

# Palubni strojevi

---

Šušak, Hrvoje

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:505874>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-13**



**Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet**  
University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies - FMSRI Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
POMORSKI FAKULTET**

**HRVOJE ŠUŠAK**

**PALUBNI STROJEVI**

**ZAVRŠNI RAD**

Rijeka, 2021. godina

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
POMORSKI FAKULTET**

**HRVOJE ŠUŠAK**

**PALUBNI STROJEVI  
DECK MACHINERY**

**ZAVRŠNI RAD**

Kolegij: Brodski pomoćni strojevi i uređaji

Mentor: Dr.sc. Dragan Martinović

Student: Hrvoje Šušak

Studijski smjer: Brodostrojarstvo

JMBAG: 0112076053

Rijeka, rujan 2021.

SVEUČILIŠTE U RIJECI  
POMORSKI FAKULTET  
51000 Rijeka, Studentska 2

Student/studentica: Hrvoje Šušak

Studijski program: Brodostrojarski

JMBAG: 0112076053

IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI ZAVRŠNOG RADA

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom

Palubni strojevi

(naslov završnog rada)

izradio/la samostalno pod mentorstvom

prof. dr. sc. Dragana Martinčića

(prof. dr. sc. / izv. prof. dr. sc. / doc dr. sc. Ime i Prezime)

te komentorstvom \_\_\_\_\_ /

stručnjaka/stručnjakinje iz tvrtke \_\_\_\_\_ /

(naziv tvrtke).

U radu sam primijenio/la metodologiju izrade stručnog/znanstvenog rada i koristio/la literaturu koja je navedena na kraju završnog rada. Tude spoznaje, stavove, zaključke, teorije i zakonitosti koje sam izravno ili parafrizirajući naveo/la u završnom radu na uobičajen, standardan način citirao/la sam i povezao/la s fusnotama i korištenim bibliografskim jedinicama, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Rad je pisan u duhu hrvatskoga jezika.

Suglasan/na sam s trajnom pohranom završnog rada u cjelovitom tekstu u mrežnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci te Nacionalnom repozitoriju Nacionalne i sveučilišne knjižnice.

Za navedeni rad dozvoljavam sljedeće pravo i razinu pristupa mrežnog objavljivanja:  
(zaokružiti jedan ponuđeni odgovor)

- a) rad u otvorenom pristupu
- b) pristup svim korisnicima sustava znanosti i visokog obrazovanja RH
- c) pristup korisnicima matične ustanove
- d) rad nije dostupan

Student/studentica

H. Šušak

(potpis)

Ime i prezime studenta/studentice

## **SAŽETAK**

U ovom radu provedena je analiza i istraživanje o palubnim strojevima, što uključuje njihovu strukturu, namjenu i pogon. Palubni strojevi su prikazani grafički sa svim svojim elementima i preko matematičkih formula zbog proračunskih vrijednosti samih strojeva. Također je objašnjen način rada i opisana je vrsta pogona koju koriste pojedine vrste strojeva.

Analizom prikupljenih podataka dobio se uvid od kojih se uređaja sastoje palubni strojevi i koja je njihova svrha u samoj plovidbi i pomorskom prometu. Rezultat rada je prikazao koje sve pogone, dijelove, sustave i načine rada sadržavaju palubni strojevi i zašto su oni bitan dio pomoćnih brodskih strojeva.

Ključne riječi: teretno vitlo, sidreno vitlo, pritezno vitlo, elektromotorni pogon

## **SUMMARY**

This paper presents an analysis and research on deck machines which includes their structure, purpose and propulsion. Deck machines are shown graphically with all their elements and through mathematical formulas due to the design values of the machines themselves. The mode of operation is also explained and the type of propulsion used by each type of machine is described.

The analysis of the collected data gave an insight into which devices deck machines consist of and what is their purpose in navigation and maritime traffic. The result of the work showed all propulsions, parts, systems and modes of operation that are contained in deck engines and why they are an essential part of marine auxiliary engines.

Keywords: cargo winch, anchor winch, clamping winch, electric propulsion

# SADRŽAJ

<b>1.UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2.TERETNO VITLO: .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1 DIMENZIONIRANJE TERETNOG VITLA: .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2 POGON TERETNOG VITLA: .....</b>	<b>6</b>
<b>2.3 ELEKTROMOTORNI POGON STROJEVA ZA TERET: .....</b>	<b>6</b>
<b>2.4 WARD-LEONARDOV SPOJ: .....</b>	<b>7</b>
<b>2.5 SASTAVNI DIJELOVI ELEKTRIČNOG TERETNOG VITLA: ....</b>	<b>8</b>
<b>2.6 HIDRAULIČKI POGON TERETNOG VITLA: .....</b>	<b>10</b>
<b>3.PRITEZNO VITLO: .....</b>	<b>14</b>
<b>3.1 ELEKTROMOTORNI POGON PRITEZNIH VITALA: .....</b>	<b>15</b>
<b>4.SIDRENO VITLO .....</b>	<b>17</b>
<b>4.1 POGON SIDRENOG VITLA:.....</b>	<b>18</b>
<b>4.2 ELEKTROMOTORNI POGON SIDRENOG VITLA:.....</b>	<b>19</b>
<b>4.3 ŠTOPERI:.....</b>	<b>22</b>
<b>5.DIZALICA U STROJARNICI: .....</b>	<b>23</b>
<b>6.PALUBNE DIZALICE: .....</b>	<b>25</b>
<b>7.DIZALICE BRODICA ZA SPAŠAVANJE:.....</b>	<b>29</b>
<b>8.ZAKLJUČAK .....</b>	<b>32</b>
<b>LITERATURA.....</b>	<b>33</b>
<b>POPIS SLIKA .....</b>	<b>34</b>
<b>POPIS TABLICA .....</b>	<b>34</b>

## 1.UVOD

Palubni strojevi je pojam koji se upotrebljava za strojeve koji služe za transport bilo čvrstog ili tekućeg tereta koje brod prevozi ili plinova koje na brodu treba premještati. Zbog toga većinu palubnih strojeva čine razna vitla i dizalice koji su smješteni na palubi broda. Broj, veličina i vrsta palubnih strojeva ovisi o veličini, namjeni i brzini broda.

