

Oprema za sidrenje, vez i tegalj broda

Milošević, Nastasija

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Engineering / Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:190:668485>

Rights / Prava: [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-27**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Engineering](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI
TEHNIČKI FAKULTET

Preddiplomski sveučilišni studij brodogradnje

Završni rad

OPREMA ZA SIDRENJE, VEZ I TEGALJ BRODA

Rijeka, ožujak 2024.

Nastasija Milošević

0069089189

SVEUČILIŠTE U RIJECI

TEHNIČKI FAKULTET

Preddiplomski sveučilišni studij brodogradnje

Završni rad

OPREMA ZA SIDRENJE, VEZ I TEGALJ BRODA

Mentor: Prof. dr. sc. Tin Matulja

Rijeka, ožujak 2024.

Nastasija Milošević

0069089189

Rijeka, 11.03.2024.

Zavod: Zavod za brodogradnju i inženjerstvo morske
tehnologije Predmet: Oprema broda

ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD

Pristupnik: Nastasija Milošević (0069089189)
Studij: Sveučilišni prijediplomski studij brodogradnje (1020)
Zadatak: IZBOR OPREME ZA SIDRENJE, VEZ I TEGALJ BRODA /
EQUIPMENT FOR ANCHORING, MOORING AND SHIP
TOWING SELECTION

Opis zadatka:

U uvodnom dijelu rada opisati opremu za sidrenje, vez i tegalj na brodovima, te pripadajuću zakonsku regulativu (HRB) kod projektiranja, izrade, testiranja i odabira iste. Za odabrani brod izvršiti izbor opreme za sidrenje, vez i tegalj prema Hrvatskom registru brodova. U radu priložiti sve proračune, slike, skice i nacрте (opći plan broda, detalj razmještaja opreme za sidrenje, vez i tegalj na kaštelu i krmici s karakterističnim presjecima)

Rad mora biti napisan prema Uputama za pisanja diplomskih / završnih radova koje su objavljene na mrežnim stranicama studija.

Zadatak uručen pristupniku: 20.03.2024.

Mentor:
prof. dr. sc. Tin Matulija

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:
prof. dr. sc. Roko Dejhalla

ZAHVALA

Zahvaljujem se svom mentoru Tinu Matulji na stručnoj pomoći, usmjeravanju i savjetima tokom pisanja završnog rada.

Osobito sam zahvalna Damiru Bušljeti djelatniku 3. Maja za sve savijete, stečenu praksu i stručnu pomoć.

Za kraj, posebno želim zahvaliti svojoj obitelji te dečku Ivanu na velikoj podršci tokom cijelog studija.

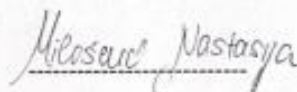
SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. SIDRA KROZ POVIJEST	2
3. VRSTE SIDARA	3
3.1. Admiralitetsko sidro.....	4
3.2. Patentna sidra.....	5
4. SIDRENI LANCI	7
5. SIDRENA ŽDRIJELA	10
6. SIDRENA VITLA	12
7. LANČANICI	14
8. SIDRENI ZAPORI	15
9. VEZ BRODA	16
10. PRORAČUN OPREME	17
10.1 Ispitivanje sidara.....	23
10.2 Oprema za vez.....	25
11. ZAKLJUČAK	26
LITERATURA	27
POPIS SLIKA	28
SAŽETAK	29

IZJAVA

Izjavljujem kako sam samostalno te uz vodstvo mentora Prof. dr. sc. Tina Matulje izradila rad pod nazivom „Oprema za sidrenje vez i tegalj“.

Rijeka, rujan 2024



Milošević Nastasija

1.UVOD

U ovom završnom radu objašnjena je svrha sidrenih uređaja na brodu, razvitak sidara kroz povijest, vrste sidara koje se danas koriste, sve komponente sidrenog uređaja te uređaji za vez i oprema za tegalj broda.

Oprema za sidrenje broda predstavlja osobitu važnost pri držanju broda na sidru unutar luke ili u zaštićenom području dok brod čeka na vez u luci, dolasku plime, kod ukrcaja ili iskrcaja tereta kada je privremeno ili stalno onemogućen privez u luci, kao pripomoć kod manevriranja broda koji nema pramčani propulzor i/ili remorkeri nisu dostupni, u izvanrednim situacijama kako bi se spriječilo nasukavanje. Otkada postoje brodovi postoje i sidra kao neophodna oprema svakog broda.

Brodovi se privezuju uz obalu pomoću konopa čelik-čela, a ponekad i lanaca. Za bočni privez broda služi pramčani i krmni konop te spring; prema potrebi se s vanjskog boka iznosi konop na plutaču ili sidro.

U završnom radu detaljno sam razradila temu sidrenje, vez i tegalj broda kroz sedam poglavlja.

Prvo poglavlje jest sam uvod u završni rad.

Drugo poglavlje započinje prvim korištenjem sidra u povijesti te kako je došlo do samog postanka sidra i razvitak sidrenih uređaja kroz povijest.

U trećem poglavlju nalazi se najpoznatije vrste sidara koje se danas koriste kao i njihov detaljan opis uz priložene slike koje prikazuju njihov izgled.

Od četvrtog do osmog poglavlja detaljno sam razradila, opisala i prikazala ostale dijelove sidrenog uređaja, sidrene lance, lančanike, sidrena vitla te sidrena ždrijela te sidrene zapore.

U zadnjem poglavlju nalazi se detaljan proračun opreme za sidrenje, vez i tegalj broda.

.

2. POVIJESNI RAZVOJ SIDRA

Sidro kao nužna oprema svakog broda postoji još od nastanka prvih brodova. Najranije zabilježeni podaci o brodovima su nađeni u arheološkim iskopinama prije 6000 godina u Egiptu. Umijeće gradnje brodova u antičko doba razvijali su redom Feničani, Grci i Rimljani. Prva sidra bila su drvena ili kamena no s razvitkom brodogradnje, veći brodovi zahtijevali su i veća sidra te su bila potrebna sidra od čvršćeg materijala. Željezna sidra pokazala su se adekvatnima za veće brodove te su tako započeli prvi oblici sidara kakva poznajemo i danas. Prva sidra pojavljuju se analogno s prvim brodovima u Egiptu. Egipćani su prvi patentirali sidra koničnog oblika koja se uvelike razlikuju od današnjih. Kina je također započela uz razvoj brodogradnje sa razvojem sidara te su njihova prva sidra bila od drveta otežanog kamenjem, oblikom nalik kolcu sa jednim do dva zašiljena kraka. Grci su ubrzo nakon Egipćana i Kineza razvili brodogradnju, a sidra su im nalikovala na kineska. Ubrzo je došlo do razvitka sidra te su Grci napravili prvo sidro sa jednim drvenim, željeznim okovanim, balvanom postavljenim na gornjem dijelu struka, okomito na ravninu krakova. Upravo iz ovog grčkog patenta nastalo je sidro koje danas nazivamo Admiralitetsko sidro o kojem ćemo detaljno govoriti u sljedećem poglavlju.

