj tereta. Prilikom vješanja tereta na kuku naročito je važno pravilno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



Slika 45. Jednostrana kuka

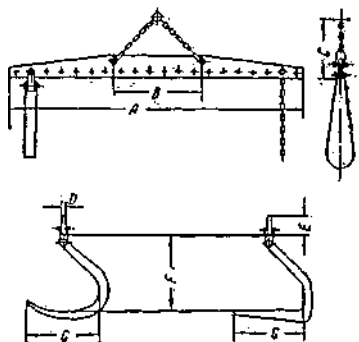


Slika 46. Dvostrana kuka

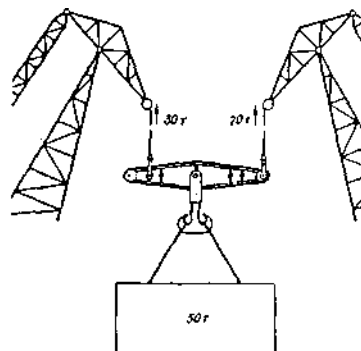


Slika 47. Stremen, jednodijelni (lijevo), višedijelni (desno)

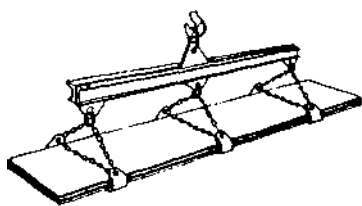
Grede se koriste za prekrcaj dugačkih tereta, specijalnih tereta koji imaju ekscentrična težišta, u brodogradilištu za limove i si. pri tom se za sprečavanje uvijanja rabe posebne duge šipke, a za bolji zahvat držači. Kod uporabe greda naročito je važno pravilno pričvrstiti teret. Ovo je osobito važno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



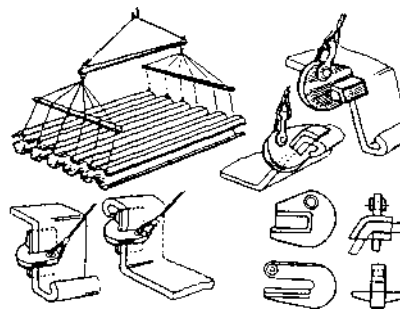
Slika 48. Greda za transport cijevi, profila i tračnica



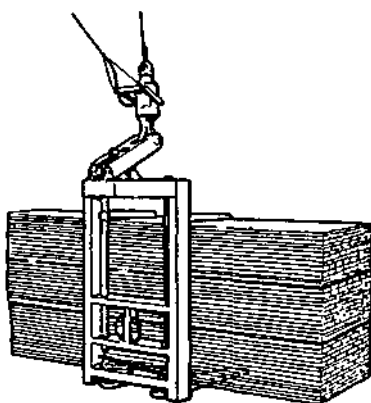
Slika 49. Greda za transport teških tereta



Slika 49. Greda za transport cijevi, debelih brodskih limova

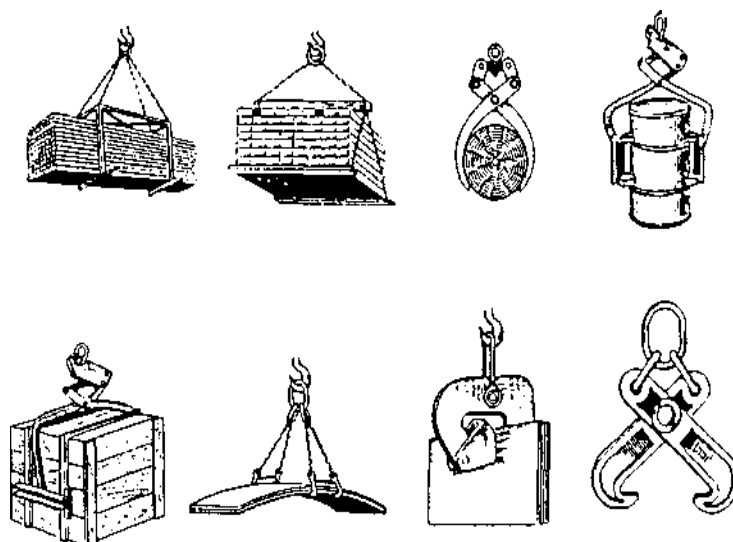


Slika 50. Greda za transport crne metalurgije

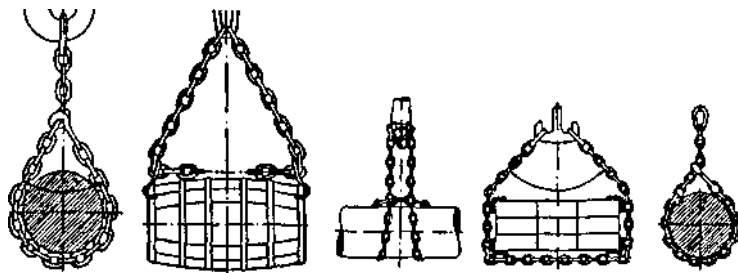


Slika 51. Greda za podizanje piljenog drva

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 aluminijskih, valjaka papira, trupaca, limenih ploča, itd.

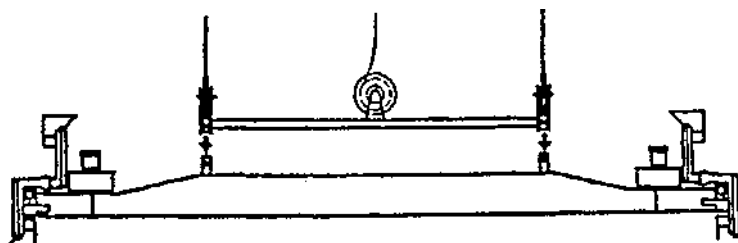


Slika 52. Kliješta



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

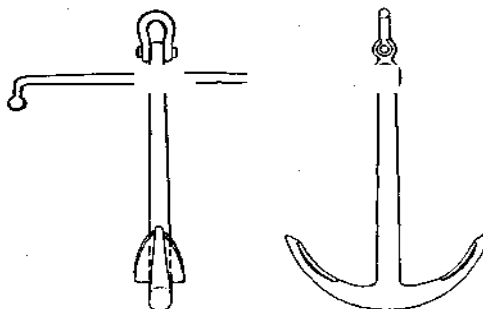
Univerzalni zahvatač je predviđen da može mijenjati dužinu po potrebi i to daljinskim upravljačem iz kabine dizaličara. Ovaj zahvatač može dizati jedan kontejner od 40 stopa ili dva kontejnera od po 20 stopa, ili se prilagoditi za bilo koji tip kontejnera.

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.

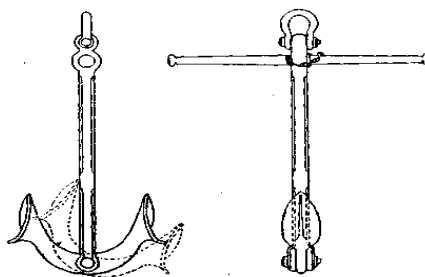


Slika 55. Admiralitetsko sidro

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.

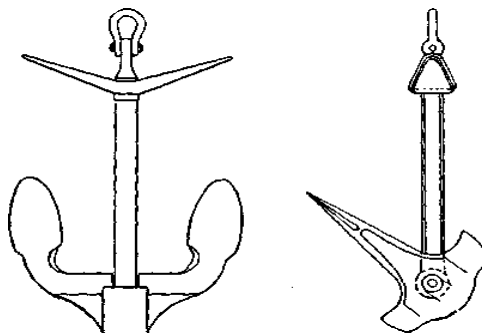
Iako su ova sidra nešto spretnija od starih sidara sa nepomičnom motkom, ona su se još uvijek morala dizati pomoću teških koloturnika da se smjeste na palubu. Stoga se u današnje doba upotrebljavaju samo kao sidarica i sidra za čamce.

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 ravnini 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.

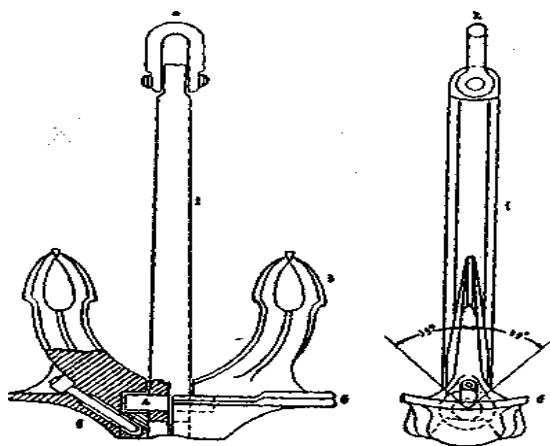


Slika 57. Martinovo sidro

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 zglob. 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 vjetrova, 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,
- sidarica 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 krmi 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.

Sidarica 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.

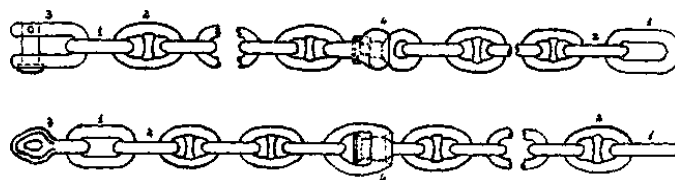
Broj sidara zavisi o veličini broda. Veličina sidra ovisi o opterećenju, što ga čini brod, kad je usidren, na sidro i lanac. Vjetar, more i struja nastoje da pomaknu brod u izvjesni pravac. Ovo će pomicanje biti tim veće, ukoliko brod bude veći i ukoliko bude imao izvedeniju nadgradnju. Prema tome, na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

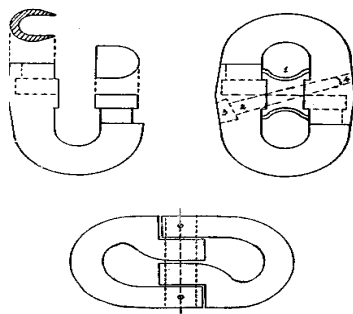
Lanci se sastoje od niza karika uvučenih jedna u drugu. Izrađeni su od lijevanog čelika. Pored lanaca sa karikama sa rasponom, postoje i lanci sa karikama bez raspona. Ovakvi se lanci upotrebljavaju za uzde kormila, pasce, za lance sidara malih brodova i slično.

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)

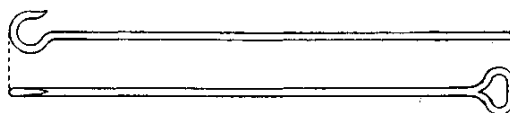
Pored spomenutih spojnih karika, mnogo se upotrebljavaju patentne spojne karike. Ove se karike sastoje od dva dijela, koji se uglabaju jedan u drugi.