U modernije vrijeme grade se specijalizirani brodovi kako bi se logistički putevi i sustavi ili način premještanja tereta racionalizirali najprikladnijom tehnologijom. Prilikom uvođenja u promet sve više složenijih brodova različite namjene, palubna oprema broda i palubni strojevi doživljavaju bitne promjene što se tiče tehničkih rješenja i sadržaja. U težnji za većom sigurnosti i učinkovitosti broda promjene su vidljive i prema načina poriva, upravljanja i nadzora.

Također teretni brodovi na palubi imaju pomoćne strojeve koji služe za rukovanje teretom,pritezanje pri manovri ili vezu te sidrenju nazivaju se vitla. Ovisno o vrsti broda i njegovoj namjeni,postoje uz osnovne vrste strojeva i specijalni strojevi koji odgovaraju namjeni broda kao što su ribarski,putnički brodovi,tegljači i sl.

Na brodovima se stavljaju okretljive dizalice s krakom koje se koriste za ukrcaj, iskrcaj ili prekrcaj tereta na brodu ili u lukama, a sama dizalica se može poprečno pomicati po širina broda.

Vitla mogu biti ovisno o vrsti i namjeni broda:

- 1) Vitla za upravljanje teretom-teretna vitla
- 2) Vitla za pritezanje broda pri manovri i vezu-pritezna vitla
- 3) Vitla za spuštanje i dizanje sidra-sidrena vitla
- 4) Vitla za tegljenje-specijalna vitla posebne namjene
- 5) Vitla za dizanje i prijenos tereta-brodske okretne dizalice
- 6) Dizalice za strojarnicu
- 7) Uređaji za dizanje brodica za spašavanje

## 2.TERETNO VITLO:

Teretno vitlo se postavlja na palubi na prikladno mjesto u blizini grotla. Teretnim vitlom se podiže/spušta, pomiče teret uz pomoć samarica i koloturnika, te preko užeta namotanog na bubnju. Teretno vitlo može obavljati i pritezanje broda preko pomoćnog bubnja koji je se nalazi u produžetku vratila glavnog bubnja, a koristi se još za mijenjanje nagiba samarice. Radi lakše ugradnje na brodu brodska vitla su manjih dimenzija, te su brža i praktičnija od onih na kopnu. Brodska vitla moraju biti prilagođena na različite načine za rukovanje teretom, a najjednostavniji slučaj rukovanja teretom je sustavom samarice i vitla. [1]

Osnovni zadaci teretnog vitla:

- 1) Podizanje tereta pojedinom brzinom
- 2) Držanje tereta na pojedinoj visini i sprječiti neželjeno spuštanje tereta
- 3) Spuštanje tereta pod nadzorom
- 4) Preuzimanje slobodnog užeta u trenutku rasterećenja od tereta, a da pritom ne dođe do pretjeranog opterećenja
- 5) Omogućiti lagano spuštanje tereta na podloge, ubrzanje i usporenje udovoljavajući zahtjevima
- 6) Sigurnosno zaustavljanje pri preopterećenju i ponovno upućivanje nakon prestanka opterećenja
- 7) Pogodno ubrzavanje i usporavanje

Za električno pogonjena vitla postavljaju se dodatni zahtjevi:

- 1) Sprječavanje spuštanja tereta brzinom koja može oštetiti elektromotor
- 2) Pri naglom spuštanju tereta potrebno je prekinuti dovod električne energije
- 3) Sprječavanje ponovnog upućivanja dok se uputnik ne postavi u položaj za upućivanje/stavljanje u rad



## 2.1 DIMENZIONIRANJE TERETNOG VITLA:

Dimenzioniranje teretnog vitla:

Sila  $F$  kojom se podiže teret ( $Q$ ) mase  $m$  ovisi o koloturnicima tj. stupnju djelovanja svakog od njih i gipkosti užeta.