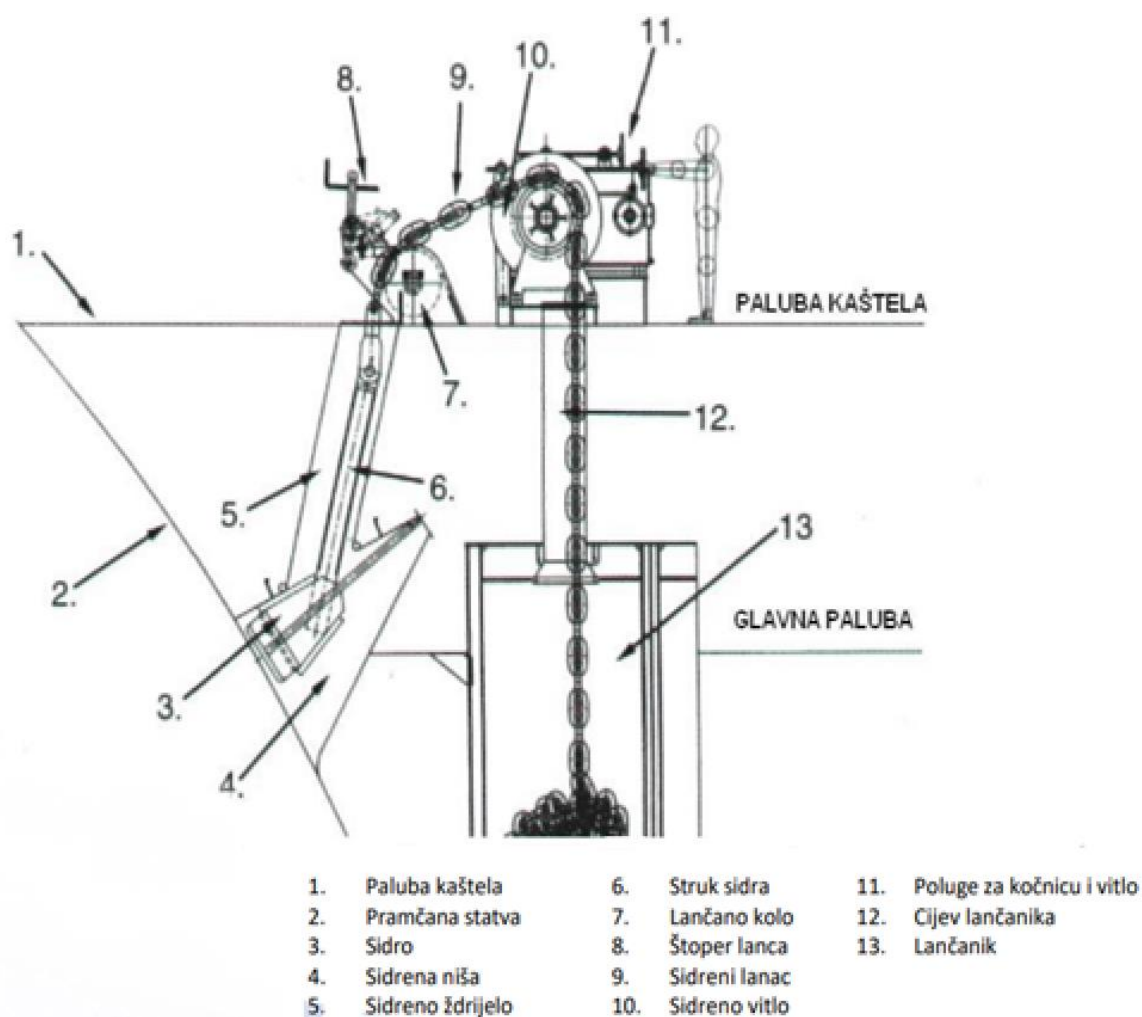
Izgled današnjeg sidra pojavio se prvi put sa uporabom željeza za izradu sidra, kada su se na krakovima sidra pojavile kuke za lakše ukopavanje sidra u dno. Horizontalni krak dodan pod pravim kutem u odnosu na kuke donjeg dijela sidra bio je izrazito veliki napredak u razvitku sidara pošto je osiguravao da se kuke polože okomito na morsko dno i tako lakše ukopaju.



Slika 2.1 Prva sidra

3.VRSTE SIDARA

Današnji brodovi imaju dva ili više sidara te njihov broj ovisi o veličini broda. S obzirom na njihov smještaj na brodu dijele se na pramčana i krmena sidra. Brodu nije dopušteno isplovljavanje iz luke ukoliko nema niti jedno sidro. Sam proces sidrenja broda vrši sidreni uređaj koji se sastoji od tri osnovna elementa: sidra, lanca i sidrenog vitla. Sidro je privezano uz lanac, a lanac uz sidreno vitlo na brodu. Sidro se sidrenim vitlom spušta u more, a zbog svog karakterističnog oblika ono se u dodiru s morskim dnom ukopava ili zakvači te drži brod u mjestu kako ga morska struja, vjetar i valovi ne bi odnijeli. Po potrebi sidro se podiže sidrenim vitlom i brod je slobodan za plovidbu.



Slika 3.1 Smještaj opreme za sidrenje na brodu

3.1 Admiralitetsko sidro

Razvitkom brodogradnje stara sidra postajala su neprikladna i nepogodna za smještaj na brodu. 1846. Godine W. Rodger izradio je sidro koje je umjesto drvene imalo željeznu motku. A. Porter motku je učinio pomičnom te je taj tip sidra nazvan admiralitetsko sidro po engleskom admiralitetu koji je prvi propisao dimenzije ovog sidra. Same dimenzije sidra su bile takve, da bi željezna motka bila podložna krivljenju pri sidrenju na kamenitom dnu, radi njezine dužine. Dužina motke bila je istovjetna dužini trupa sidra, a tri puta duža od jednog kraka. Dužina sidra dosegala je ponekad i preko 2m. To sidro ima ispod oka, koje nosi skobu, veći ovalni provrt, na koji se oslanja bubla zavnutog kraja motke kada je motka složena uza struk sidra. Kada se sidro priprema za obaranje motka se podigne i uvuče u provrt struka sve dok graničnik motke ne dođe do provrta, u tom se položaju motka osigura zatikačem, koji je lančićem pričvršćen za motku. Kada je sidro pripremljeno za obaranje, motka stoji okomito na struk i okomito na ravninu krakova. Krakovi sidra zatvaraju sa strukom kut od 60 stupnjeva. Iz prakse je zaključeno da je najbolje, ako su krakovi segment od 120 stupnjeva kruga čije je središte u sredini struka. Kada se obori admiralitetsko sidro tone uspravno, jer težina krakova i srca vuku donji kraj sidra prema dolje, a težina lanca i njegovo trenje u sidrenom ždrijelu potežu gornji dio sidra prema gore. Sidro dodirne dno za srcem ili jednom lopatom, lanac se malo spusti i sidro se osloni na motku. Kada brod zatim povuče lanac, sidro se prevali, motka se postavi u vodoravan položaj, a krakovi u okomit položaj. Zbog natezanja lanca i težine sidra, lopata se ukopava. Ukoliko je morsko dno muljevito, sidro se zarije do početka drugog kraka čija lopata strši iz mulja. Prednosti admiralitetskog sidra jesu visoka pouzdanost jer motka okrene lopate u vertikalni položaj pa se sidro uvijek ukopa i drži čak i na kamenitom dnu. Ipak admiralitetsko sidro ima i nedostataka, izrazito je nezgodno za rukovanje, jer je pri obaranju dizanju ili spuštanju motka uvijek smetnja, također se u slučaju nužde sidro ne može brzo oboriti jer zahtjeva prethodnu pripremu. Osim navedenih nedostataka česti problemi ovoga sidra su što se oko slobodnog kraka ili motke lanac omota ili zamrsi te nastaju smetnje pri dizanju sidra. Rukovanje i skladištenje ovih sidara zahtijeva posebnu opremu i postupke.