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 uzdužnu vrtuljnu kariku. 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 nagriza, 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

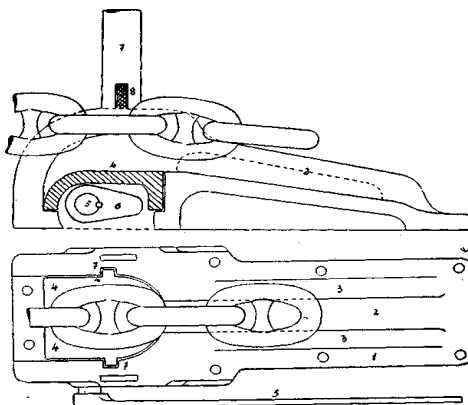
Sidrena vitla služe za obaranje i podizanje sidra na brod. Prije obaranja sidra sidreno vitlo ako je parno treba ugrijati, a ako je električno provjeriti da li je pod naponom. Rukovanje sa sidrenim vitlom, zahtijeva, pored znanja, i praksu. Najmanja greška mogla bi imati teške posljedice.

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.

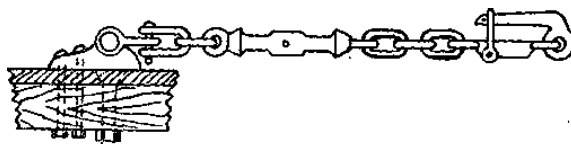
6.3.5. Pramčani i klizni zapor

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 odklona 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

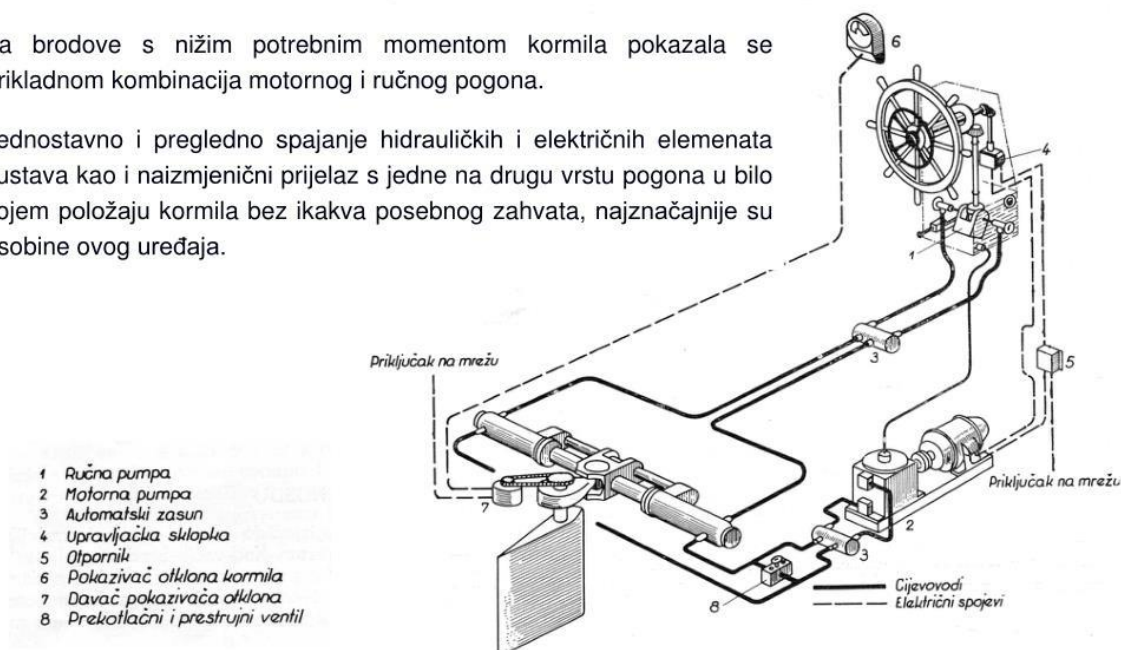
nedostatak rješenja; to je bilo povećanje vremena potrebnog za otklon kormila. Trajno rješenje je bilo ugradnja uređaja koji će reagirati na impuls koji je zadan i zakretati kormilo u željenom pravcu. Taj uređaj se naziva kormilo stroj ili kormilarski stroj.

Na brodovima se danas najviše upotrebljavaju elektrohidraulički kormilarski uređaji. Uređaj se sastoji davača, primača impulsa, sustava za upravljanje, sisaljke i mehanizma za zakret kormila.

Kormila i kormilarski strojevi

Hidraulički kormilarski stroj s naizmjeničnim ručnim i motornim pogonom

- Za brodove s nižim potrebnim momentom kormila pokazala se prikladnom kombinacija motornog i ručnog pogona.
- Jednostavno i pregledno spajanje hidrauličkih i električnih elemenata sustava kao i naizmjenični prijelaz s jedne na drugu vrstu pogona u bilo kojem položaju kormila bez ikakva posebnog zahvata, najznačajnije su osobine ovog uređaja.



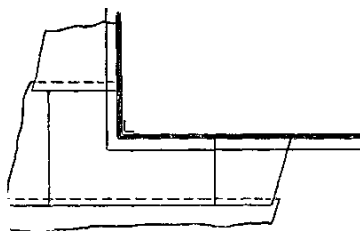
Slika 64. Kormilarski uređaj

6.5. OPREMA ZA OTVARANJE I ZATVARANJE SKLADIŠTA

6.5.1. Grotla

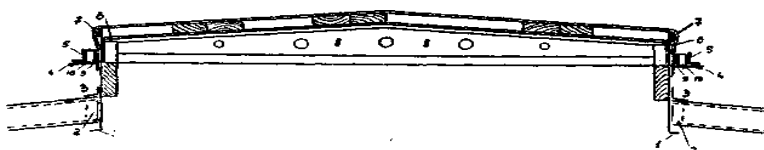
Grotla su otvori na palubi koji služe za krcanja i iskrcavanje tereta. Svako skladište ima najmanje jedno grotlo. Oblik im je paralelopipedan, a veličina im ovisi o tipu broda. Na suvremenim teretnim brodovima duge plovidbe, oni su prilično veliki. Dužina im iznosi od 7,30 do 8,5 m, a širina od 4,8 do 5,5 m. Na brodovima koji su namijenjeni za prijevoz specijalnih tereta, mogu biti još veći.

Ovakvo veliki otvori na palubama oslabljuju čvrstoću paluba, jer su na ovim mjestima limovi izrezani, a sponje prekinute. Na kutovima grotla se pojavljuju jaka naprezanja, koja nastoje raskinuti lim. Da se ovo spriječi, postavljaju se uzduž grotla deblji limovi, a usto se na uglovima podvostručuju.



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.



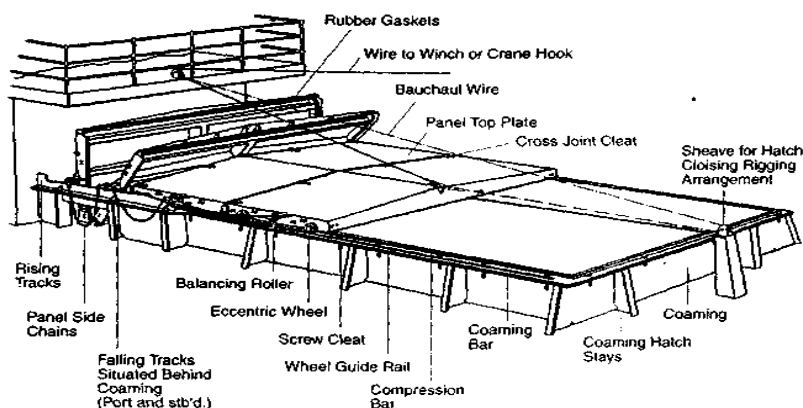
Slika 66. Poklopac grotla

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.

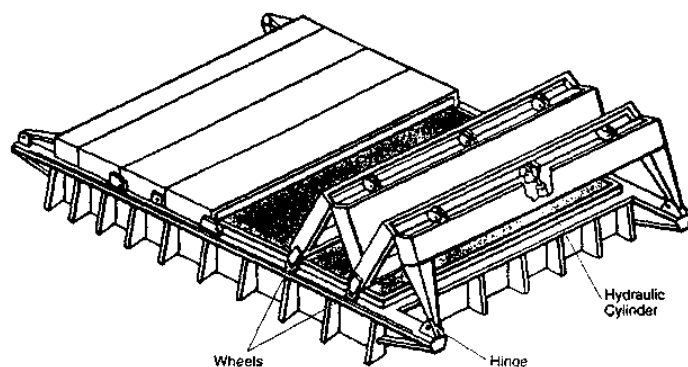
Grotla trjemova — Grotla trjemova odgovaraju grotlima gornje palube. Po dužini i širini jednaka su grotlima gornje palube, samo što su niža i što nemaju bulb-profila za uzdužno pojačanje. Uglovi im nisu zaobljeni, jer ne dolaze u obzir veća opterećenja. Zatvaraju se drvenim poklopcima i nepromočivim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

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

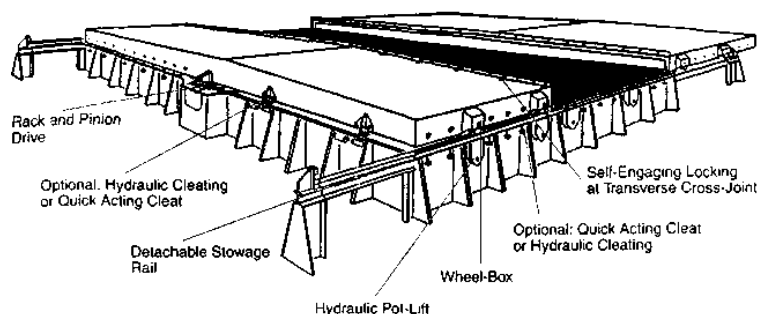
A Single Pull Cover Showing the Principal Fittings



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.

7. BRODSKI SUSTAVI

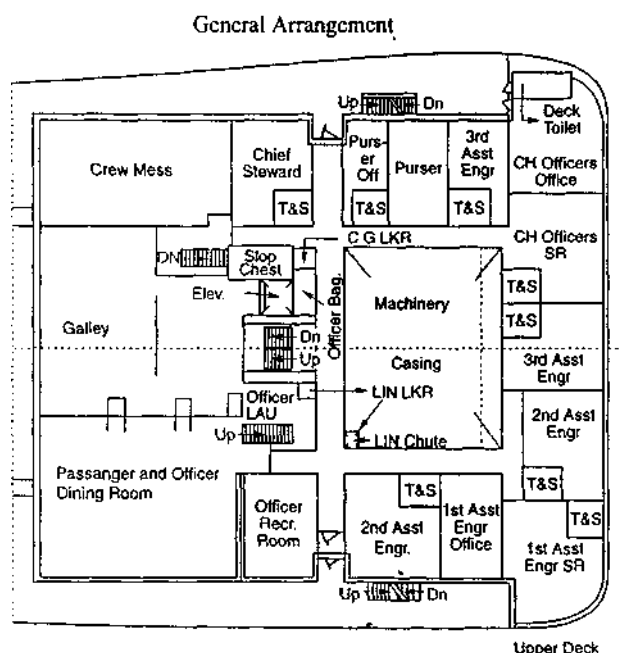
7.1. RASPORED PROSTORIJA NA TRGOVAČKIM BRODOVIMA

Unutarnji prostor broda se na odjeljke. Svaki odjeljak ima određenu svrhu. Pri rasporedu odjeljaka, vodi se računa da težine koje će u njima biti smještene budu raspoređene tako da sustavno težište i težište istisnine budu u vertikali, kako bi brod ostao u ravnoteži.