$$F = Q \cdot \frac{1}{\eta^2} \text{ (N)}$$

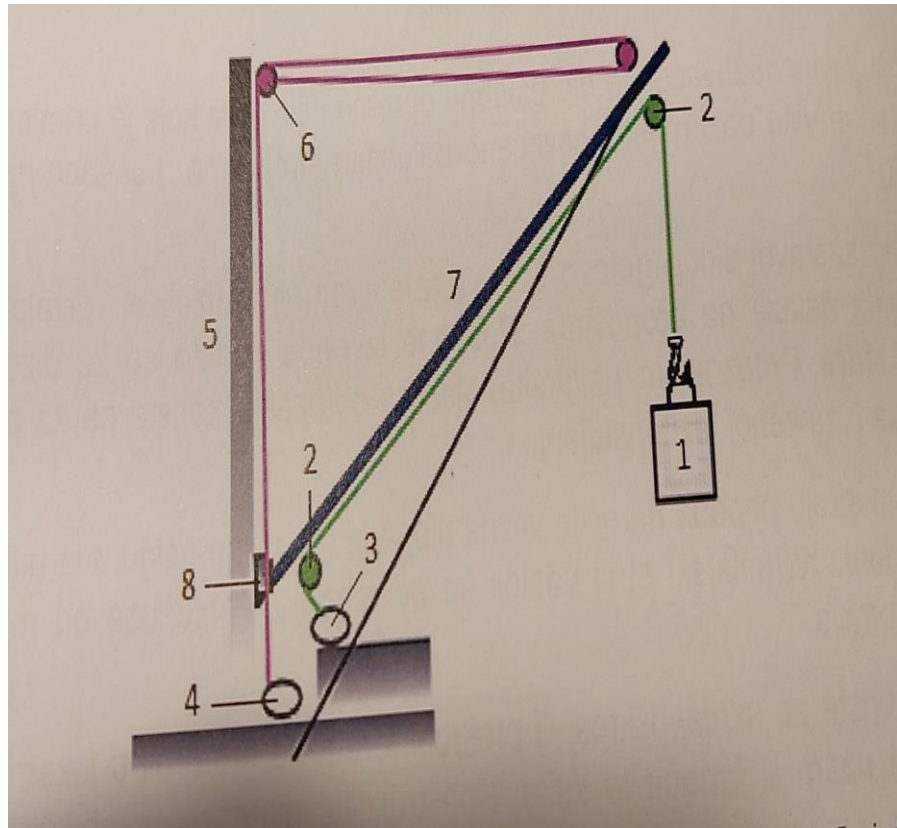
$$\eta = 0,9 \text{ do } 0,96$$

Slika 1 prikazuje proces manipuliranja teretom upotrebljavajući teretno vitlo i samaricu. Teret (1) obješen je na kuki preko koloturnika (2) na vrhu samarice, a na donjoj strani samarice nalazi se drugi koloturnik uz pomoć kojeg se uže vodi na bubanj za namatanje vitla (3). Vrsta ležaja i užeta određuju kakav će biti stupanj djelovanja koloturnika, a kreće se od 0,9 do 0,96. Sila ( $S$ ) zavisi o teretu i težini samarice. Uzima se polovica težine samarice jer u ovakvoj izvedbi postoji dio koji se zove hajmica (8). Hajmica je ležište samarice koja nosi tu drugu polovicu. Dužina užeta u izvedbi vitla i samarice ovisi o duljini samarice, broju kolotura, dubini i udaljenosti do kojeg kuka za teret mora dosegnuti u skladištu broda. U slučaju kada je uže najviše odmotano s bubnja prijeto opasnost od smanjenja sile kojom je uže na bubnju učvršćeno, te se to sprječava namatanjem najmanje dva navoja. Na kraju vratila bubnja nalazi se bubanj s uzdignutim rubovima. Zadatak pomoćnog bubanja je namatanje užeta koje vuče klobučnica pri čemu se želi izmijeniti nagib samarice i služi za pritezanje broda obali. Uže koji se radi na pomoćnom bubnju obično je od konoplje. U pravcu vrtnje pomoćnog bubnja gura se vučnom silom ( $R$ ), a drugom stranom užeta dobije se sila ( $S$ ). Vučna sila zavisi o kutu ( $\alpha$ ) omatanja užeta koja je prikazana u radijanima i trenju ( $\mu$ ) užeta o pomoćni bubanj. [1]

Takva se sila može iskazati formulom:

$$S = R \cdot e^{\mu \cdot \alpha}$$

Za  $\mu = 0.25$  i za određeni broj umatanja dobije se vrijednost veličine  $e^{\mu \cdot \alpha}$  prema tablici 1



Slika 1-Prikaz podizanja tereta vitlom i samaricom

Za učinkovit i efikasan ukrcaj/iskrcaj tereta samaricama postoje i pomoćna vitla. Pomoćnim vitlima mijenja se kut nagiba i samarica se postavlja u bočni položaj. Zupčanci koji se nalaze na vitlima ugrađuju se za povećanje sile na bubnju ( $F$ ) i mogu se postavljati jedan ili više pari zupčanika, što ovisi o pogonskom stroju. Zupčanci se nalaze u zatvorenom kućištu i spajaju pogonski stroj s bubnjem vitla zbog čega se postiže bešumni rad. [1]

Stvarna sila  $F$  je umanjena za stupanj djelovanja prijenosa zbog pokrivanja gubitka u ležajevima stoga pogonski stroj mora imati veću snagu od potrebnog za podizanje tereta. Promjer užeta ovisi o sili  $F$  kojem je užo izloženo pri radu i odabire se iz tablice.

Učin o bubnju iskazuje se sljedećim izrazom:

$$P_b = F \cdot \frac{v}{60} \cdot \frac{1}{1000} \text{ (kW)}$$

F-sila na bubnju u N

v-obodna brzina bubnja u m/min

Snaga pogonskog strija jednaka je:

$$P_s = \frac{P_b}{n_v} = \frac{F \cdot v}{60 \cdot 1000 \cdot n_v} \text{ (KW)}$$

Nv-stupanj djelovanja para zupčanika u zupčanom prijenosu brodskih vitala i on iznosi:

-za neobrađene zupce 0,85 do 0,90

-za frezane zupce 0,90 do 0,94

-za brušene zupce 0,94 do 0,96

- za pružni prijenos 0,5 do 0,9

Za 1 zupčani prijenos 0,85 0,93

-za 2 zupčana prijenosa 0,45 do 0,80

Broj omatanja	1	2	3	4
$\alpha$	$2\pi$	$4\pi$	$6\pi$	$8\pi$
$e^{\mu \cdot \alpha}$	4.8	23	111	535

*Tablica 1-Prikaz vrijednosti broja omatanja*

## **2.2 POGON TERETNOG VITLA:**

Teretno vitlo može se pokrenuti ručnom snagom, parnim stapnim strojem, motorom s unutarnjim izgaranjem, elektromotorom i hidrauličnim motorom. Električno pogonjena vitla se najviše upotrebljavaju na brodovima. Pri korištenju ostalih palubnih strojeva primjenjuje se elektrohidraulična vitla. Parna vitla se samo rijetko koriste na tankerima radi sigurnosti. Elektromotorni pogon vitla istosmjerne struje prikladan je zato što brzina vrtnje ovisi o električnoj struji, a struja se regulira otporima u širokim granicama.