Slika 3.1.1. Admiralitetsko sidro

3.2 Patenta sidra

Obzirom na brojne nedostatke admiralitetskog sidra dolazi do razitka novog sidra bez prečke te se također primjenju krakovi koji će se moći slobodno ukopavati u morsko dno na način da ne strši niti jedan dio koji bi se mogao zamrsiti ili zapeti lanac. Primjenom sljedećih karakteristika nastalo je zglobno ili patentno sidro. Karakteristika patentnih sidara da nemaju prečke je omogućila da se struk sidra uvuče u oka broda i da tamo ostane u toku vožnje tako da više nije bilo potrebno dizanje sidra na palubu što je kod admiralitetskih predstavljalo velike nedostatke. Ovakva sidra mogu se upotrijebiti u svakom trenutku bez posebnih poteškoća pri spuštanju sidra. Cilj patentiranja sljedećih sidara bilo je postići što veću snagu sidra bez povećanja njegove mase. Pojavom patentnih sidara uskoro su se pojavila brojna sidra a među njima istakuto je Hallovo i Danforthovo sidro.

Hallovo sidro predstavljeno 1888. godine postalo je jedno od najpopularnijih sidara tog vremena, ipak i ovo sidro se pokazalo nepraktičnim jer bi se prilikom okretanja broda prevrtalo i čupalo sa morskog dna. Također zbog svoje težine zahtjeva opremu ručnog ili električnog sidrenog vitla. Hallovo sidro ima glavu o ljevanog čelika obješenu osnacem o kovani struk. Težina glave iznosi $\frac{3}{5}$ težine čitavog sidra.

Danforthovo sidro sastoji se od dva trokutasta nepomična kraka koja se zariju u mulj ili pijesak. Ovo sidro pokazalo se izrazito praktično te s prvi puta počelo upotrabljavati na malim ratnim brodovima, također se upotrebljava na jahtama i motornim čamcima. Sva sidra ispituju se prema propisima klasifikacijskih društava. Ispitivanje se sastoji od bacanja sidra na čeličnu ploču i naprezanju sidra na vlak.



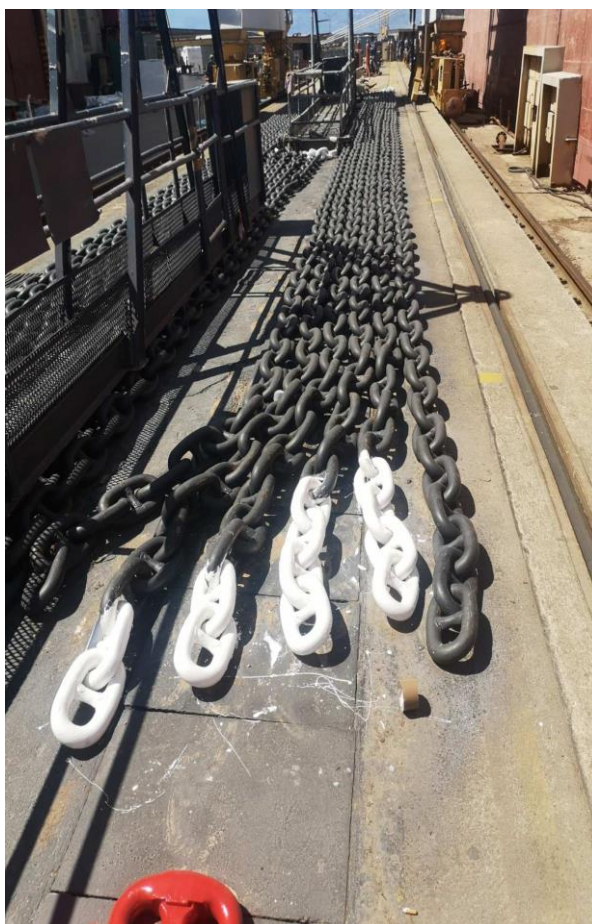
Slika 3.2.1 Danforthovo sidro



Slika 3.2.2 Hallovo sidro

4. SIDRENI LANCI

Sidreni lanci služe za obaranje i dizanje sidra te svojom težinom omogućuju i bolje držanje usidrenog broda; jednim su krajem spojeni za brod, a drugim za sidro. Svaki brod obično ima dva lanca, za desno i lijevo sidro. Izrađeni su od međusobno spojenih karika, uvučenih jedna u drugu. U prošlosti sidra su se obarala s konopom, no od početka 19. stoljeća se umjesto konopa upotrebljavaju sidreni lanci od kovanog željeza, danas kovanog čelika. Lanci se dobivaju u duljinama koje se nazivaju uze, a duljina jedne uze iznosi prosječno 25 metara, dok je za riječne brodove to duljina od 10 metara. Uze su pretežno izgrađene od karika čiji broj uvijek mora biti neparan. Nekada su se uze spajale škopcima, ali danas se isključivo koriste patentne karike kenter, koje se rastavljaju u dvije polovice ili tzv. polukarike. U sredini karike umetnuta je prečka, a kroz nju je i kroz obje polukarike provučen sigurnosni zatikač, da se karika ne otvori sama a utaknuti se zatikač osigurava protiv ispadanja nabijanjem olova.

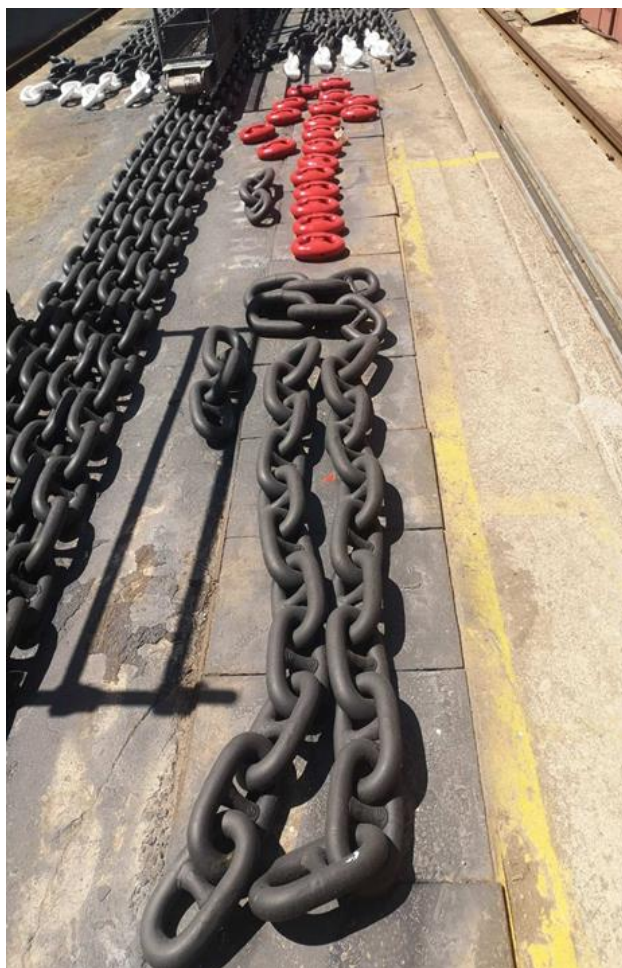


Slika 4.1 Sidreni lanci

Sidro je spojeno s lancem putem sidrenog škopca, nakon kojeg sljedi predgon pa zatim prva uza sve do zadnje, a na samom kraju je lanac na dnu lančanika spojen za očnjak koji se zove uglav. Isklizna kuka je umetnuta na dijelu lanca koji izlazi iz lančanika koja služi da se u slučaju potrebe cijeli lanac može ispustiti u more.