Posebnu pažnju treba obratiti razmještanju potrošnog materijala: goriva, pojne i pitke vode, hrane itd., kako trošenjem ne bi prouzrokovali gubitak stabilnosti i slične nezgode. Treba nastojati da se na krajnjim dijelovima pramca i krme, kao također sa strane broda, ne stavljaju teški predmeti, da bi se izbjeglo naglo posrtanje i valjanje broda. Strojevi i kotlovi mogu biti smješteni u srednjem ili stražnjem dijelu broda.

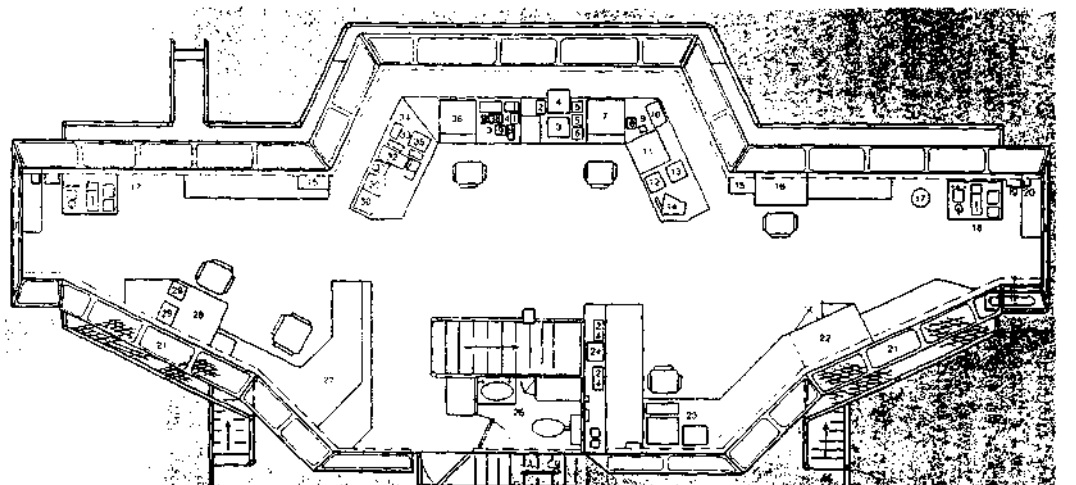
Tekuće gorivo za pogon kotlova se smješta u posebne tankove i u neke tankove dvostrukog dna. Pri trošenju ovog goriva, treba biti naročito oprezan da se ne poremeti stabilnost broda, ili da ne dođe do nepoželjne pretege. Za pojnu vodu koriste se tankovi dvostrukog dna, obično oni koji su ispod stroja. U ovu se svrhu upotrebljavaju i pretežni tankovi.

Tankovi za pitku vodu nalaze se u trjemovima. Kod teretnih brodova, oni redovito sadržavaju dovoljnu količinu vode, dok se kod putničkih dopunjuju iz pretežnih tankova ili iz nekog tanka dvostrukog dna. Pored tankova dvostrukog dna, suvremeni brodovi imaju i duboke tankove. Ovi tankovi su ugrađeni ispred ili iza stroja, a služe za uzimanje veće količine vodenog balasta. Kad prevozi teret, ovi se tankovi isprazne i posuše, pa se i u njih krca teret.



Slika 67. Raspored prostorija za boravak na brodu

Stambeni prostori gdje ljudi stanuju i žive na brodu moraju biti prostrani, smješteni na zračnom mjestu, sa dovoljno dnevne svjetlosti, a usto higijenski uređeni. Kabine za zapovjednika i časnike palube nalaze se obično ispod zapovjedničkog mosta, kao i za časnike stroja, te kabine za posadu. Kuhinja je smještena u prostranom, svijetlom i higijenski uređenom odjeljku. Ona je snabdjevena potrebnim uređajima i priborom za kuhanje.



- | | | | | |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| 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.

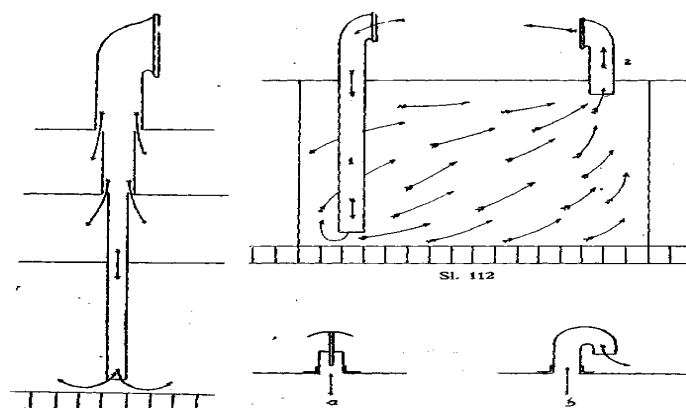
U posebnom odjeljku na zapovjedničkom mostu, nalazi se sustav komunikacije s uređajima za primanje i davanje vijesti i signala.

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.

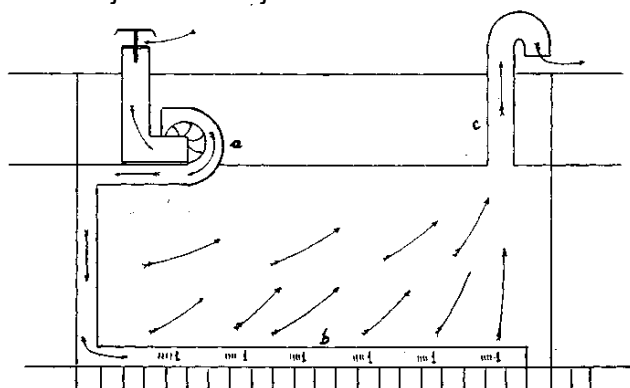
Provjetravanje broda obavlja se prirodno i umjetno. Prirodno provjetravanje se obavlja pomoću dva jednostavna zračnika. Jedan zračnik mora biti okrenut prema struji zraka ili vjetru, a drugi u suprotnom smjeru. Ako je prostoriju potrebno provjetravati do dna, jedan se zračnik produljuje skoro dna, a 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. GEOMETRIJSKI PRIKAZ BRODA

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 statue.

8.1. KOEFICIJENTI

Za prikazivanje broskog oblika i za osnivanje broda upotrebljavaju se osim dimenzija i različiti koeficijenti i to:

- Koeficijent vodenih linija
- Koeficijent glavnog rebra
- Koeficijent istisnine
- Uzdužni prizmatični koeficijent
- Vertikalni koeficijent

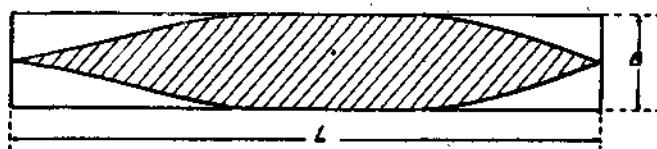
Za približno određivanje oblika, tonaže i drugih podataka o brodu koriste se koeficijenti. To su brojevi koji se dobivaju iz raznih omjera ili empiričkim putem. Pomoću koeficijenata možemo na lak i jednostavan način doći do nekih približnih rezultata. U slučajevima kada praktična primjena ne traži naročitu točnost, a zbog jednostavnosti prikazivanja ili grubog računanja, služiti ćemo se ovim koeficijentima.

Ako bi, recimo, željeli saznati oblik nekog broda, a nemamo konstrukcijskog plana odakle bi to mogli točno ustanoviti, ili nam nije potrebna naročita točnost, upotrijebit ćemo slijedeće omjere odnosno koeficijente:

8.1.1. Koeficijent teretne vodene linije

Koeficijent teretne vodene linije (α) je omjer površine teretne vodene linije (TVL) u kvadratnim metrima i površine opisanog pravokutnika ($L \cdot B$) u kvadratnim metrima i pokazuje približan oblik teretne vodene linije.

$$\alpha = \frac{T_{VL}}{L \cdot B}$$

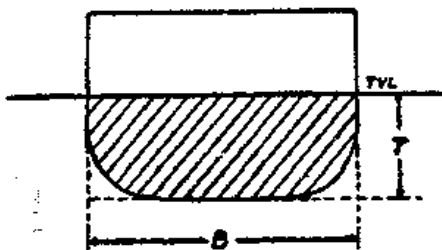


Koeficijent je oko 0,8. Što je koeficijent manji, oblik teretne vodene linije je finiji, a veći koeficijent znači da je oblik teretne vodene linije tuplji. Putnički brodovi adričnog postizanja većih brzina imaju finije oblike, a teretni radi većeg teretnog prostora u skladištu imaju tuplje oblike.

8.1.2. Koeficijent glavnog rebra

Koeficijent glavnog rebra (β) pokazuje odnos između površine glavnog rebra, mjerene do teretne vodene linije i opisanog pravokutnika.

$$\beta = \frac{\Phi}{B \cdot T}$$

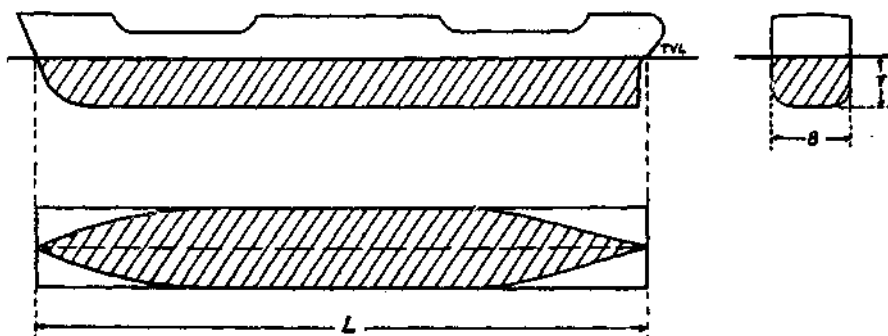


Ovaj se koeficijent kod suvremenih brodova kreće oko 0,95. Ovo znači da se presjek glavnog rebra približno podudara sa pravokutnikom. Kod starijih gradnja brodova naročito kod jedrenjaka ovaj odnos je bio mnogo manji, 0,7 do 0,8. Povećanjem koeficijenta povećao se unutarnji prostor za smještaj putnika i tereta.

8.1.3. Koeficijent punoće

Koeficijent punoće (δ) omogućuje još točniju procjenu oblika broda. On je predstavljen omjerom između zapremine broda i opisanog paralelopipeda.

$$\delta = \frac{V}{L \cdot B \cdot T}$$



Ovaj koeficijent kreće se:

- od 0,50 do 0,65 za putničke brodove
- od 0,65 do 0,75 za putničko-teretne brodove
- od 0,75 do 0,85 za teretne brodove.

Iz ovih koeficijenata možemo ustanoviti kojoj vrsti brod pripada i da li mu je oblik u toj vrsti finiji ili tuplji, odnosno da li je građen za veću ili manju brzinu.