Pri pogonu izmjeničnom strujom, kod novih brodova, struja se pretvara u istosmjernu uz pomoć pretvarača koji radi u Ward-Leonardovu spoju gdje se brzina vrtnje regulira upravljačkom sklopkom kad dolazi do prilagodbe uzbudne struje polja generatora motora.

## **2.3 ELEKTROMOTORNI POGON STROJEVA ZA TERET:**

Brodaska teretna vitla mogu koristiti izmjenične ili istosmjerne motore koji imaju zadatak omogućiti vrtnju bubnja za užu u oba smjera tj. vitla u izvedbi moraju biti prekretna. Također takvi motori moraju osigurati maksimalno dozvoljena ubrzanja podizanja i spuštanja tereta uz dodatne procese zaleta, prekretanja, kočnja i moraju osigurati veliki broj ponavljanja tih procesa. [2]

Pogon teretnog vitla u istosmjernim sustavima najviše se rabe serijski istosmjerni motori, a tek onda kompaudni. To možemo pokazati primerom spuštanja tereta gdje istosmjerni motor vitla funkcionira kao generator, odnosno električnu struju vraća u mrežu ili poništava u otpornicima. Kompaudni motori koji imaju odgovarajuću varijantu spojeva serijskih i paralelnih otpora ostvaruju kvalitetne radne karakteristike, te se obično na kraju zaleta motor razvije odgovarajuću brzinu dizanja tereta.<sup>1</sup> [2]

---

<sup>1</sup>Brzina spuštanja tereta obično je 2 do 2,5 puta veća od one pri dizanju tereta, a prazne kuke za teret 3 do 3,5 puta veća. Za sve te operacije potezni moment mora biti 2 do 2,5 puta veći od nazivnog.

Kod izmjeničnih sustava za pogon teretnog vitla u najviše slučajeva primjenjuju se trofazni kavezni motori koji imaju polnopreklopivu višebrzinsku izvedbu i snagu motora do 100 kW. Ovakvi motori se koriste jer se dokazalo da u većem broju izvedbi nije potrebna fina regulacija brzine bubnja teretnog vitla nego su za željenje radne operacije dovoljna 2 ili 3 stupnja brzine. Karakteristike ovakvih motora su jednostavnost, robusnost i kratki vremenski zalet zbog kojih može postići jednake radne karakteristike koje se primjenjuju i na istosmjernim pogonskim motorima. Takvi motori su zaštićeni od preopterećenja termoelementima u glavama statorskih namotaja. [2]

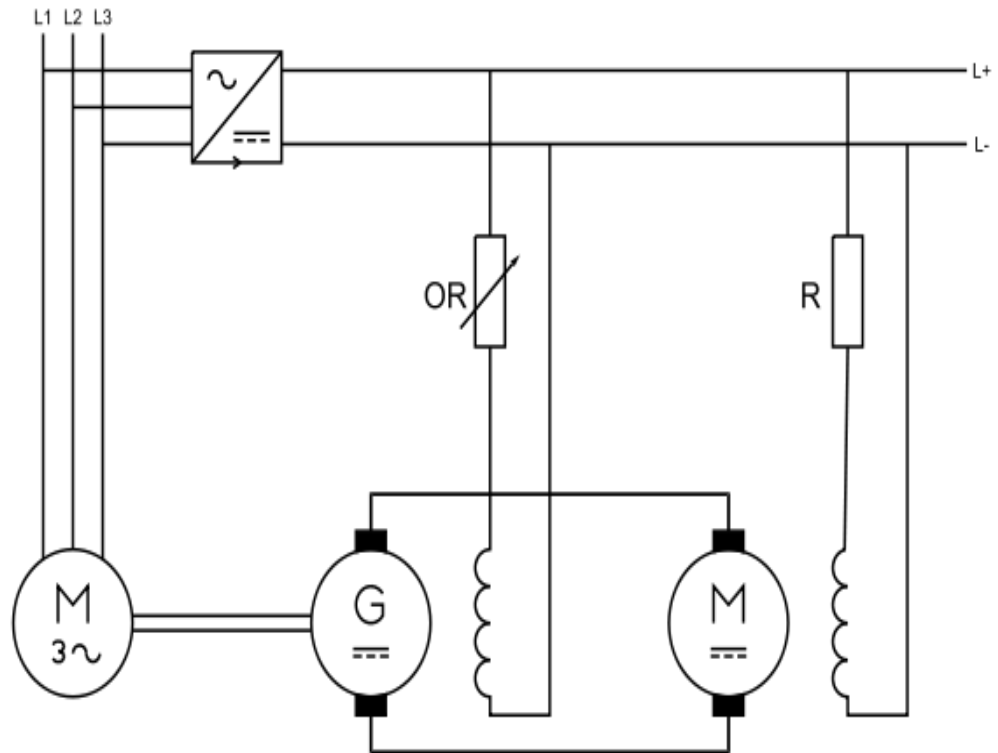
Karakteristika modernih teretnih vitla je ta da su automatizirana. Sklopni uređaj omogućuje jednostavno upravljanje, polagani zalet motora, kočenje i prijelaz iz jedne na drugu brzinu vrtnje bez trzaja. Toplina koja se razvije u motoru odvodi se ventilacijskim uređajem koji je građen na motor ili na vitlo, pritom radi dok je vitlo u pogonu. Kada dođe do kvara na ventilaciji motora automatika prekida njegov rad.