Predgon je onaj dio lanca koji se nalazi neposredno do sidra, otprilike u dužini od 5 metara od sidra, taj dio na usidrenom brodu podnosi najveće naprezanje. Važan dio predgona je vrtuljna karika ili vrtujak koji sprječava da prilikom promjenjivih vjetrova i struja koje uzrokuju stalno okretanje broda na sidru dođe do uvijanja lanca.

Lanci se prije izrade u tvornicama, strojevima za pokusno kidanje moraju ispitati na apsolutnu čvrstoću i apsolutno rastezanje željeza za izradbu lanaca. Apsolutna čvrstoća ne smije biti manja od 380 N/mm^2 , a rastezanje nesvarenih pokusnih štapova manje od 20%. Prije same predaje lanaca brodu na uporabu, moramo ih podvrgnuti se vrlo strogom ispitivanju u hidrauličkim prešama. Ovdje se na gotovim lancima pregledava spoljašnjost utvrđuje se jesu li pojedine karike, skobe i vrtulji ispravno dimenzionirani, zatim odgovaraju li oblici nacrtima, potom jesu li zavarena mjesta glatka i čista i jesu li skleповi dobro usađeni. Poslije možemo pristupiti ispitivanju čvrstoće na kidanje i istežanje. Čvrstoća na kidanje se ispituje na komadu lanca svake uze koji je sastavljen od 3 karike. Radi toga tvornica koja izrađuje lance dodaje svakoj uzi preko duljine od 25 metara još 4 karike. Pokus će se izvoditi dok ne dođe do loma odnosno pucanja. Kod postupka čvrstoće na istežanje lanac se napne snagom od 5% propisanog pokusnog opterećenja na istežanje. Nakon završetka postupka, kada je istežanje prestalo, promjena dužine ne smije biti veća od 0.5% prvotne dužine.



Slika 4.2 Sidreni lanci

Od sidra do uglava uze se označuju brojevima. Svaka je uza posebno označena bijelom bojom da bi se pri obaranju sidra znalo koliko je uza isteklo u more. Bijelom bojom se oboji onoliko prvih i posljednjih karika sa sklepom svake uze koliki je njezin tekući broj. Na krajnjoj obojenoj karici se oko sklepa veže komad mrlina ili bakrene žice s brojem čvorova ovisno o tekućem broju uze.

Sidreni lanac se slaže i pohranjuje u posebnom brodskom spremištu koje se naziva lančanik. On ulazi u lančanik kroz palubna ždrijela i cijevi vodilice koje su na donjem kraju proširene kako bi lanac mogao pri istjecanju slobodno ulaziti u njih. Cijevi lančanika čiji se otvori nalaze na palubi tijekom plovidbe moraju biti zatvoreni predviđenim metalnim poklopcima ili se cementiraju kako se lančanik ne bi punio morem tijekom nevremena. Kad se brod nalazi u remontu sidreni lanci se moraju pregledati te po potrebi očistiti od hrđe te propisno označiti kako je već navedeno. Kako je lanac često prilikom podizanja sa morskog dna onečišćen muljem uključuju se crpke za ispiranje lanca kako mulj ne bi napunio lančanik.

5. SIDRENA ŽDRIJELA

Sidreno ždrijelo je jaka čelična cijev (hawse pipe) koja na palubi završava oblim rubom u obliku prstena i sidrenim očima. Ždrijelo služi za vođenje sidrenog lanca i kao oslonište za lanac usidrenog broda.

Sidrena ždrijela se izvode iz jake konstrukcije. Položaj i nagib izvesti će im se na način da olakša uvlačenje i obaranje sidara, te da se izbjegnu oštećenja na trupu broda za vrijeme ovih operacija. Dijelovi po kojima struže lanac moraju se zaobliti na odgovarajući polumjer.

U ždrijelima se nalaze i otvori za dovod mora pod pritiskom, za ispiranje sidrenog lanca i sidra. Raspršivači vode u cijevi sidrenog ždrijela čiste lanac prilikom uvlačenja sidra. Ono mora biti dovoljno čvrsto i široko da se kroz njega mogu provući tri sidrena lanca. Svaki brod obično ima dva sidrena ždrijela, jedno na lijevoj i drugo na desnoj strani. Veliki brodovi imaju čak i treće ždrijelo za rezervno sidro.



Slika 5.1 Sidreno ždrijelo

Da bi usidreni brod bolje i mirnije ležao na sidru ždrijela se postavljaju što bliže pramčanoj statvi. Sidro se uvijek osigurava ždrijelnim zaporom kada se nalazi u ždrijelu. Tada se mogu ostali zapori otvoriti i lancima slobodno raditi. Ždrijelni zapor sprječava da se sidro slučajno obori radi nepažnje pri radu sa zaporima i vitlom. Kod ždrijelnih zapora razlikujemo dvije vrste: stezni i lančani, međutim stezni najviše upotrebljavaju zbog izrazite pouzdanosti.

Neki brodovi umjesto ždrijela imaju ležišta, a u njima sidra leže vodoravno, to su na primjer modreni ratni brodovi koji plove velikim brzinama i stvaraju visoke pramčane valove, a radi toga zapljuskuju sidra i ždrijela pa pružaju znatan otpor.



Slika 5.2 Sidreno ždrijelo na palubi

6. SIDRENA VITLA

Sidrena vitla služe za spuštanje i dizanje sidra. Sidreno vitlo može raditi na dvije vrste pogona, hidraulički ili električni pogon. Sidrena vitla dijelimo i po njihovoj konstrukciji na horizontalna i vertikalna. Sidreno vitlo se postavlja iznad lančanika, tako da lanac izravno s lančanika na vitlu pada u lančanik. Kako bi se ustanovila sila koju sidreno vitlo mora trajno savladati moramo prethodno odrediti duljinu lanca, određenu veličinu lanca te veličinu sidra. Kada se odrede ove glavne veličine mora se uzeti u obzir smanjenje težine lanca do kojega će doći zbog istisnute vode. Na osnovi toga može se odrediti sila na sidrenom vitlu. Pogonski stroj sidrenog vitla treba dimenzionirati tako da uvuče sidro i 90 metara lanca za 10 minuta, osim toga mora biti dimenzioniran tako da kroz 2 minute može dati silu koja će u lancu proizvesti silu naprezanja na vlak do 50 N/mm^2 , čemu odgovara moment koji je dvostruko veći zakretnom momentu osovine vitla. Ovaj zahtjev se postavlja radi mogućnosti čupanja sidra s dna



Slika 6.1 Sidreno vitlo

Brodograditelji ugrađuju vitla prema gabaritima broda, profilu i težini lanca i težini najvećeg sidra. Tip vitla određuje položaj osi oko koje se bubanj okreće, a ne smjer okretanja bubnja. Dakle, sidreni lanac ili konop vertikalnog vitla namata se paralelno s palubom, a horizontalnog okomito u odnosu na palubu. Horizontalno vitlo je pogodnije u odnosu na vertikalno vitlo, iako je vertikalno lakše za instalaciju na brodu. Barbotin gipsi je lančano kolo koje podiže lanac, tako izliven da ima

dva žljeba od kojih je jedan uži, koji prolaze vertikalne karike, i drugi širi i rebrast kojim prolaze horizontalne karike. Barbotini su dobili naziv po njegovom izumitelju francuskom kapetanu Barbotenu. Prije su se Barbotini radili od jačeg i čvršćeg materijala znali su ozbiljno oštetiti osovinu, no danas se osovine rade od cementiranog nehrđajućeg čelika, konusi od mesinga ili bronce, a barbotin iz bronce, tako da je osovina najtvrdi element.