Iz gornje formule proizlazi da je: $V = L \cdot B \cdot T \cdot \delta$, a ako u formuli $D = V \cdot \gamma$ zamijenimo za V prednju vrijednost dobiti ćemo: $D = L \cdot B \cdot T \cdot \delta \cdot \gamma$ ova nam formula omogućava da proračunamo približnu vrijednost deplasmana broda.

8.1.4. Koeficijent registarske tonaže i koeficijent nosivosti

Odnos između neto i bruto tonaže nije kod svih vrsta brodova isti. Ovaj odnos je mnogo veći za teretne brodove nego za putničke. Za teretne brodove iznosi on oko 0,65, a za putničke, gdje veliki dio prostora zauzimaju strojevi, spušta se na 0,50 a u ekstremnim slučajevima čak na 0,40. Odnos između nosivosti teretnih brodova i deplasmana kreće se između 0,60 i 0,70.

Težišta. Površine i volumeni imaju težišta po duljini i po visini. Težišta po duljini mjere se od krmene okomice ili od $\frac{1}{2} L_{PP}$ a težišta po visini od gornjeg lica kobilice.

Oblici. Oblik broda ovisi o dimenzijama, o odnosima dimenzija, o oblicima i o položajima težišta glavnih presjeka, o koeficijentima tih presjeka, o istisnini, o koeficijentu istisnine, o međusobnim odnosima koeficijenata i konačno o položaju istisnine.

- **Odnos gaza T prema širini B.** Gaz broda je u gornjoj granici određen dubinom vode u kojoj će brod ploviti i mogućnošću dokovanja. Nadalje previsok odnos T/B daje premalen stabilitet, a premalen odnos prevelik stabilitet i prenaplo lutanje. Na jedrenjacima je premalen gaz uzrok prevelikom zanošenju, jer uzdužni plan postaje premalen. Premalen gaz broda s vijkom otežava dostizanje željene brzine zbog premalog vijka. Brodski gaz je obično manji od $\frac{1}{2}$ širine broda pa doseže najviše 0,55 B na manjim teretnim brodovima, a kod riječnih teretnih brodova manji je čak i od 0,18 B.
- **Odnos duljine prema širini brod.** Velik odnos L/B potreban je da se dostignu veće brzine. Duljina ovisi još o potrebi prostora, o veličini strojarnica i kotlarnica za jače pogone. Prevelikom duljinom se teško dobivaju dobra manevarska svojstva, njome se nerazmjerno povećava težina trupa, a time i troškovi gradnje. Visok L/B nepovoljno utječe na čvrstoću broda, ako se ne želi povećati visina broda, jer se inače dobiva prevelik odnos duljine prema visini broda. Odnos L/B ovisi i o plovnom području, osobito kod riječnih brodova, gdje valja računati sa zavojima plovni putova, zatim o lukama i sl. Na trgovačkim brodovima taj odnos ide od do 10, ako se radi o brzim putničkim brodovima, a do 5 na ribarskim brodovima; odnos je obično manji kod malih jedinica.
- **Širina.** Za širinu je najmjerodavniji stabilitet broda. To vrijedi za sve brodove bez razlike. Na stabilitet treba osobito paziti kod putničkih brodova, jer se putnici zadržavaju na gornjim palubama, a za pristajanja skupljaju se obično na onoj strani broda kojom on pristaje uz obalu. Širina odlučuje i kod čvrstoće broda, pa se ona uzima u obzir pri određivanju dimenzija pojedinih elemenata npr. sponja, upora i rebrenica.
- Uzdužni presjek dijeli brod u dva simetrična dijela i na njemu se vidi linija kobilice, oblik gornjeg dijela te krme i pramca. Ti presjeci mogu biti različiti, prema tipu broda.

9. KLASIFIKACIJA I STATUTARNA CERTIFIKACIJA

Nakon što se brodu dodijeli svjedodžba o klasi njegove osnovne značajke skupa s oznakama klase se objavljuju u Registru pomorskih brodova u određenoj državi – državi zastave (flagstate).

(Brodu upisanom u upisnik pomorskih trgovačkih brodova, upisnik pomorskih ribarskih brodova i upisnik pomorskih javnih brodova izdaje se upisni list. Upisnim listom dokazuje se hrvatska državna pripadnost broda uz naznaku da brod ima pravo i dužnost viti zastavu Republike Hrvatske, njegova namjena i područje plovidbe).

To znači da država prihvaća da brod vije njezinu zastavu, da pripada njezinoj „floti“ i njezinoj jurisdikciji. Na krmi broda se označava luka upisa i država pripadnosti.

Statutarne svjedodžbe se dijele na svjedodžbe koje svaki brod mora imati i na svjedodžbe koje se odnose na vrstu broda i područje plovidbe.

Obavezne svjedodžbe u skladu sa SOLAS konvencijom:

- SVJEDODŽBA O SIGURNOSTI KONSTRUKCIJE TERETNOG BRODA
- SVJEDODŽBA O SIGURNOSTI OPREME TERETNOG BRODA
- SVJEDODŽBA O SIGURNOSTI RADIOOPREME TERETNOG BRODA

na putničkim brodovima:

- SVJEDODŽBA O SIGURNOSTI PUTNIČKOG BRODA

Obavezne svjedodžbe u skladu sa drugim konvencijama:

- MEĐUNARODNA SVJEDODŽBA O TERETNOJ LINIJI (LOADLINE)
- MEĐUNARODNA SVJEDODŽBA O BAŽDARENJU (TONNAGE)
- MEĐUNARODNA SVJEDODŽBA O SPRJEČAVANJU ZAGAĐENJA ONEČIŠĆENJA
- ULJEM – S DODACIMA (MARPOL)

Obavezne svjedodžbe u skladu sa vrstom broda:

- SVJEDODŽBA O SPOSOBNOSTI ZA PRIJEVOZ OPASNOG TERETA
- MEĐUNARODNA SVJEDODŽBA O SPOSOBNOSTI ZA PRIJEVOZ OPASNIH
- KEMIKA LIJA U RAZLIVENOM STANJU
- MEĐUNARODNA SVJEDODŽBA O SPOSOBNOSTI ZA PRIJEVOZ UKAPLJENIH PLINOVA i druge

Brodovi se grade prema pravilima registra kojega odabire vlasnik broda. Registar odobrava nacрте i nadzire izgradnju. Klasifikacija predstavlja kontrolu materijala i rada u svezi izgradnje broda koji je „pod klasom“. Registar nakon završetka izgradnje izdaje „Svjedodžbu o klasi“ za trup i strojeve. Ova svjedodžba je osnova za osiguranje broda.

U isto vrijeme izdaju se i statutarne svjedodžbe. „Datum rođenja“ predstavlja datum kada su izdane prve svjedodžbe. Svake godine, u vremenskom periodu tri mjeseca prije ili iza „datuma rođenja“, potrebno je napraviti godišnji pregled koji pokriva: klasu, sigurnost konstrukcije, sigurnost opreme, teretne linije, radioopreme, Marpol, opasnih tereta, teretne opreme i dr.

Uobičajeno se sve obavlja u istoj luci.

Ako se nakon isteka tri mjeseca od zadanog datuma ne obnovi neka od svjedodžbi od strane registra ili države zastave brod ne smije isploviti iz luke.

Razlika između svjedodžbi koje izdaje registar i koje izdaje država zastava:

- registar vodi brigu o tehničkim uvjetima na brodu
- država zastave vodi brigu o ljudima na brodu i njihovom ponašanju u svezi sigurnosti, okoliša i komunikacije.

INTERES REGISTRA JE SIGURNOST BRODA I TERETA .
INTERES DRŽAVE ZASTAVE JE SIGURNOST LJUDI NA BRODU.

Međutim, mnoge države zastava dodjeljuju izdavanje statutarne svjedodžbi registrima tako da na većini brodova registri osim svjedodžbe o klasi izdaju i ostale svjedodžbe.

9.1. KLASIFIKACIJSKA DRUŠTVA

Inženjerski rad u brodogradnji, a i u ostalim tehničkim djelatnostima, ne može se provoditi samo na osnovi pretpostavke o individualnoj kompetenciji ili o sposobnosti proizvođača, nego su uspostavljeni kontrolni mehanizmi koji institucionaliziraju najviše tehničke zahtjeve utemeljene na iskustvu i teoriji.

U brodogradnji su kontrolnu ulogu preuzela tijekom vremena klasifikacijska društva kao dio svoje neprestane skrbi za sigurnost života, tereta, okoliša a i sebe samih kao osiguravateljskih institucija, pri čemu se vodi računa i o drugim sudionicima pomorskog transporta kao što su lučke vlasti, državne regulative, korisnici brodova itd.

Naziv „klasifikacija“ potječe od prvotno zamišljenih klasa sigurnosnih normi. Brodovlasnici trebaju osiguranje radi smanjenja opasnosti od gubitaka a osiguratelji trebaju sigurnosne standarde.

Klasifikacijska društva, na osnovi odobrenja vlasti provjeravaju projekte, gradnju, djelovanje u službi i održavanje prema međunarodnim i nacionalnim standardima o sigurnosti na moru.

Klasifikacijom se postavljaju standardi za trup, strojni dio, opremu i službu, a provodi se i provjera da li su brodovi građeni i održavani prema standardima.

Klasifikacija je aktivnost kojom se usaglašavaju interesi svih sudionika u pomorskom prijevozu te postavljaju prihvatljive granice sigurnosti i kakvoće. „Klasifikacija brodova, utvrđivanje vrsnoće tj. klase brodova, prema njihovim tehničkim svojstvima i očuvanosti nastala je iz potrebe da interesanti u brodarskom poslovanju (brodar, osiguratelji, krcatelji, davatelji pomorskog kredita) mogu pribaviti pouzdane stručne podatke o vrsti pojedinog broda.“ Edward Lloyd (17 st.), vlasnik taverne, prikuplja podatke o brodovima, zapovjednicima, teretu, putovanjima na temelju kojih su zaključivane prodaje ili zakupi brodova, naručivanje prijevoza, osiguranje broda ili tereta. Razvija se najčuleniji zavod za registraciju podataka o brodovima “Lloyd” s ciljem da osiguratelji imaju podatak o kakvom se brodu radi.

1760. Register of Shipping (kasnije nazvan Lloyd's Register of Shipping) osnovan od strane osiguratelja; 1799. New Register Book of Shipping osnovan od strane brodovlasnika; 1834. sjedinjuju se u zajedničko društvo Lloyd's Register of British and Foreign Shipping;

- 1914. LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING
- 1828. BUREAU VERITAS
- 1861. REGISTRO ITALIANO
- 1864. DET NORSKE VERITAS
- 1867. GERMANISCHER LLOYD
- 1867. AMERICAN BUREAU OF SHIPPING
- 1899. NIPPON KAIJI KYOKAI
- 1913. REGISTAR SSSR (RUSKI)

1968. ova društva osnivaju međunarodno udruženje klasifikacijskih zavoda (IACS)

Osnovni uvjet sigurnosti broda je njegova konstrukcija. Prva podjela je bila podjela brodova na dobre i loše. Osiguratelji su zahtjevali garancije o sposobnosti broda za prijevoz tereta. Te garancije preuzimaju registri ili klasifikacijska društva. U početku brodove razvrstavaju u pojedine klase prema konstrukciji i stupnju istrošenosti.