Teretna vitla koja služe pri prekrcavanju teških tereta za pogon koriste istosmjerne motore koji su napajani preko dvosmjernih električnih ispravljača međutim kod nekih brodova postoje izvedbe sa Ward-Leonardovim spojem. Prilikom prelaska na manju brzinu vrtnje, može se postići generatorsko kočenje u kratkom vremenskom periodu. U slučaju korištenja izmjeničnih motora koji imaju snagu veću od 100 kW onda ih karakteriziramo kao polnopreklopivi trobrzinski i četverobrziški asinkroni kavezni motori, pri čemu se onda osigurava približno kontinuirana brzina vrtnje i pritom se nastoji izbjeći udarac tereta na užu. [2]

#### **2.4 WARD-LEONARDOV SPOJ:**

Iz električne mreže napaja se trofazni motor koji pokreće generator istosmjerne struje konstantnom brzinom. Upravo taj istosmjerni motor se napaja od istosmjernog generatora pogoneći vitlo. Princip regulacije brzine je isti kao kod nezavisno uzbuđenog motora. Razlika je u tome što izvor istosmjerne struje za istosmjerni motor koristi samouzbudni istosmjerni generator kojeg pogoni asinkroni kavezni motor. Napon armature istosmjernog motora regulira se podešavanjem

uzbudne struje generatora adekvatnim potenciometrom, a magnetski tok promjenom njegove uzbudne struje drugim potenciometrom. Karakteristike momenta, struja i napona iste su kao i kod nezavisne uzbude. [6] [2]



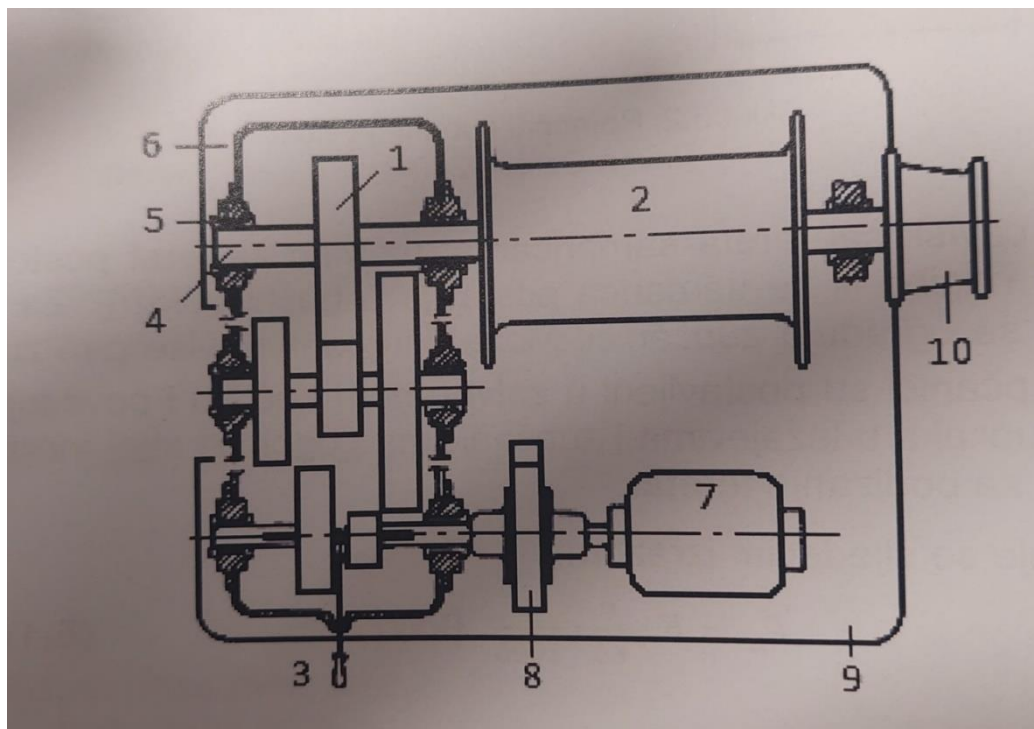
Slika 2-Prikaz Ward-Leonardovog spoja

## 2.5 SASTAVNI DIJELOVI ELEKTRIČNOG TERETNOG VITLA:

Električno brodsko teretno vitlo sastavljeno je od bubnja za namotavanje čeličnog užeta koji može biti zupčanog ili pužnog prijenosa, kočnica, priteznog bubnja za namatanje, te kućišta s temeljem i pogonskog stroja. U uljnonepropusnom kućištu nalazi se zupčani prijenos koji se proteže od elektromotora do bubnja. Mehanički uređaj za namotavanje zupčanika koji služi za mijenjanje brzina nalazi se u uljnonepropusnom kućištu. Pri radu električnog teretnog vitla može doći do kvara pogonskog stroja vitla jer na kuku djeluje opterećenje. Zbog takvog kvara postoji opasnost od ozljede posade na brodu, oštećenja broda ili pomorskih uređaja, stoga električno vitlo mora imati kočnicu kojom se blokira teretno vitlo. Elektromagnetska kočnica direktno je povezana na elektromotor koja uz pomoć automatike djeluje u

slučaju nestanka napona. Uz vitlo se postavlja upravljački stup koji osigurava daljinsko upravljanje. [3]