Slika 6.2 Barbotin

Električno vitlo sastoji se od: elektromotora, reduktora, barbotina, kočnice barbotina, pandžaste spojke za isključivanje i uključivanje barbotina u sustav, bubnjeva te kočnice bubnjeva. Dok vitlo radi motor mu treba imati stalan jednoličan zvuk. Periodično zavijanje motora upućuje da barbotin nije na osi motora, negdje se stvara elipsasto okretanje i to zapinje. Za lakši rad vitla bitnu ulogu ima kvadratura kabela u odnosu na udaljenost baterije. Na tanjim kabelima otpor je veći, kabeli se griju i motor vitla ne dobije dovoljno struje

7. LANČANIK

Lančanik služi kao posebna vrsta spremišta lanaca izgrađena u strukturi broda. Palubna ždrijela i cijevi vodilice služe da kroz njih ulaze lanci u lančanik. Cijevi kojima se uvodi lanac u lančanike imaju na ulazu jako pojačane i zaobljene prirubnice. Lančanici su obično cilindričnog oblika, relativno manjeg promjera te visoki. Često su iznutra obloženi mekim drvom najčešće jelovinom u svrhu zaštite lima od trenja lanca. Za slijevanje vode na dnu imaju jelove podnice s otvorima jer lančanik uvijek mora biti suh. Ukoliko je potrebno u njih se ulazi uz pomoć provlaka. Kako si se lanac u svakom trenutku mogao ispustiti iz lančanika na dnu se nalazi uglav, jak očajnik za koji se uglavi kraj sidrenog lanca pomoću iskliznog uređaja. Isklizni uređaj sastoji se od komanda lanca koji je na donjem kraju pričvršćen skobom za uglav a na donjem kraju pomoću isklizne kuke za sidreni lanac. Gibljivo ukotvljenje kraja sidrenog lanca mora biti izvedeno tako da se lanac u slučaju potrebe može lako i brzo otkvačiti a da se ne ulazi u prostor lančanika; stoga se često nalazi na palubi koja čini pokrov lančanika. Ako se sidreno vitlo ne može smjestiti blizu sidrenog ždrijela, lanci se do ulaza u lančanik vode posebnim žlijebom.



Slika 7.1 Lančanik

8. SIDRENI ZAPORI

Lanac se zakoči na sidrenom vitlu ali time izaziva jako opterećenje, te se u svrhu smanjivanja opterećenja postavljaju sidreni zapori između sidrenog ždrijela i vitla kako bi preuzeli opterećenje. Da bi osigurali sidrene lanace između sidrenog ždrijela i ulaza u lančanicu služe utorni, isklizni i palubni zapor. Utorni zapor nalazi se odmah iza sidrenog ždrijela i sprječava da lanac pri uvitlavanju, zbog greške ponovo isteče u more. Ako se kroz njegov stremen provuče zatic, može poslužiti i kao glavni zapor na usidrenom brodu. Utorni zapor sastoji se od žlijebastog tijela u kojem leži željezni čep. Kada je čep dignut, lanac može slobodno istjecati, a kada je spušten, lanac ne može istjecati, ali se može uvlačiti. Od različitih vrsta zapora najčešće upotrebljavni su Wardillov i Brownov zapor. Wardillov zapor, spada u kategoriju zapora s vijkom. Sastoji se od kandža koje pomoću vijka čvrsto stežu lanac u ležaju. Polukružni okvir osigurava da lanac ne iskoči iz ležišta za vrijeme spuštanja sidra. Pričvršćen je na postolje. Između postolja i tijela zapora nalazi se drvena podloga da ublaži trzaje. Izrađuje se od čeličnog lijeva. Brownov zapor, spada u kategoriju zapora s kolom koji nešto suvremenije konstrukcije. Sastoji se od kola preko kojega ide lanac. Kolo smanjuje otpor trenja jer lanac pri spuštanju i uvitlavanju ne struže po tijelu zapora osim toga samim položajem kola i lanca smanjuje otpor trenja u ždrijelu i lanac se manje troši. Zatikačem se lanac osigura da ne padne u more. Sidro priteže kuka pomoću čelik-čela koje se provuče kroz jednu kariku lanca i zakvači na kuku. Maticom lanac se čvrsto pritegne.



Slika 8.1 Sidreni zapor

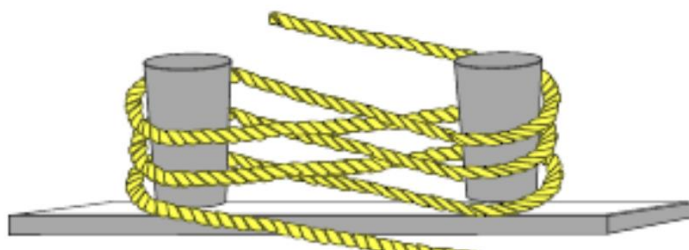
9. VEZ BRODA

Vež broda uz obalu može se vršiti uz pomoć konopa, čelik-čela te lanca. Vrlo često se upotrebljavaju i tzv. kombinirani konopi, koji su u jednom dijelu svoje dužine čelikčelo, a u drugom dijelu konopi (spring/ tegalj). Da bi konop bio valjan mora ispunjavati dva osnovna uvjeta, a to su čvrstoća i elastičnost. Od velike važnosti su vrste materijala od kojih se konop izrađuje.



Slika 9.1 Brod na vežu

Od materijala kojima se izrađuje konop koriste se vlakna sintetičkog podrijetla a to su nylon i polipropilen. Pritezna vitla koriste nam za privezivanje konopa. Nakon što se konop pritegne skida se vitla i nameće na bitve. Ukrižani voj na bitve vežu se na dvostruku bitvu nametanjem konopa na bitve u obliku osmice. Što više se osmica nametne na bitve to bolje drži.



Slika 9.2 Konop na bitvama

10. PRORAČUN OPREME ZA SIDRENJE BRODA PREMA HRVATSKOM REGISTRU BRODOVA

Lengt between perpendiculars.....	189.00 m
Breadth, moulded.....	32.24 m
Depth, moulded to upper deck.....	18.692 m
Design draught (extreme).....	11.017 m
Deadweight at draught 11.017 m.....	30 887 t
Scantling draught (extreme).....	12,518 m
Deadweight at draught 11.817m.....	35 071 t
Trail speed at 85% MCR at draught of 11.017.....	19.33 knots

Računanje opremnog broja

Prema HRB dio 3; 3.2.1, lit [3]; primjenjuje se formula za računanje opremnog broja:

$$E_n = \Delta^{\frac{2}{3}} + 2 * B * h + 0,1 * A$$

Δ – Istisnina broda, $\Delta = 48600 t$

B- Širina broda, B=32,24 m

h- Visina od ljetne vodne linije do gornjeg ruba opločenja palube, h=3859 mm

A - Površina izložena bočnom vjetru u granicama duljine broda L, računajući od ljetne vodne linija

$$A = \sum A_i$$

$$A_1 = 798.34 m^2$$

$$A_2 = 171.2 m^2$$

$$A_3 = 148.04 m^2$$

Zbroj svih površina izloženih bočnom vjetru: $A = 1117.58 \text{ m}^2$

$$E_n = 48600^{\frac{2}{3}} + 2 * 32.24 * 3.859 + 0.1 * 1117.58$$

$$E_n = 1692.34$$

Usvajamo: **Usvajamo E1 (1670 – 1790)**

Sidra bez prečke, pramčano sidro:

- Broj kormila: 3
- Masa sidra: 5250kg

Sidreni lanci s prečkom za pramčana sidra:

- Ukupna duljina: 577,5 m
- Promjer (obični čelik): 73 mm
- Promjer (specijalni čelik): 64 mm
- Promjer (ekstra specijalni čelik): 56 mm