1855. prvi građevni propisi Lloyd' Register koji propisuju način gradnje broda, karakteristike materijala za pojedine dijelove broda, nadzor nad gradnjom broda, u početku samo trupa a kasnije i pogonskih strojeva i opreme.

Klasifikacijska društva preuzimaju odgovornost za konstruktivni materijal, pogonski uređaj i propisnu opremljenost broda.

Projektant broda konstrukcijom i izborom materijala može predvidjeti naprezanja u strukturi broda koja će se pojaviti u normalnoj službi broda. Klasifikacijska društva ne daju garancije za sigurnost broda i tereta u svim uvjetima jer ne vode kontrolu kako se brodom rukuje i manevrira, te kako je teret raspoređen: **LOŠ RASPORED TERETA = VELIKA NAPREZANJA KONSTRUKCIJE BRODA !!!** S pravne strane se ograničuje odgovornost za eventualne štete koje bi mogao pretrpjeti netko od zainteresiranih u vezi s poslovanjem društva.

Klasifikacijska društva su imala i imaju veliki utjecaj na tehnički razvoj brodogradnje.

Zastarjelim propisima se razvoj spriječava a tehnički naprednim pa čak i odstupanjem od pravila se razvoj pospješuje. Potrebno je stalno ažuriranje propisa.

9.2. DJELATNOSTI KLASIFIKACIJSKIH DRUŠTAVA

Djelatnosti su tehničke naravi, usmjerene na unapređenje sigurnosti ljudskih života i imovine na moru kao i zaštita okoliša mora i unutarnjih vodnih putova.

Ovo se postiže provođenjem slijedećih aktivnosti:

- utvrđivanje sposobnosti brodova za plovidbu te baždarenje brodova
- utvrđivanje iskoristivosti i baždarenje plutajućih objekata
- utvrđivanje sigurnosti kontejnera
- utvrđivanje postupka za sigurno korištenje broda i za zaštitu od zagađivanja okoliša
- istraživanje nezgoda brodova
- klasifikacija brodova i plutajućih objekata
- aktivnosti u svezi s tehničkom dokumentacijom, izgradnjom, preinakama, popravcima i
- korištenjem brodova i plutajućih objekata i kontejnera

Prethodne aktivnosti uključuju:

- izdavanje tehničkih pravila, koja propisuju najviše moguće međunarodno priznate tehničke standarde
- tehnički nadzor u skladu s tehničkim pravilima
- izdavanje dokumenata, knjiga i izvještaja na temelju obavljenog tehničkog nadzora

Tehnička pravila

Pravila za tehnički nadzor pomorskih brodova propisuju međunarodno prihvaćene tehničke norme za obavljanje tehničkog nadzora u svrhu utvrđivanja sposobnosti za plovidbu i drugih svojstava pomorskih brodova.

Pravila propisuju zahtjeve u svezi sa:

- Zaštitom ljudskih života na moru
- Zaštitom pri radu i smještajem posade i drugih osoba zaposlenih na brodu
- Smještajem putnika na brodu
- Zaštitom broda
- Zaštitom tereta na brodu
- Zaštitom okoliša od onečišćenja s broda

Pravila se primjenjuju na:

- Nove brodove
- Postojeće teretne brodove, bez obzira kada su građeni, ako se preinačuju u putničke
- Postojeće brodove, ako se na njima obavljaju popravci, izmjene, preinake ili obnova opreme većeg značaja, promjena namjene, područja plovidbe ili broja putnika, koji brod može prevoziti, u opsegu za kojeg registar ocijeni da je razborit i prikladan.

Tehnički nadzor

Obavljanjem tehničkog nadzora registar utvrđuje udovoljava li brod odgovarajućim zahtjevima Pravila za određenu namjenu i za određeno područje plovidbe. Brodogradilišta, proizvođači, brodari itd, obvezni su ekspertima registra omogućiti pristup i osigurati potrebne uvjete za obavljanje tehničkog nadzora.

Isprave

Na temelju obavljenog tehničkog nadzora registar sukladno svojim ovlastima izdaje ili ovjerava isprave i knjige.

9.3. TIJEK KLASIFIKACIJE

Pri davanju klase brodovima bitna je razlika u tome da li je brod građen pod nadzorom klasifikacijskog društva, što je u svjedodžbi o klasi označeno, ili je klasificiran tek pošto je sagrađen. Nakon što brodovlasnik naruči u brodograditelja gradnju broda po klasi nekog registra brodogradilište izrađuje propisane nacрте i podnese ih registru na odobrenje. Stručnjaci registra kontroliraju nacрте i ispitivaju da li sve konstrukcije odgovaraju propisima registra i tehničkim zahtjevima. Ako su nacрте odobreni brodogradilište javlja registru popis proizvođača u kojih namjerava naručiti materijal ili pojedine djelove (strojeve). Eksperti registra provjeravaju proizvođače i vrše određena tehnološka ispitivanja ili pokuse prije nego što odobre naručivanje.

Brod se gradi pod nadzorom eksperata registra koji paze da se svi radovi izvršuju suglasno s odobrenim nacртima i prema propisima i u svakom pogledu uredno i stručno. Brod koji ima klasu nekog klasifikacijskog društva stalno je pod njegovim nadzorom dok traje klasa. Eksperti registra ga periodično pregledavaju kako bi se uvjerali da li se dobro održava, da li je u dobrom stanju, kako bi mogao zadržati klasu. Ukoliko nađe nedostatke određuju se potrebni radovi koji se moraju izvršiti da bi brod ostao u klasi. Sve to traje toliko dok starost broda više ne dopusti da brod i dalje ostane u klasi. Brodovi koji nemaju klasu služe za sporedne poslove ili se šalju u rezalište. Svakom brodu koji je klasificiran klasifikacijsko društvo izdaje svjedodžbu o klasi.

Ako se zatraži klasa za već sagrađeni brod, klasifikacijskom se društvu moraju dostaviti na odobrenje glavni konstruktivni nacрти i potvrda o karakteristikama osnovnog materijala koji je bio upotrebljen za gradnju i to za trup i pogonski uređaj. Osim toga potrebno je detaljno pregledati trup i uređaje. Nakon toga brodu se dodjeljuje klasa ali u svjedodžbi o klasi nema posebne oznake da je brod bio građen pod nadzorom.

9.4. KLASIFIKACIJSKI NADZOR

Klasifikacijski nadzor podrazumijeva niz aktivnosti tijekom kojih se brod pregledava na temelju odobrenja dokumentacije, ispituje prije uvođenja u službu i redovno pregledava tijekom korištenja do stavljanja van službe, odnosno raspreme.

Cilj klasifikacijskog nadzora jest utvrditi primjenjuju li se Pravila za klasifikaciju pomorskih brodova glede održavanja broda, opreme broda, strojnog uređaja i pripadajućih sustava s obzirom na namjenu broda i predviđeno područje plovidbe.

Nadzor nad gradnjom

Nadzor nad gradnjom neposredno obuhvaća:

- Odobrenje tehničke dokumentacije
- Nadzor gradnje broda kod graditelja

Prije početka gradnje broda treba podnijeti registru na uvid ili odobrenje tehničku dokumentaciju u tri primjerka. Tehnička dokumentacija mora biti izrađena i upotpunjena potrebnim podacima, tako da je moguće provjeriti udovoljava li brod zahtjevima Pravila. Odobrenje tehničke dokumentacije potvrđuje se pečatom registra i potpisom eksperta.

Tijekom gradnje broda brodogradilište, odnosno izvođač radova mora na zadovoljstvo registra izraditi program provjere funkcionalnosti (program ispitivanja). Tijekom gradnje broda, odnosno izvođenja radova, ekspertu mora biti omogućen siguran pristup radovima koji su direktno ili indirektno vezani uz nadzor. Dužnost brodogradilišta, odnosno izvođača radova jest pravovremeno izvještavati registar o gotovosti pojedinih faza gradnje broda, kako bi ekspert mogao izvršiti pregled u svrhu utvrđivanja usklađenosti izvedenih radova s Pravilima. Cilj provjere funkcionalnosti je dokazivanje usklađenosti pregledanih sustava/opreme/uređaja s Pravilima.

9.4.1. Tehnička dokumentacija broda

Opća dokumentacija koja se podnosi na uvid (ne podliježe odobrenju):

- Tehnički opis
- Opći plan
- Plan kapaciteta
- Linije broda s tablicama očitavanja
- Plan dokovanja

Dokumentacija koja se odnosi na trup:

- Glavno rebro s karakterističnim presjecima i općim podacima
- Uzdužni presjek
- Vanjska oplata
- Palube
- Pražnice grotala
- Dvodno
- Nepropusne pregrade
- Upore i nosači
- Pojačanja za led i ostala pojačanja
- Struktura pikova sa statvama
- Skrokovi i nogavice
- Temelji strojeva i odzivnih ležajeva
- Nadgrađa i kućice
- Otvori na palubama
- Dokumentacija o opremljenosti trupa za podvodni pregled (vezanu uz oznaku IWS)
- Temelji opreme, jarbola, stupova i dizalica
- Ljuljna kobilica
- Zavarivanje i plan snimanja



- Zaštita od korozije
- Priručnik za krcanje
- Program ispitivanja
- Proračun unutarnjih sila broda na mirnoj vodi (momenti savijanja, poprečne sile, itd)
- Proračun geometrijskih karakteritika poprečnih presjeka broda (mom. tromosti itd.)
- Za slučaj direktnog proračuna: model strukture, svojstva, rubni uvjeti, opterećenja
- Plan fiksnih i privremenih sredstava koja omogućuju pristup pregledavanim mjestima

Osim ove dokumentacije, podnosi se i dokumentacija koja se odnosi na:

- Stabilitet
- Nadvođe
- Strojni uređaj
- Cjevovode
- Rashladne uređaje
- Električnu opremu
- Automatizaciju
- Radioopremu
- Sredstva za signalizaciju
- Pomagala za navigaciju
- Protupožarnu zaštitu
- Sredstva za spašavanje
- Uređaji za rukovanje teretom
- Zaštitu pri radu, smještaj posade i prijevoz putnika
- Prijevoz opasnih tereta
- Prijevoz kemikalija
- Prijevoz ukapljenih plinova
- Program ispitivanja na pokusnoj plovidbi

9.4.2. Nadzor nad gradnjom trupa i ugradnjom strojeva, uređaja i opreme u brod

Ovim nadzorom se utvrđuje:

- Je li konstrukcija izvedena u skladu s Pravilima i odobrenom tehničkom dokumentacijom i jesu li upotrijebljeni propisani materijali.
- Jesu li materijali, strojevi, uređaji i oprema koji se ugrađuju u brod izrađeni podnadzorom u skladu s Pravilima i imaju li odgovarajuće potvrde o nadzoru nad izradbom.
- Provode li se radovi u skladu sa zahtjevima Pravila i dobrom brodograđevnom praksom.
- Jesu li obavljena zadovoljavajuća ispitivanja funkcionalnosti u opsegu i skladu s propisanim i odobrenim programom ispitivanja i zahtjevima Pravila.