Elektromagnetska kočnica sadrži ploču koja je fiksirana na pogonsku osovinu. Pogonska osovina djeluje u mirovanju i prekida električne energije, te tada pritišće kućište kotve koja miruje i ona je opremljena oprugama. Uvijek mora biti trenja zato da se ploča pri djelovanju tereta ne može vrtjeti. Uslijed uključivanja elektromotora kotve se zbog djelovanja elektromagnetske sile udalje od ploče i zbog toga moraju nadvladati otpor opruga, odnosno zbog toga se osovina sa bubnjem može nesputano kretati. [3]



Slika 3-Prikaz teretnog vitla s elektromotorom i bubnjem za namatanje

- |                                |                         |
|--------------------------------|-------------------------|
| 1-zupčani prijenos             | 6-kućište zupčanika     |
| 2-bubanj za čelično uže        | 7-elektromotor          |
| 3-ručka za pomicanje zupčanika | 8-kočnica               |
| 4-pogonjeno vratilo bubnja     | 9-temeljna ploča        |
| 5-ležaj                        | 10-bubanj za pritezanje |

## 2.6 HIDRAULIČKI POGON TERETNOG VITLA:

Na modernim brodovima vitla najčešće imaju hidrauličko upravljanje zbog toga im nije potreban pogonski stroj, pogonska spojka ni mjenjač brzine za svako vitlo . Kod ovakve izvedbe jedna pumpa može pogoniti više vitala. Svako vitlo izravno na bubanj ima montiran hidraulični motor s ugrađenim ventilom upravljanja i s ručkama. [1]

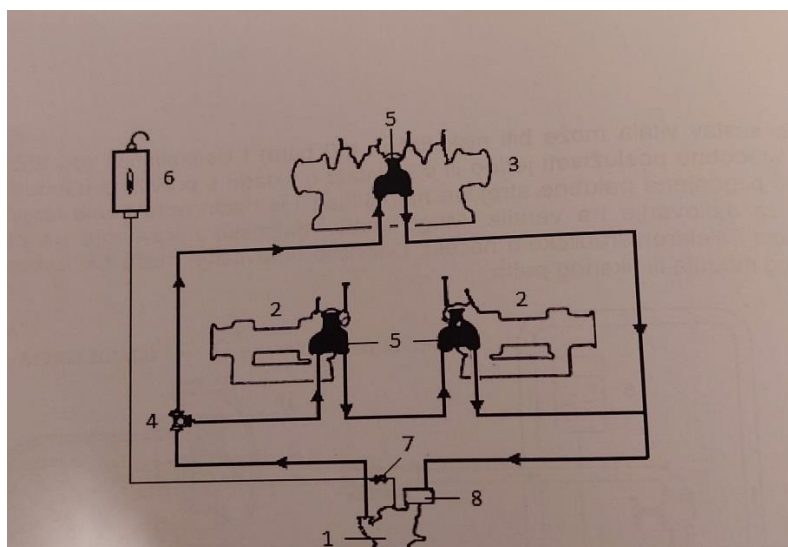
Dobre strane pogonjenog hidrauličnog vitla:

- 1) Smanjen broj električne opreme i potrebe za održavanjem
- 2) Visok stupanj djelovanja uz nisku cijenu pogona
- 3) Izravno djelovanje i naglo ubrzavanje
- 4) Povoljno podmazivanje zbog toga što se svi dijelovi vrte u ulju
- 5) Jednostavna i masivna konstrukcija
- 6) Jednostavno posluživanje
- 7) Jednaka snaga za pogon bubnja u oba smjera
- 8) Stupnjevita regulacija brzine u oba smjera vrtnje
- 9) Sasvim vodonepropusno kućište

Dobra strana hidrauličnog pogona teretnog vitla je ta što hidraulični sustav vitla može biti niskotlačan koji iznosi 30 bara i visokotlačan koji iznosi do 250 bara, te je zbog toga moguće istodobno posluživati jedno ili više vitala u skladu s pravilima istovremenog rada. Za hidraulički pogonjene palubne uređaje najbolji način upravljanja je direktno rukovanje ručkama za djelovanje na ventile. Mogu imati daljinsko upravljanje na pneumatskom, hidrauličkom i elektrohidrauličnom principu rada. [1]