Uže za tegalj:

- Duljina: 220 m
- Prekidna sila: 1024 kN
- Broj komada: 1

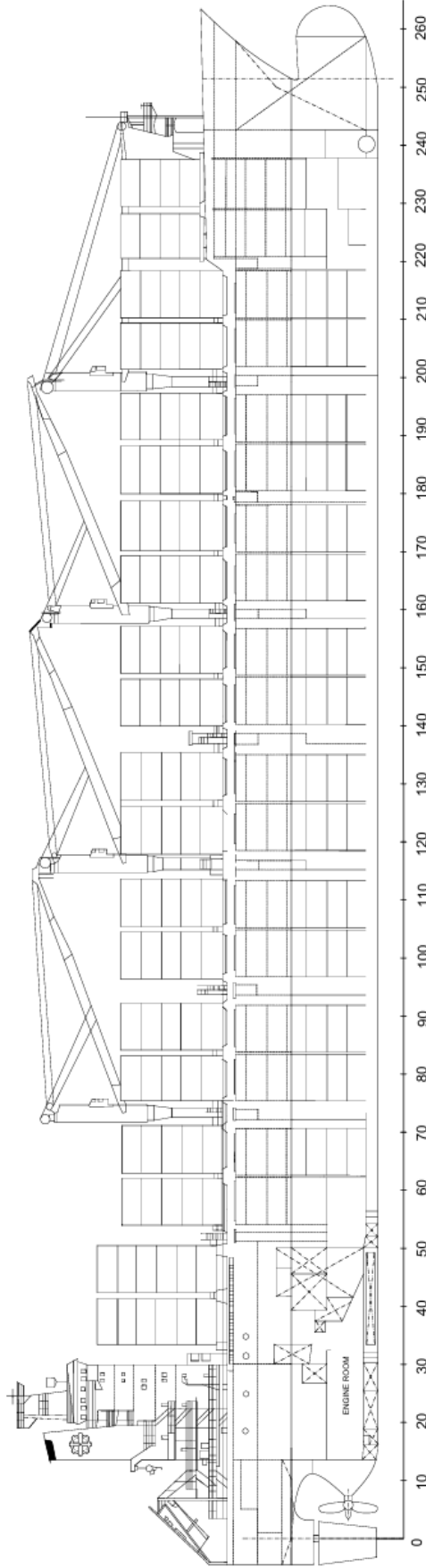
Užad za vez:

- Duljina svakog užeta: 190 m
- Prekidna sila: 353 Kn
- Broj komada: 5

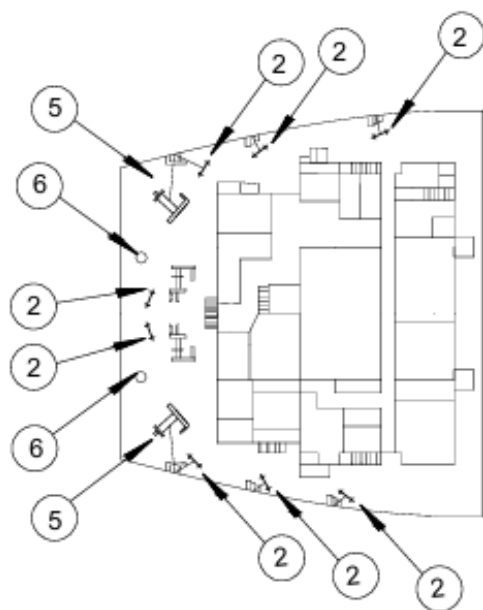
Oznaka opremnog broja	Oprema broj		Sidra bez prečke			Sidreni lanci s prečkom za pramčana sidra				Čelično uže ili lanac za strujno sidro		Uže za tegalj**/		Užad za vez		
	Prelazi	Ne prelazi	Pramčana sidra		Masa strujnog sidra	Ukupna duljina	Promjer			Duljina	Prekidna sila	Duljina	Prekidna sila	Broj kom.	Duljina svakog užeta	Prekidna sila
			Broj kom.	Masa sidra			Obič. čelik CRS-L1	Spec. čelik CRS-L2	Ekstr. specij. čelik CRS-L3							
				kg	kg	m	mm	mm	mm	m	kN	m	kN		m	kN
D4	1140	1220	3	3540	-	522,5	60	52	46	-	-	200	691	4	180	270
D5	1220	1300	3	3780	-	522,5	62	54	48	-	-	200	738	4	180	284
D6	1300	1390	3	4050	-	522,5	64	56	50	-	-	200	786	4	180	309
D7	1390	1480	3	4320	-	550	66	58	50	-	-	200	836	4	180	324
D8	1480	1570	3	4590	-	550	68	60	52	-	-	220	888	5	190	324
D9	1570	1670	3	4890	-	550	70	62	54	-	-	220	941	5	190	333
E1	1670	1790	3	5250	-	577,5	73	64	56	-	-	220	1024	5	190	353
E2	1790	1930	3	5610	-	577,5	76	66	58	-	-	220	1109	5	190	378
E3	1930	2080	3	6000	-	577,5	78	68	60	-	-	220	1168	5	190	402
E4	2080	2230	3	6450	-	605	81	70	62	-	-	240	1259	5	200	422
E5	2230	2380	3	6900	-	605	84	73	64	-	-	240	1356	5	200	451
E6	2380	2350	3	7350	-	605	87	76	66	-	-	240	1453	5	200	480
E7	2530	2700	3	7800	-	632,5	90	78	68	-	-	260	1471	6	200	480
E8	2700	2870	3	8300	-	632,5	92	81	70	-	-	260	1471	6	200	490
E9	2870	3040	3	8700	-	632,5	95	84	73	-	-	260	1471	6	200	500
F1	3040	3210	3	9300	-	660	97	84	76	-	-	280	1471	6	200	520
F2	3400	3400	3	9900	-	660	100	87	78	-	-	280	1471	6	200	554
F3	3600	3600	3	10500	-	660	102	90	78	-	-	280	1471	6	200	588
F4	3600	3800	3	11100	-	687,5	105	92	81	-	-	300	1471	6	200	618
F5	3800	4000	3	11700	-	687,5	107	95	84	-	-	300	1471	6	200	647
F6	4000	4200	3	12300	-	687,5	111	97	87	-	-	300	1471	7	200	647
F7	4200	4400	3	12900	-	715	114	100	87	-	-	300	1471	7	200	657
F8	4400	4600	3	13500	-	715	117	102	90	-	-	300	1471	7	200	667
F9	4600	4800	3	14100	-	715	120	105	92	-	-	300	1471	7	200	667
G1	4800	5000	3	14700	-	742,5	122	107	95	-	-	300	1471	7	200	686
G2	5000	5200	3	15400	-	742,5	124	111	97	-	-	300	1471	8	200	686
G3	5200	5500	3	16100	-	742,5	127	111	97	-	-	300	1471	8	200	696
G4	5500	5800	3	16900	-	742,5	130	114	100	-	-	300	1471	8	200	706
G5	5800	6100	3	17800	-	742,5	132	117	102	-	-	300	1471	9	200	706
G6	6100	6500	3	18800	-	742,5	-	120	107	-	-	300	1471	9	200	716
G7	6500	6900	3	20000	-	770	-	124	111	-	-	300	1471	9	200	726
G8	6900	7400	3	21500	-	770	-	127	114	-	-	300	1471	10	200	726
G9	7400	7900	3	23000	-	770	-	132	117	-	-	300	1471	11	200	726
H1	7900	8400	3	24500	-	770	-	137	122	-	-	300	1471	11	200	736
H2	8400	8900	3	26000	-	770	-	142	127	-	-	300	1471	12	200	736
H3	8900	9400	3	27500	-	770	-	147	132	-	-	300	1471	13	200	736
H4	9400	10000	3	29000	-	770	-	152	132	-	-	300	1471	14	200	736
H5	10000	10700	3	31000	-	770	-	-	137	-	-	300	1471	15	200	736
H6	10700	11500	3	33000	-	770	-	-	142	-	-	300	1471	16	200	736
H7	11500	12400	3	35500	-	770	-	-	147	-	-	300	1471	17	200	736
H8	12400	13400	3	38500	-	770	-	-	152	-	-	300	1471	18	200	736
H9	13400	14600	3	42000	-	770	-	-	157	-	-	300	1471	19	200	736
I1	14600	16000	3	46000	-	770	-	-	162	-	-	300	1471	21	200	736