9.4.3. Tipno odobrenje proizvoda

Tipno ispitivanje je ispitivanje ili niz ispitivanja, koja se obavljaju da se utvrdi udovoljava li proizvod svim zahtjevima Pravila i propisa te tehničkom opisu proizvođača. Proizvod koji se tipno ispituje mora biti izrađen u skladu s odobrenom dokumentacijom, od

odobrenog materijala i uz primjenu odobrene tehnologije i po odgovarajućim normama, koje će se primjenjivati u proizvodnji. Ogledni primjerak treba biti izabran iz tekuće proizvodnje.

9.4.4. Odobrenje proizvođača i ispitnih institucija

Svrha odobrenja je utvrđivanje je li proizvođač sposoban izraditi i isporučiti proizvode koji udovoljavaju zahtjevima Pravila glede kakvoće, identifikacije i dokumentacije. Ispitne institucije koje pružaju usluge ispitivanja proizvoda ili usluge umjeravanja uređaja i opreme, koje podliježu nadzoru, moraju biti odobrene za takve djelatnosti.

9.4.5. Utvrđivanje sposobnosti za obavljanje pokusne plovidbe

Provodi se odobrenje tehničke dokumentacije i pregled broda. Tijekom pokusne plovidbe brod ne smije prevoziti ni teret ni putnike, nego isključivo posadu i osobe zaposlene na brodu u svrhu izvođenja radova i ispitivanja. Na brod se primjenjuju pravila koja se odnose na teretni brod. Na osnovi izvršenog nadzora brodu se izdaje svjedodžba o sposobnosti broda za obavljanje pokusne plovidbe. Pregled obuhvaća provjeru da li je brod građen pod nadzorom i u skladu s propisima i odobrenom tehničkom dokumentacijom i provjeru funkcionalnosti brodskih sustava.

9.4.6. Zahtjevi ispitivanja nepropusnosti trupa

Nakon što su postavljene sve pražnice grotala i ugrađena sva vodonepropusna vrata, te postavljeni svi prolazi kroz strukturu, a prije nego što se nanese zaštitni premaz, cementna ili neka druga obloga preko zavarenih spojeva, svi tankovi i vodonepropusne pregrade ili vodonepropusne palube moraju se ispitati na nepropusnost. Tlačenje prostora/dijelova strukture kod kojih je jedna od granica vanjska oplata moraju se ispitati prije porinuća. Hidrauličko tlačenje, tlačenje zrakom, ispitivanje polijevanjem vodenim mlazom, ispitivanje strukture tankova.

9.5. IZDAVANJE SVJEDODŽBE O KLASI

Brodu koji udovoljava zahtjevima pravila dodjeljuje se oznaka klase odnosno registra, koje se dodjeljuju poput dodatne identifikacije sigurnosti i svojstava broda. Oznaka klase registra se sastoji od osnovne oznake klase, iza koje se dopisuju dodatne oznake, a zajedno određuju stupanj pouzdanosti i osnovne značajke broda. Oznake klase registra se dodjeljuju brodu za:

- trup,
- strojni uređaj,
- rashladni uređaj.

Trupu broda se u svrhu klasifikacije dodjeljuju:

1. Osnovna oznaka
Oznaka nadzora nad gradnjom
Oznaka kakvoće trupa
2. Dodatne oznake klase
Oznaka područja plovidbe
Oznaka kategorije pojačanja za led
Oznaka namjene
Oznaka konstrukcijskih osobina broda

9.5.1. Sigurno gospodarenje i zaštita okoliša, sprečavanje zagađenja

Pravila za sprečavanje zagađivanja primjenjuju se na nove brodove, putničke, tankere i tegljače, ili na neke druge brodove sa samostalnim porivom, ili ako Registar nađe za potrebnim.

Glavni oslonac za pravila za zaštitu od zagađenja su međunarodne pomorske organizacije i konvencije IMO (*International Maritime Organization*), MARPOL 73/78 MEPC (*Marine Environment Protection Committee*) i IMDG-Code (*International Maritime Dangerous Goods*).

9.5.2. Klasifikacijske isprave i Registar pomorskih brodova

Zahtjev za izdavanje svjedodžbi o klasi podnosi brodar pismenim putem. Nakon što se brodu dodijeli klasa registra, njegove osnovne značajke s oznakom klase objavljuju se u registru pomorskih brodova. U registru se pomorskih brodova osim osnovnih i dodatnih oznaka klase vezanih za trup, stroj i rashladni uređaj, brod detaljno opisuje i dodatnim podacima vezanim uz njegove glavne izmjere, nosivost, materijal gradnje, snagu porivnih i pomoćnih strojeva i slično. Registar pomorskih brodova se u pravilu izdaje jedanput godišnje.

9.6. STATUTARNA CERTIFIKACIJA

Osnovni je zadatak svih klasifikacijskih društava da po svojim pravilima i propisima vrše klasifikaciju brodova. Osim toga ona preuzimaju neke tehničke zadatke koje vrše po ovlaštenju i u ime organa pomorskih uprava odnosno državnih vlasti koje se odnose na plovidbenu sigurnost brodova.

Neki od zadataka koje klasifikacijska društva vrše nezavisno od klasifikacije (u ime organa pomorske uprave) su određivanje navođa (LLC 66), provjeravanje stabiliteta, pregledi i ispitivanje uređaja za krcanje tereta i određivanje njihova maksimalno dopuštenog opterećenja i dr.

10. ODRŽAVANJE BRODA

10.1. PROCES ODRŽAVANJA BRODA

Pod pojmom održavanja podrazumijeva se sprječavanje kvarova na brodskim sustavima, produljenje vremena njihova korištenja, te otklanjanje nastalih kvarova na najučinkovitiji način.

Glavni cilj održavanja broda je povećanje prihoda uz što manje troškove. Troškove dijelimo na direktne i indirektne.

Direktni troškovi su oni troškovi koji ulaze u cijenu održavanja, a to su plaće radnika, najam posade, administrativni troškovi, troškovi opreme, rezervnih dijelova i materijala te troškovi tokom boravka u brodogradilištu.

Indirektni troškovi su oni troškovi koji nastaju zbog zaustavljanja broda. Ovisi o vremenu koje brod provede u eksploataciji te visini vozarine. Troškovi održavanja broda mogu iznositi od 30% do 35% od ukupnih troškova, a ukoliko se radi o izvanrednim troškovima onda se taj postotak povećava.

Proces održavanja može se podijeliti:

- Iscrpan popis i opis brodskih uređaja. U današnje vrijeme svaki novi brod koji izađe iz brodogradilišta isporučuje se s potpunim popisom i opisom svih brodskih uređaja. Veoma je bitno bilježiti svaku promjenu kako bi se taj popis održavao kroz cijeli vijek iskorištavanja broda. Proučavanjem knjige s uputama proizvođača o prosječnim intervalima planiranog zahvata, olakšava se i poboljšava održavanje. Uz to potrebno je procijeniti i indeks kvarova te prosječno vrijeme između tih istih kvarova.
- Utvrđivanje iskorištavanja broda. Iskoristivost broda može se utvrditi na temelju 3 komponente, a to su: vrijeme koje je brod proveo u plovidbi i mirovanju u određenoj godini, zona plovidbe i vrijeme koje je brod proveo u luci i sidrištu.
- Optimizacija posade. Optimizacija se provodi kako bi se reducirao vremenski sustav. Potrebno je sastaviti proračun radnih sati posade jer je to jedini način za kvalitetno održavanje brodskih sustava. Na temelju toga izračunava se planirani indeks zahvata i njegovo prosječno trajanje. Planirani indeks zahvata je ukupan broj zahvata za svaki brodski uređaj u godini, a održava se prema kalendarskom roku. Takav način održavanja uveden je jer postoje brojni uređaji koji se kvare bez obzira dali su bili u upotrebi ili ne te zbog uređaja kojima se ne zna točan broj pogonskih sati u godini. U uputama proizvođača navedeno je prosječno vrijeme trajanja zahvata za svaki uređaj, međutim kako brodski uređaji stare tako se to vrijeme povećava.
- Plan održavanja tokom godina. Plan zahvata održavanja brodskih uređaja izrađuje se za petogodišnje razdoblje. Plan za prvu godinu, tzv. Master Plan, je jedini važeći, a nakon što se utvrde korekcije iskoristivosti iz prošle godine, sastavlja se plan za drugu godinu. Pri izradi plana za prvu godinu potrebno je obratiti pažnju na dnevno opterećenje posade. U ovoj fazi održavanje se više se raspoređuje samo po uređajima, već i po mjesecima. Ukoliko se dogodi da je posada stavljena pod veliko opterećenje, određeni zahvati koji se planiraju prema kalendarskom roku će se prebaciti za drugi dan. Nakon što se utvrdi mjesečni plan, on se raspoređuje na tjedne zahvate, a tjedni na dnevne. Pri tome je veoma važno obratiti pažnju na zahvate koji se obavljaju u luci radi produljenja radnog vremena ili uvođenja rada u smjenama.

5. Kontrola izvršenja. Kontrola izvršenja je ključan dio održavanja brodskih uređaja. Ponekad se dogodi da se zaboravi ili preskoči nezahtjevan pregled i to onda dovodi do većih kvarova, a kao posljedica nastaju indirektni troškovi. Stoga, kako bi se smanjio trošak održavanja, potrebno je provoditi kontrolu u skladu s kalendarskim rokovima.

10.2. METODE ODRŽAVANJA

Postoje razne metode održavanja. U praksi je uobičajeno korištenje nekoliko različitih metoda koje nisu jednako zastupljene kod održavanja broda. Postotak zastupljenosti ovisi o vrsti broda na kojem se održavanje provodi.

Najzastupljenije metode održavanja su:

- Metoda održavanja na osnovi kalendarskog roka. Ova metoda kao što i sam naziv kaže, temelji se na kalendarskim rokovima koji su već unaprijed određeni. Održavanje se provodi u vremenskim intervalima neovisno o radnim satima pojedinog sustava. To se najčešće odnosi na sustave kojima se povećava dotrajalost sustava tokom određenog perioda rada. Uređaji i oprema koji se na taj način održavaju su sva protupožarna oprema, sredstva za spašavanje, električni hidraulični i palubni uređaji.
- Metoda održavanja na osnovi stanja i performansi. Metoda na osnovu stanja i performansi druga je najzastupljenija metoda održavanja, a temelji se na korektivnom održavanju. Održavanje se obavlja onog trenutka kada rezultati provjere na to upućuju. Napretkom tehnologije i upotrebom mikroprocesora omogućeno je praćenje stanja pojedinog sustava. Ukoliko dođe do pomicanja graničnih vrijednosti, aktivira se alarm. Na taj način se nepravilnost otkriva na vrijeme pa se smanjuje vjerojatnost zastoja i mogućih kvarova. Ova metoda primjenjuje se na sve komponente na kojima je takav način praćenja prihvatljiv, a to su porivni stroj te pomoćni strojevi i generatori.
- Metoda održavanja na osnovi radnih sati. Ova metoda je preventivni pristup održavanja brodskih sustava, a obavlja se planski na osnovu radnih sati uređaja. U knjižici proizvođača nalaze se podaci o broju sati nakon kojih je potrebno obaviti servis.
- Metode održavanja nakon kvara. Ova metoda temelji se na korektivnom pristupu održavanja. Nastankom kvara, održavanje se obavlja na način da se određeni dijelovi sustava zamjene s pričuvnim dijelovima. Pokvarene dijelove popravljaju posada ili radnici na kopnu. Ovu metodu moguće je provesti samo na uređajima koji nisu značajni za sigurnost broda i ekonomsku iskoristivost. Zamijenjene komponente popravljaju posada broda ili se popravljaju u radionicama na kopnu.
 - Metoda održavanja obnovom. Ova metoda također spada u korektivni pristup održavanja. Održavanje se provodi onog trenutka kada dođe do zastoja. Za razliku od održavanja nakon kvara, dijelovi koji se zamjene kod održavanja obnovom ne popravljaju se, jer je njihov popravak najčešće neisplativ.