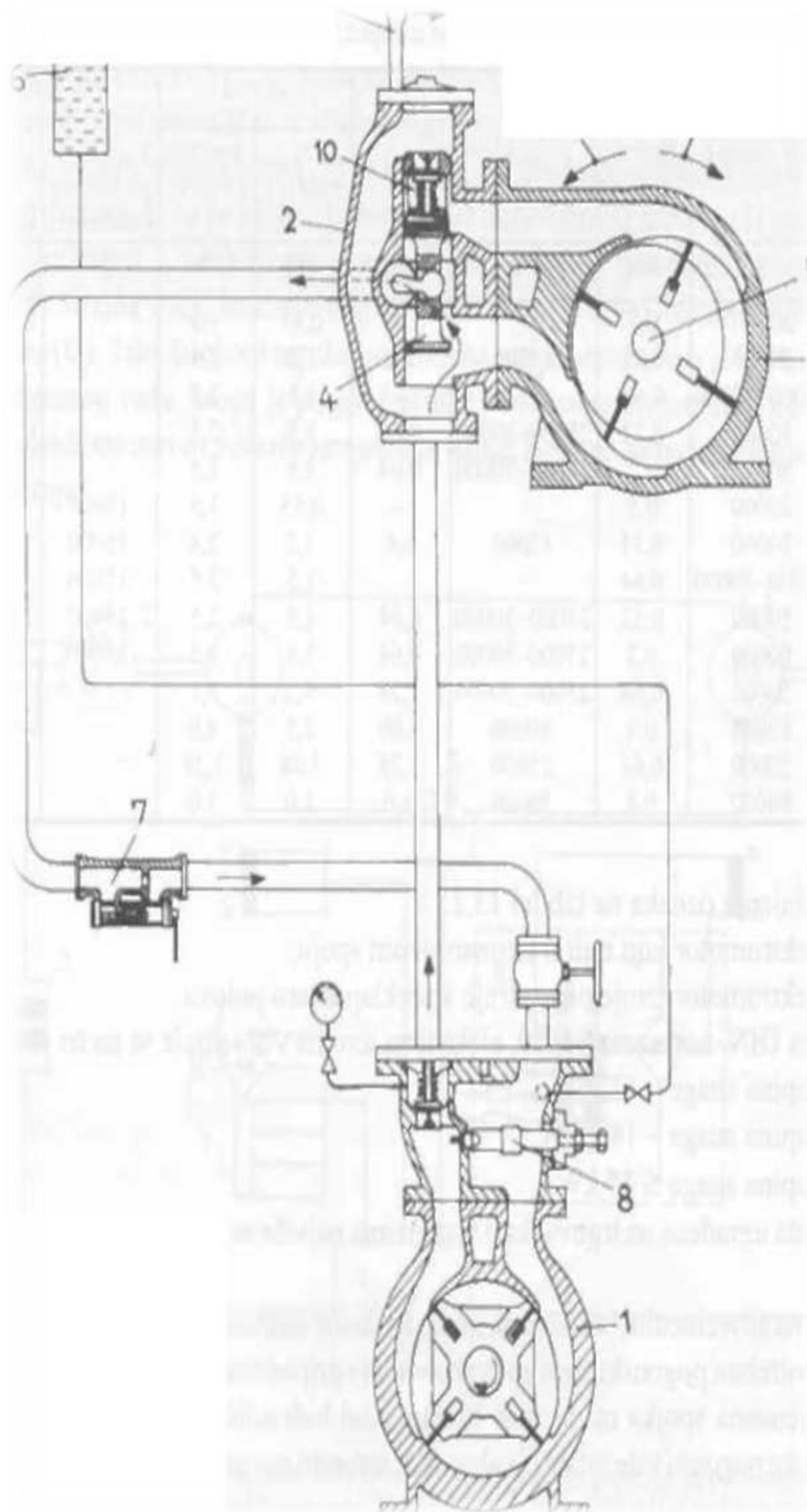
Na slici 4 možemo vidjeti raspored vitala na palubi s opcijom istovremenog i pojedinačnog rada. Ovakav princip hidrauličnog motora ima kućište s dvije dijametralno postavljene komore i ima 8 krila postavljenih u parove, pritom se rotor u kućištu okreće. Jedinica upravljanja se sastoji od 2 ventila sa pripadajućom ručkom. Jedinica za upravljanje rasporedom vitala na palubi zakačena je na kućištu hidrauličkog motora. Jedan ventil služi za regulaciju područja brzine hidrauličnog motora, pri čemu drugi ventil služi za upravljanje pravca njegovog okretanja. [1]





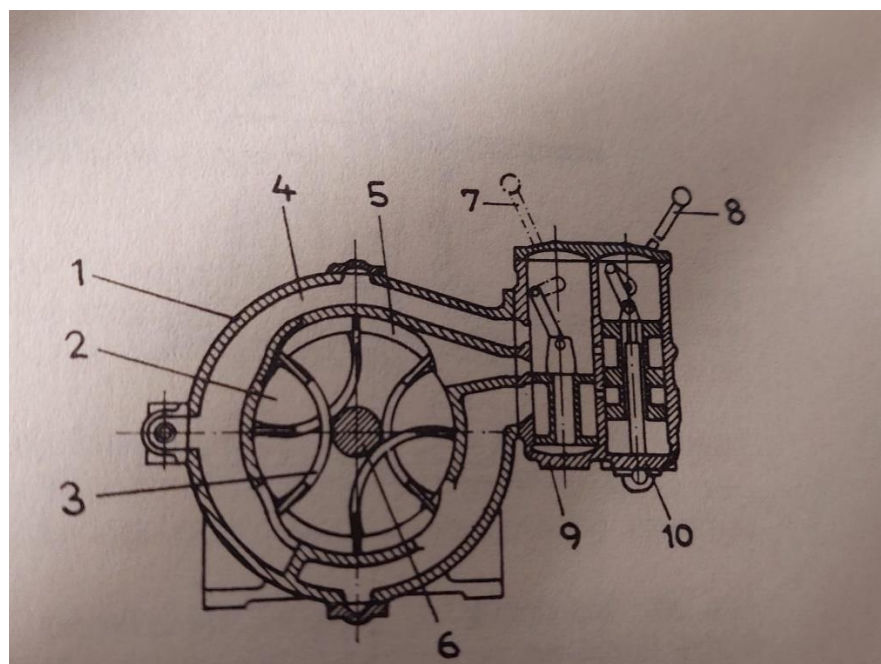
Slika 4-Prikaz hidrauličkog istodobnog i pojedinačnog rada vitala na palubi