Tablica 10.1 Oprema za sidrenje vez i tegalj (Hrvatski registar brodova)

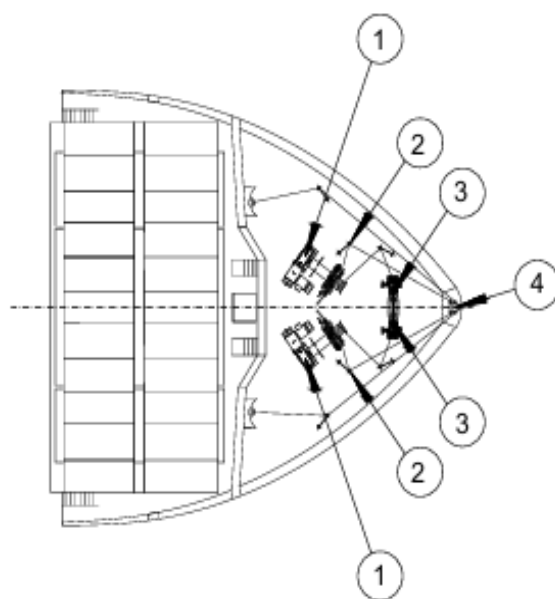
OPĆI PLAN



Scale: 1:500	Tehnicki fakultet Rijeka	
Format: CAD	Dokumentacija	
Date: 30.8.2024	ANCHORING AND MOORING ARRANGEMENT	
Author: Matić	Client: Nastavna Mladost	Checked by:
Version: 1.0		



1	lančanic
2	štoper lanaca
3	bitva
4	sidreno villo
5	pritezno villo
6	kolotur
Broj	Naziv
Scale:	1:500
Format:	CAD
Date:	30.8.2024
Tehnički fakultet Rijeka	
Drawing name:	
ANCHORING AND MOORING ARRANGEMENT	
Metric	Drawn by: Nastasja Milošević
Štampa:	3/3



1	lančanik
2	štoper lanaca
3	bitva
4	sidreno villo
Scale:	1:500
Form:	CAD
Date:	30.8.2024
Tehnički fakultet Rijeka	
Drawing name: ANCHORING AND MOORING ARRANGEMENT	
Metric	
Sheet:	2/3
Drawn by:	Nastazja Milošević
Checked by:	

10.1 Ispitivanje sidara

Svako lijevano i zavareno sidro, i njegove elemente, treba ispitati bacanjem na čeličnu ploču debljine najmanje 100 mm. Visine s kojih se sidro baca navedene su u sljedećoj tablici prema Hrvatskom Registru brodova.

Masa sidra [kg]	Visina bacanja (mjeri se od ploče do donjeg brida sidra, uključujući i njegove elemente [m])
do 750	4,5
od 750 do 1500	4,0
od 1500 do 5000	3,5
preko 5000	3,0

10.1.1 Tablica visine bacanja ovisno o masi sidra

- Masa sidra: 5250kg

-Iz tablice usvajamo za sidra premo 5000 kg.

Svaki lijevani škopac sidra treba posebno ispitati preko posebnog svornjaka, s pokusnim opterećenjem ne manjim od iznosa dobivenog po izrazu:

$$F_2 = 2F_1, \quad F_2 = 2 * 667 = 1334 \text{ kN}$$

gdje je:

F_2 - pokusno opterećenje za škopac

F_1 - pokusno opterećenje za sidro očitano iz tablice (Hrvatski registar brodova)

Svako sidro, bez obzira na način izradbe, treba podvrgnuti vlačnom ispitivanju, na posebnom uređaju za vlačno ispitivanje lanaca, ili pokusnim teretom obješenim na krakove sidra.

Masa sidra [kg]	Pokusno opterećenje [kN]	Masa sidra [kg]	Pokusno opterećenje [kN]	Masa sidra [kg]	Pokusno opterećenje [kN]	Masa sidra [kg]	Pokusno opterećenje [kN]
50	23	1250	239	5000	661	12500	1130
55	25	1300	247	5100	669	13000	1160
60	27	1350	255	5200	667	13500	1180
65	29	1400	262	5300	685	14000	1210
70	31	1450	270	5400	691	14500	1230
75	32	1500	278	5500	699	15000	1260
80	34	1600	292	5600	706	15500	1270
90	36	1700	307	5700	713	16000	1300
100	39	1800	321	5800	721	16500	1330
120	44	1900	335	5900	728	17000	1360
140	49	2000	349	6000	735	17500	1390
160	53	2100	362	6100	740	18000	1410
180	57	2200	376	6200	747	18500	1440
200	61	2300	388	6300	754	19000	1470
225	66	2400	401	6400	760	19500	1490
250	70	2500	414	6500	767	20000	1520
275	75	2600	427	6600	773	21000	1570
300	80	2700	438	6700	779	22000	1620
325	84	2800	450	6800	786	23000	1670
350	89	2900	462	6900	794	24000	1720
375	93	3000	474	7000	804	25000	1770
400	98	3100	484	7200	818	26000	1800
425	103	3200	495	7400	832	27000	1850
450	107	3300	506	7600	845	28000	1900
475	112	3400	517	7800	861	29000	1940
500	116	3500	528	8000	877	30000	1990
550	125	3600	537	8200	892	31000	2030
600	132	3700	547	8400	908	32000	2070
650	140	3800	557	8600	922	34000	2160
700	149	3900	567	8800	936	36000	2250
750	158	4000	577	9000	949	38000	2330
800	166	4100	586	9200	961	40000	2410
850	175	4200	595	9400	975	42000	2490
900	182	4300	604	9600	987	44000	2570
950	191	4400	613	9800	998	46000	2650
1000	199	4500	622	10000	1010	48000	2730
1050	208	4600	631	10500	1040		
1100	216	4700	638	11000	1070		
1150	224	4800	645	11500	1090		
1200	231	4900	653	12000	1110		

Tablica 10.1.2 Tablica pokusnih opterećenja (Hrvatski registar brodova)

10.2 Oprema za vez

Užad za vez mogu biti čelična, od prirodnog ili sintetičkog vlakna. Korištenje čelične užadi na brodovima koji prevoze zapaljive tekućine s plamištem 60°C i manje, dopušta se jedino na palubama nadgrađa koje nisu ujedno i gornji dio tanka, i to ako preko njih ne prolaze cjevovodi tereta.

Čelična užad moraju biti elastična a ovisno o prekidnoj sili, sastav mora biti u skladu s tablicom

Prekidna sila (BL), [kN]	Sastav užeta
$BL \leq 216$	72 žice u 6 strukova sa 7 vlaknastih jezgri
$216 < BL \leq 490$	144 žice u 6 strukova sa 7 vlaknastih jezgri
$BL > 490$	216 žica u 6 strukova sa 1 vlaknastom jezgrom

10.2.1 Tablica prekidnih sila za čeličnu užad (Hrvatski registar brodova)

Čelična užad predviđena za smještaj na bubnju priteznog vitla mogu umjesto jezgre od prirodnih vlakana imati čeličnu jezgru.