10.3. TROŠKOVI ODRŽAVANJA BRODA

Svrha broda kao prijevoznog sredstva je zarada. Učinkovitost broda mjeri se visinom dobiti, međutim da bi se brod mogao kvalitetno održavati potrebno je podmiriti određene troškove. Visina troškova održavanja ovisi o brodarskom društvu, a temelji se na

ispunjavanju zahtjeva održavanja sigurnosti broda i očuvanju morskog okoliša. Ne postoji zakonom određen novčani iznos koji se mora uložiti u održavanje broda, već on ovisi o stanju na pomorskom tržištu. Trošak održavanja broda raste proporcionalno sa starošću broda.

Za dobnu skupinu 5-9 godina uzet je indeks 100. kako slijedi:

- Dobna skupina od 0-4 planirani troškovi su znatno manji od neplaniranih. Razlog tome je što je brod tek izašao iz brodogradilišta i započeo je početnu fazu iskorištavanja.
- Dobna skupina 5-9 planirani troškovi se izjednačavaju s neplaniranim troškovima. U tome periodu se brod još uvijek uhodava pa postotak kvarova raste, a uz njega i neplanirano održavanje.
- Dobna skupina 10-14 i 15-20 vidi se linearan trend rasta troškova održavanja proporcionalno s rastom starosti broda. Neplanirani troškovi održavanja kod dobne skupine 10-14 naglo se povećavaju i indeksni pokazatelj se pomiče za 75.
- Dobna skupina 15-20 se pomiče za 25. Za razliku od prethodnih dobni skupina, kod skupine iznad 20 godina, indeksni pokazatelj se smanjuje za 65.

Sa starenjem broda brojne komponente brodskog sustava se mijenjaju pa se može pretpostaviti da će u toj dobnoj skupini pasti broj neplaniranih troškova održavanja. Troškovi održavanja zauzimaju jednu trećinu ukupnih troškova, a dijele se na izravne i neizravne.

Izravne troškovi podrazumijevaju se kao svi troškovi održavanja brodskih sustava, a to su:

- Popravci, dokovanja i pričuvni dijelovi;
- Potrošni materijali (zaštitne prevlake, alati, kemikalije, razni plinovi, maziva);
- Plaće i ostali izdatci posade;
- Rad ljudi u službi brodara na kopnu, usluge trećih lica na radovima održavanja te trošak pregleda od strane klasifikacijskog zavoda.

Visina izravnih troškova nastoji se smanjiti od strane brodarskih društava, ali to je moguće samo do određene granice. Kad se ta granica pređe, dolazi do negativnih posljedica koje rezultiraju zastojem broda i još većim troškovima.

Ukoliko se brodski sustavi ne održavaju pravilno, dolazi do neizravnih troškova. Uzrokuju ih kvarovi ili zahvati održavanja zbog kojih je brod prisiljen stati s radom. Neizravni troškovi promatraju se kroz izmaklu dobit, tj. novčani gubitak brodara. Rad broda iskazuje se visinom vozarine.

Gubitak nastaje kada brod stoji, a troškovi iskorištavanja ostaju isti. Za vrijeme stajanja broda radi njegovog održavanja, unajmitelj nije dužan plaćati najam brodaru. Međutim, postoje određene situacije u kojima se unajmitelj može teretiti za dodatne troškove koji proizlaze zbog stajanja broda. U situacijama kada brod kasni, također se povećavaju troškovi jer brod gubi mjesto za privez.

Povećanjem fiksnih troškova automatski se povećavaju izmakla dobit, i utrošeno vrijeme za obavljanje korektivnih radnji. Izravni i neizravni troškovi gledaju se kao jedna cjelina. Njihov odnos ovisi o načinu i kvaliteti obavljanja održavanja brodskih sustava.

Ukoliko se brod ne održava, troškovi se eksponencijalno povećavaju. Brodarima je u interesu postići optimalno održavanje radi smanjenja ukupnih troškova. Punim linijama prikazano je kretanje troškova održavanja brodarskog društva s prosječnim uspjehom održavanja broda.

Ukupni troškovi mogu se smanjiti već u samom početku. Potrebno je predvidjeti troškove održavanja broda u eksploataciji i to uzeti u obzir prilikom projektiranja i gradnje broda. Redovitom edukacijom posade postižu se kvalitetna razrada plana i primjena održavanja brodskih sustava.



10.4. BRODSKI SUSTAVI

Svaki brod dijeli se na sustave. Kada se govori o sigurnosti, sustavi se dijele na one bitne i manje bitne. Kada se govori o pouzdanosti, onda se ta podjela ne prihvaća u potpunosti, ali nije ju potrebno ukloniti. Održavanjem broda ne postiže se samo veća sigurnost, već i veća iskoristivost samog broda.

Osnovni brodski sustavi su:

- **Sustav trupa** je nosač svih uređaja. On je statičan. Zbog gibanja i pružanja otpora ima i karakteristike mehaničkog sustava. Njegovo održavanje mora se prilagoditi njegovim karakteristikama i uvjetima iskorištavanja (kaljuže, balast, uređaj za sidrenje i vezivanje).
- **Sustav energetike i rasklopa** su uređaji za proizvodnju (energija koja nije namijenjena porivu).
- **Sustav poriva** sastoji se od porivnog stroja zajedno sa svim uređajima koji ga opslužuju (uređaj goriva, maziva i hlađenje).
- **Sustav životnih uvjeta** su uređaji koji omogućavaju preživljavanje na brodu (sanitarni uređaji, klimatizacija, protupožarni uređaji, uređaji za spašavanje, uređaji za čuvanje i pripremanje namirnica).
- **Sustav upravljanja** su uređaji za kormilarenje, orijentaciju, motrenje te vanjsku i unutarnju komunikaciju.
- **Sustav tereta** su uređaji koji služe za čuvanje i upravljanje teretom (teretni uređaj, poklopci grotla, uređaj za odvlaživanje i provjetravanje skladišta te uređaj za rashlađivanje).

10.5. ODRŽAVANJE, PREGLEDI I ISPITIVANJE PALUBNE OPREME

Održavanje sidrenih lanaca i ostalih djelova sidrenog uređaja

Kad je brod bio usidren na muljevitom dnu lanci se napune blata. Pri uvitlavanju lanca na brod on se mora isprati mlazom vode kako bi blato opalo. Ono što ne otpadne pranjem može se očistiti na palubi. Na dijelu gdje lanac izlazi kroz palubno oko pa preko zapora (stopera) ide na barbotin vitla pa u lančanik.

Lanac bi po mogućnosti u lančanik trebao ući čist jer ga blato nagriza a i sam lančanik se puni blatom.

Lančanik ima predviđene otvore za drenažu kako bi lanac u lančaniku bio na suhom. Kad je to moguće (brod na sidru ili u škveru) treba ući u lančanik te ga po potrebi očistiti i pregledati. Osobito treba pregledati ispravnost u slučaju potrebe otpuštanja lanca tj. sustav uglavljivanja lanca. Ne smije se dogoditi da zbog zapečenosti ili rđe ili nekog drugog razloga nije moguće u kritičnom trenutku otpustiti lanac (sidro) u more.

Kad je brod u remontu, lanci se obvezno detaljno pregledaju (karika po karika), očiste se od rđe čekićem i četkama, a zatim se premažu lanenim uljem. Uze lanca treba propisno označiti bojom, kako je već opisano.

Oštećene karike treba zamijeniti tako da se lanci preglave od prve najbliže spojne ili patentne karike.

Sidreni lanac je jak onoliko koliko je jaka najslabija karika !!!

Pokretni djelovi zapora lanca trebaju biti redovito podmazivani mašću S mašću se ne smije pretjerati jer se ona u hladnijim predjelima stvrdne pa zajedno s prljavštinom učini beskorisnu tvrdnu smjesu. Tada se sve očisti, pokretni djelovi se očetkaju a sve se podmaže rjeđom masti

(ulje). Isto tako sva skidljiva oprema kao što su čelikčela, škopci, kuke, stezaljke (morski vez) moraju biti podmazani. Ako se radi o hidrauličkim vitlu sidrenog uređaja treba kontrolirati nivo ulja u sistemu te ga po potrebi dodati. Ukoliko dođe do oštećenja na djelu sidrenog uređaja i do propuštanja ulja, treba poduzeti sve mjere da ne dođe do zagađenja mora a na brodu treba onečišćenje lokalizirati i otkloniti u što kraćem vremenu (piljevina, perolin).

Ispitivanje sidara, lanaca , čelik čela i konopa

Ispitivanje sidara vrši se ispitivanjem na kidanje, savijanje, pad, udar, udaranje čekićem i bušenje.

Ispitivanje na kidanje i savijanje vrši se na ispitnim komadima koji se lijevaju zajedno s glavnim komadom a zatim se od njega odjele. Na pad se ispituje tako da se komad čelika koji je lijevan zajedno s glavnim komadom baci sa propisane visine na propisanu podlogu. Na udar se ispituje udaranjem čekićem, a na bušenje se ispituju komadi za koje se sumnja da su lijevanjem nastale unutrašnje napukline ili šupljine. Nakon uspješnih ispitivanja pojedinih djelova sidro se u cjelost podvrgne tzv. pokusu opterećenja tako da se veže s jedne strane za krakove (na jednu trećinu dužine kraka od vrhova kraka), a s druge strane za sidreni škopac. Zatim se stavi u stroj za istezanje i optereti na propisano opterećenje koje prvenstveno ovisi o masi sidra.

Ispitivanje lanaca vrši se tako da se lanci ispituju na kidanje i na istezanje. Ispitivanju na kidanje podvrgavaju se po tri karike svake uze. Nakon uspješnog ispitivanja na kidanje čitava se uza podvrgava opterećenju na istezanje prema propisima. Nakon uspješnog ispitivanja svaki lanac dobiva od klasifikacijske ustanove (registra) svjedodžbu o sposobnosti. Nakon ispitivanja lanci se na dvije krajnje karike i na još dvije karike u sredini uze označe žigom registra. Spojne karike, patentne karike i vrtuljne karike se posebno označavaju. Bitno je napomenuti da propisi na temelju kojih se ispitivanja vrše, variraju za materijale izrađene lijevanjem, kovanjem, valjanjem, prešanjem itd...

Ispitivanje čelikčela vrši se prekidnim opterećenjem direktno ili posredno. Na direktan način ispituje se komad cijelog čelikčela a na posredan način se opterećenju podvrgava komad žice. Ako se ispituje komad cijelog čelikčela on mora izdržati propisno opterećenje s obzirom na promjer, a kad se ispituje uvojak kao dio čelikčela onda se dobiveno opterećenje na kidanje pomnoži sa brojem uvojaka u čelik čelu i ono mora biti 5% veći od vrijednosti određene propisom. Ako se ispituje žica onda se dobiveno prekidno opterećenje pomnoži sa brojem žica a rezultat mora biti 10% veći od propisane vrijednosti. Vrijednosti su prekidnog opterećenja s obzirom na promjer prikazane u obliku tablica. Slične tablice postoje i za biljne odnosno sintetičke konope.

Propisi svjetskih klasifikacijskih zavoda se vrlo malo razlikuju.

Ispitivanje i pregledi teretnog uređaja

Svaka samarica ima dopušteno radno opterećenje (SWL - *safe working load*) kojim se samarica može opteretiti pri radu. Osim dopuštenog radnog opterećenja postoji i pokusno opterećenje samarice i njene opreme. Pokusno opterećenje uvijek je veće od radnog. Za neku opremu teretnog uređaja (čelik-čela, lanci) primjenjuje se prekidno opterećenje. SWL je upisan na donjem djelu debla samarice. Hrvatski registar brodova obavlja periodične preglede koji mogu biti redovni i posebni.

Redovni pregledi obavljaju se svake godine a vizualnog su karaktera. Svrha vizualnog pregleda je da se otkriju eventualna oštećenja ili istrošenost teretnog uređaja i njegove opreme.

Posebni pregledi obavljaju se svake četiri godine a on obuhvaća iscrpan pregled svih dijelova i opreme teretnog uređaja. Sva skidljiva oprema se skida, rastavlja i pregledava te podvrgava pokusnom opterećenju i nakon toga ponovo pregledava. Sve dijelove za koje se utvrdi istrošenost više od 10% treba zamjeniti novima.

Rezultat pregleda potvrđuje ovlaštena osoba HRB-a svojim potpisom na odgaovarajućoj stranici registra teretnog uređaja. Kontrolu registra teretnog uređaja i pripadajućih svjedodžbi obavljaju inspektori sigurnosti plovidbe pri Lučkim kapetanijama.

Potvrde i svjedodžbe (atesti) o sposobnosti opreme

Izdaju ih proizvođači (ako su ovlašteni) ili nadležni registar (klasifikacijski zavod) za svaki pojedinačni dio opreme. Za neke dijelove opreme koji imaju otisnut žig (lanci, škopci, koloturi, sidra, lashing oprema) smatra se da su atestirani. Ostala oprema kao što su čelikčela, privezni konopi dostavljaju se na brod zajedno sa svjedodžbom (atestom) proizvođača ili registra. Pregled teretnog uređaja potvrđuje se u Registru teretnog uređaja (isprava) od strane ovlaštenog djelatnika registra.

Posada palube mora svakodnevno obratiti pozornost na stanje opreme te pravovremeno reagirati radi uklanjanja ili zamjene oštećene opreme (npr. čelik čelo sa više od 10% prekinutih žica treba zamjeniti), sastavljanje popisa radova za remont, odnosno popis prioriternih popravaka u sljedećoj luci (obavješćavanje tehničke službe kompanije). Čelikčela treba svakih 6 mjeseci okretati do konačne istrošenosti.

10.6. MATERIJALI U BRODOGRADNJI I ODRŽAVANJE BRODA

Materijali su čvrsta tvar koja ima masu i zauzima prostor. Materijali koji se koriste u brodogradnji moraju imati veliku čvrstoću, otpornost na koroziju, trajnost, malu specifičnu težinu, dobru obradivost, nezapaljivost i pristupačnu cijenu.

Ne postoji niti jedan materijal koji sadrži sve osobine pa se odabire onaj materijal koji zadovoljava određene uvjete, a taj kompromis se najčešće postiže kombinacijom nekoliko različitih materijala.

Osnovni materijali koji se koriste u brodogradnji su:

- Metali (čelik, obojeni metali);
- Drvo i umjetni materijali (plastika);
- Nemetali (cement).

Brodovi su specifična prijevozna sredstva čija je konstrukcija konstantno izložena naprezanju pod utjecajem valova i drugih vanjskih sila. Da bi se brod suprotstavio tim silama potrebna je dobra čvrstoća strukture.

Svaka struktura ima svojstva koja se mogu podijeliti na:

- **Mehanička svojstva** – čvrstoća, tvrdoća, žilavost i elastičnost
ČVRSTOĆA je otpornost na deformacije i kidanje. Sile se dijele na vanjske i unutarnje. Vanjske sile su sile koje djeluju izvana (valovi, vjetar). Kada je tijelo pod utjecajem vanjske sile kažemo da je opterećeno. Unutrašnje sile su sile koje djeluju iznutra, tj. djeluju između čestica. Sila kojom se tijelo odupire opterećenju

naziva se čvrstoća tijela. Opterećenja na brodu ovise o smjeru dolaska opterećenja koja mogu biti istezanje, torzija, savijanje, tlačenje i odrez. U trenutku kada je brod svojim trupom na brijegu vala kažemo da je paluba opterećena na istezanje. Kada su krma i pramac na brjegovima kažemo da su opterećeni na tlačenje. Za upore kažemo da su opterećeni tlačenjem posebno kada se na palubu krca teži teret. Torzijom su opterećene osovine kormila, a sohe savijanjem.

TVRDOĆA je otpornost na trošenje. Mjeri se pomoću kuglice ili šijaka koji se utiskuju i na taj način pokazuju veličinu udubine.

ŽILAVOST je otpornost na udarna oštećenja. Veoma je bitno da se takva vrsta materijala upotrebljava za gradnju brodova koji su tijekom plovidbe stalno izloženi valovima te silama istezanja i tlačenja. Materijal mora podnositi nagle i dugotrajne promjene oblika bez da izgubi svoju formu.

ELASTIČNOST je sposobnost vraćanja u prvobitno stanje. Za materijal kažemo da je elastičan onda kada je u mogućnosti vratiti se u prvotni oblik čim prestane djelovati sila zbog koje je izgubio svoju formu. U trenutku kada izobličenje pređe tkz. granicu elastičnosti, ne može se više vratiti u prvobitan oblik. Što je materijal stariji i opterećenje veće, to se elastičnost materijala smanjuje.

- **Tehnološka svojstva** - Obradivost - deformacija (kovanje, savijanje, prešanje) i skidanje strugotine (bušenje, piljenje, turpijanje). Toplinska obradivost - žarenje, cementiranje, kaljenje.
- **Fizikalna svojstva** iskazuju se pomoću ponašanja tvari dok je pod vanjskim utjecajem (kiselina, lužina, sol, vlaga).
- **Kemijska svojstva** su sve karakteristike tvari uz pomoć kojih se mogu promatrati promjene stanja bez promjene tvari (isparavanje, specifična težina, elastična vodljivost, boja, ukapljivanje).

Čelik u brodogradnji

Upotreba čelika u brodogradnji započela je krajem 19. stoljeća. U to vrijeme cijena mu je bila znatno veća od željeza jer se smatralo da ga je teže obrađivati. Nakon pojave novih peći 1890. godine, čelik je u potpunosti zamijenio željezo. [8] Njihova zamjena olakšala je gradnju brodova velikih dimenzija jer su se smanjile dimenzije materijala koji je uz to bio puno čvršći i prikladniji.

Kod gradnje brodova najvažnije je da čelik ima određenu kvalitetu. Čelik se dostavlja u obliku ploča ili cijevi. Najisplativije je naručiti ga 6 mjeseci unaprijed jer se na taj način može postići niža cijena (i do 50%).

Jedina mana je što se na taj način brodogradilište izlaže riziku gomilanja zaliha. Čelik je kvalitetan materijal koji zahtjeva odgovarajuće održavanje. Svi čelični dijelovi brodske konstrukcije moraju se zaštititi od korozije i vegetacijskih naslaga što predstavlja otežano održavanje broda. Svaka strana u pomorskom poslu zahtjeva da roba koja se prevozi bude sigurno dostavljena.

Da bi se postigla ta sigurnost osnovana su klasifikacijska društva. Klasifikacijska društva su izdala brojna pravila kojih se brodovlasnici moraju pridržavati, a jedno od njih je kontrola kvalitete čelika. Brod se može graditi u bilo kojem dijelu svijeta samo ako se gradi u skladu s odredbama klasifikacijskog društva. Jedno od najstarijih osiguranja je Lloyd's Register of Shipping. Svi brodovi koji su građeni u skladu s Lloydsovim pravilima upisuju se u Registracijsku knjigu i tamo ostaju sve do trenutka prestanka pridržavanja pravila. Hrvatska kopija Lloydsovog pravilnika je Hrvatski registar brodova. U njemu su navedeni načini nadzora kod proizvođača i tehničke dokumentacije.



Čelik koji se koristi u gradnji broda mora biti odobren od strane klasifikacijskog društva, tj. željezara koja isporučuje čelik mora biti predmet kontrole prije isporuke materijala.

Brodograditelji se ne smiju oslanjati samo na stanje navedeno u Registru jer postoje situacije u kojima naručitelju dostave materijal koji ne odgovara po dimenzijama i širini ili ima greške koje mogu dovesti do većih troškova.

Svi materijali koji tokom primjene ne zadovolje određene uvjete ili se pokažu neispravnima bacaju se iako su prethodno zadovoljili uvjete.

Čelik je slitina ili legura željeza i ugljika.

U današnje vrijeme predstavlja najvažniji tehnološko-konstruktivski materijal na svijetu. Udio ugljika osnovni je čimbenik koji utječe na kvalitetu i mogućnost obrade čelika, a kreće se od 0,05% do 2,06%. Čelik je odličan materijal, širokog spektra upotrebe. Moglo bi se reći da je podigao uporabu željeza za veću razinu.

Vrste čelika koje se koriste u brodogradnji:

- Čelik normalne čvrstoće i povišene čvrstoće debljine do 50 mm;
- Čelik normalne čvrstoće i povišene čvrstoće debljine od 50-100 mm;
- Čelik povišene čvrstoće s najnižom granicom razvlačenja od 390 N/mm² ;
- Čelik za primjenu na niskim temperaturama;
- Nelegirani konstrukcijski čelici za zavarene konstrukcije;
- Poboljšani čelici visoke čvrstoće za zavarene konstrukcije;
- Čelici otporni na visoke temperature;
- Čelici žilavi na niskim temperaturama;
- Nehrdajući čelici;
- Platirani limovi;
- Čelici s posebnim zahtjevima u smjeru debljine.