Užad od prirodnih vlakana mogu biti od manile i sisala. Na brodovima s opremnim brojem do, uključivo, 205 dopušta se primjena kudjeljnih vlakana. Na brodovima s opremnim brojem većim od 205 o primjeni kudjeljnih vlakana u svakom pojedinom slučaju posebno razmatra i odlučuje Registar.

Užad od sintetičkih vlakana mogu sadržati kapron, najlon, polipropilen i druge odobrene sintetičke materijale, a mogu biti sastavljena i od više različitih materijala, uz posebno odobrenje *Registra*.

11. ZAKLJUČAK

U ovom završnom radu detaljno su opisani djelovi sidrenog uređaja te njihova svrha, također je navedana sama povijest nastanka sidra od prve pojave u Egiptu do najnovijih i suvremenijih sidara koji se i danas koriste.

Oprema za sidrenje broda sastoji se od sidara, sidrenih lanaca, privezne užadi, bitava, zavijača, sidrenih i pritezni vitala. Svrstava se pod opremu trupa broda te podliježe nadzoru klasifikacijskog društva te se za svu navedenu opremu i pripadajuće dijelove mora dostaviti na odobrenje sastavni nacrt; proračuni (na uvid), nacрте dijelova i elemenata, ako se ne izrađuju prema odobrenim normama ili tehničkim uvjetima. Sidrenje broda jest operacija kojom se brod privezuje na morsko dno. Suvremeni sidreni uređaji predstavljaju nezamjenjiv dio sigurnosne opreme broda.

Od najzastupljenijih sidara izdvajaju se Hallovo, Danforthovo te Admiralitetska sidra. Broj sidara ovisi o veličini broda. Dije se na pramčana, rezervna, krmena, sidarica i sidra za čamce. Najvažnija svrha sidra jest da se ukopa u morsko dno i održava brod na jednom mjestu. Izbor opreme za sidrenje vrši se po Hrvatskom registru brodova.

Zaključak sljedećeg završnog rada jest da su sidro i sidreni uređaji sastavni dio obavezne brodske opreme bez kojega brod ne može isploviti, također bi brod imao ograničene sposobnosti bez adekvantne opreme za sidrenje. Oprema za sidrenje zahtjeva potrebno znanje kako bi se pravilno koristila.

LITERATURA

- [1] Rikard Podhorsky, Ante Sentić i dr., „Tehnička Enciklopedija“, Jugoslavenski leksikografski zavod, Zagreb, 1966.
- [2] Miroslav Krleža, Vladislav Brajković, Petar Mardešić i dr., „Pomorska Enciklopedija“, Jugoslavenski leksikografski zavod, Zagreb, 1972.
- [3] Neven Hadžić, „Tehnologija brodogradnje III“, Fakultet strojarstva i brodogradnje Zagreb, Zagreb, 2020.
- [4] Ahlinder, K., „Development of a Foldable Boat Anchor“, KTH Industrial Engineering and Management, Stockholm, 2008.
- [5] Alexandridis, C., „Ships and Anchors“, The Merchant Marine Academy of Macedonia, Michaniona, 2017.
- [6] Tin Matulja, „Oprema broda“ – prezentacija sa kolegija, Tehnički fakultet Rijeka, Rijeka
- [7] Hrvatski registar brodova

Web izvori:

- [8] <https://en.wikipedia.org/>
- [9] <https://www.marineinsight.com>
- [10] <https://marjan.hr/2015/01/13/vrste-sidra/>
- [11] <https://www.vulkan-nova.hr/hr/proizvodi/sidreno-pritezna-vitla/>
- [12] <https://grosinox.co.rs/>

POPIS SLIKA

Slika 2.1 Prva sidra.....	2
Slika 3.1 Smještaj opreme za sidrenje na brodu.....	3
Slika 3.1.1. Admiralitetsko sidro.....	5
Slika 3.2.1 Danforthovo sidro.....	6
Slika 3.2.2 Hallovo sidro.....	6
Slika 4.1 Sidreni lanci.....	7
Slika 4.2 Sidreni lanci.....	9
Slika 5.1 Sidreno ždrijelo.....	10
Slika 5.2 Sidreno ždrijelo na palubi.....	11
Slika 6.1 Sidreno vitlo.....	12
Slika 6.2 Brabotin.....	13
Slika 7.1 Lančanik.....	14
Slika 8.1 Sidreni zapor.....	15
Slika 9.1 Brod na vezu.....	16
Slika 9.2 Konop na bitvama.....	16
Tablica 10.1 Oprema za sidrenje vez i tegalj (Hrvatski registar brodova)	19
Tablica 10.1.1 Tablica visine bacanja sidra ovisno o masi sidra.....	22
Tablica 10.1.2. Tablica pokusnih opterećenja (Hrvatski registar brodova)	23
Tablica 10.2. Tablica prekidnih sila za čeličnu užad (Hrvatski registar brodova)	24

SAŽETAK

Sidro je naprava izrađena najčešće od metala koja služi da bi plovni objekt ostao na jednom mjestu. Vezano je za brod željeznim lancem ili užetom. Prva sidra razvila su se zajedno sa prvim brodovima u Egiptu. Sidrenje se vrši sidrenim uređajem koje se sastoji od tri osnovna elementa: sidra, lanca i sidrenog vitla. Brodovi mogu imati dva ili više sidara. Brodu nije dopušteno isplovljavanje iz luke bez jednog sidra. Broj sidara ovisi o veličini broda. Dije se na pramčana, rezervna, krmena, sidarica i sidra za čamce. Najzastupljenija sidra jesu Hallovo, Admiraltetsko i Danforthovo. Sidreni lanci se sastoje od niza karika uvučenih jedna u drugu a služe za spuštanje i dizanje sidra te se izrađuju od kovanog čelika. Sidreno ždrijelo je cijev kojom lanac prolazi do palube kaštela. Kad je brod usidren, lanac se može zakočiti na sidrenom vitlu. Sidrena vitla služe za spuštanje i dizanje sidra. Sidreno vitlo može raditi na dvije vrste pogona, hidraulički ili električni pogon. Lančanik služi kao posebna vrsta spremišta lanaca izgrađena u strukturi broda.

Ključne riječi: sidro, sidreni lanac, lančanik, sidreni zapori, sidrena vitla

ABSTRACT

An anchor is a device usually made of metal that serves to keep a vessel in one place. It is tied to the ship with an iron chain or rope. The first anchors developed together with the first ships in Egypt. Anchoring is done with an anchor device that consists of three basic elements: anchor, chain and anchor winch. Ships can have two or more anchors. The ship is not allowed to leave the port without one anchor. The number of anchors depends on the size of the ship. They are divided into bow, reserve, stern, anchor and boat anchors. The most represented anchors are Hall's, Admiralty's and Danforth's. Anchor chains consist of a series of links inserted into each other and are used for lowering and raising the anchor and are made of forged steel. The anchor throat is the pipe through which the chain passes to the deck of the castle. When the ship is anchored, the chain can be braked on the anchor windlass. Anchor winches are used for lowering and raising the anchor. The anchor windlass can work on two types of drive, hydraulic or electric drive. The chain rack serves as a special type of chain storage built into the ship's structure.

Key words: anchor, anchor chain, sprocket, anchor locks and anchor winches.