Načelo rada hidrauličnog motora prikazano je na slici 5. Proces započinje od pumpe (1) koja je pogonjena elektromotorom, pritom ulje pod tlakom prolazi do ventila upravljanja (2) koji je spojen na kućište hidrauličnog motora (3). Smjer cirkuliranja ulja u ventilu upravljanja usmjerava se razvodnikom (4). Razvodnik u slučaju da je vertikalno okrenut zajedno s ručkom upravljanja (9), tek u tom slučaju teret miruje, a ulje prolazi kroz kontrolni ventil vraćajući se povratnim cjevovodima na usisnu stranu pumpe preko magnetskog filtra (7). Prilikom podizanja tereta, ručka se pomjera desno, a razvodnik ide prema dolje i zatvara povratni vod ulja, te u tom slučaju ulje mora proći izvana kroz prekotlačni ventil u hidraulični motor. Ulje koje je pod tlakom djeluje na lopatice hidrauličnog motora i okreće ga u pravcu podizanja tereta jer je bubanj vitla direktno spojen na osovinu (5). Smjer i protok ulja hidrauličkog motora otvoren je kroz ventil upravljanja nazad na pumpu s tlačne strane. Teret koji visi na kuki, ručkom (9) i razvodnikom (4) u položaju mirovanja nastoji pogoniti motor u smjeru spuštanja. Međutim taj tlak između krila u hidrauličnom motoru i nepovratnom ventilu (10) podignuti će se i zatim će onemogućiti pokretanje motora u pravcu za spuštanje. Razlike u količini ulja promjenom temperature mijenjaju se tj. nadoknađuju se iz gravitacijskog tanka (6) koji je spojen na usisnu stranu pumpe. Gravitacijski tank se postavlja na 4 do 6 metara iznad najveće točke vitla. [1]



Slika 5-Prikaz načina rada hidrauličkog motora

Slika 6 prikazuje načelo rada niskotlačnog hidrauličnog motora s dva ventila upravljanja. Najveću moguću snagu kretanja pruža prvo područje brzine koje se ostvaruje primjenom ulja u prvoj i drugoj komori hidrauličnog motora. Također se stječe približno 40% snage i dvostruka brzina zahvaljujući primjenom ulja u jednoj komori, te se takav proces događa u drugom području same izvedbe. Najčešće samo jedna pumpa napaja dva vitla u seriji. U tom slučaju jedno vitlo radi pri maksimalnom kapacitetu, a drugo vitlo istovremeno može spuštati teret ili omotavati užu na bubanj pri praznoj kuki. [3] [4]



Slika 6-Prikaz niskotlačnog hidrauličnog motora s dva ventila upravljanja

- |                    |   |
|--------------------|---|
| 1-Kučište          | 7-ručka za reguliranje brzine okretanja |
| 2-Rotor            | 8-Ručka za promjenu smjera okretanja    |
| 3-Lopatica         | 9-Ventil reguliranja brzine okretanja   |
| 4-Komora u kućištu | 10-Ventil promjene smjera okretanja     |
| 5-Komora u kućištu |   |
| 6-Osovina rotora   |   |

### 3.PRITEZNO VITLO:

Pritezno vitlo se koristi za pomicanje broda prema obali tj.koristi se za precizno pozicioniranje broda u završnoj fazi pristajanja ili prema drugom brodu, te u lošim vremenskim uvjetima kao što su struje i vjetrovi. Pritezanje se obavlja tako da se jedan kraj konopa ili čeličnog užeta veže za čvrsti dio na kopnu ili drugom brodu, a onaj drugi dio se ugura kroz zjevaču i namata na bubanj priteznog vitla. Kod otpuštanja konopa ili čeličnog užeta preko bubanja brod se vraća u prvobitni položaj. Pritezna vitla mogu biti pogonjena ručno ili strojem . Pogonski stroj priteznog vitla može biti parni stapni stroj, elektromotor i hidraulički motor. Pritezna vitla mogu imati horizontalnu i vertikalnu osovinu i prema njoj se dijele na horizontalno i vertikalno vitlo. [1] [3]

Pritezno vitlo s horizontalnom osovinom može se vidjeti na palubi broda i može djelovati na oba boka broda. Zajednički pogonski stroj je u sredini i može se pritezati s obje strane. Pogonski stroj nalazi se u sredini između vitala ili mogu biti postavljena vertikalno, te tada zauzimaju malo prostora jer pogonski stroj može biti smješten i ispod palube. Zupčani prijenos između pogonskog stroja vitla je u većini slučajeva elektromotor. Pužni prijenos se ugrađuje za smanjenje velikog broja okretaja pogonskog stroja na manji broj okretaja bubnja. Jako je bitno da je zupčani prijenos dobro podmazan i razina ulja mora biti kontrolirana i ulje se mora jednom godišnje promijeniti. Također kućište se mora očistiti i pregledati, tek tada neće dolaziti do nikakvih smetnji u radu i zbog toga je održavanje jednostavnije i jeftinije. Kod vertikalnih priteznih vitala može se na gornjem kraju bubnja postaviti veliki vijenac za postavljenje motki koje služe za ručno pritezanje u slučaju kvara pogonskog stroja. Preko izvrstive spojke isključuje se pogonski stroj koji je u kvaru. Pritezna vitla mogu se okretati u oba smjera i moguća je promjena brzine okretanja. Sila koja je potrebna za pomicanje broda ukoliko nema vjetra ni struje ovisi o veličini i masi broda, te o brzini kojom se brod želi privlačiti.<sup>2</sup> Glavni dijelovi priteznog vitla su bubanj za namatanje užeta, vertikalna ili horizontalna osovina, zupčani prijenos sa kućištem i pogonski prijenos. Također pritezna vitla moraju imati i automatsku kočnicu čiji je zadatak sprječavanje odmotavanje užeta. [1] [3]

---

<sup>2</sup> što je brzina manja, potrebna je i manja sila, i obrnuto: što je manja sila, manja je i brzina

Sila koja je potrebna da se brod pomakne određuje se po formuli:

$$F = m \cdot a \quad (\text{N})$$

$$F = m \cdot \frac{v}{t} \quad (\text{N})$$

$$F = m \cdot \frac{2s}{t^2} \quad (\text{N})$$

m-masa broda u kg

a-akceleracija u  $\text{m/s}^2$

v-brzina privlačenja broda m/s

s-provaljeni put (m)

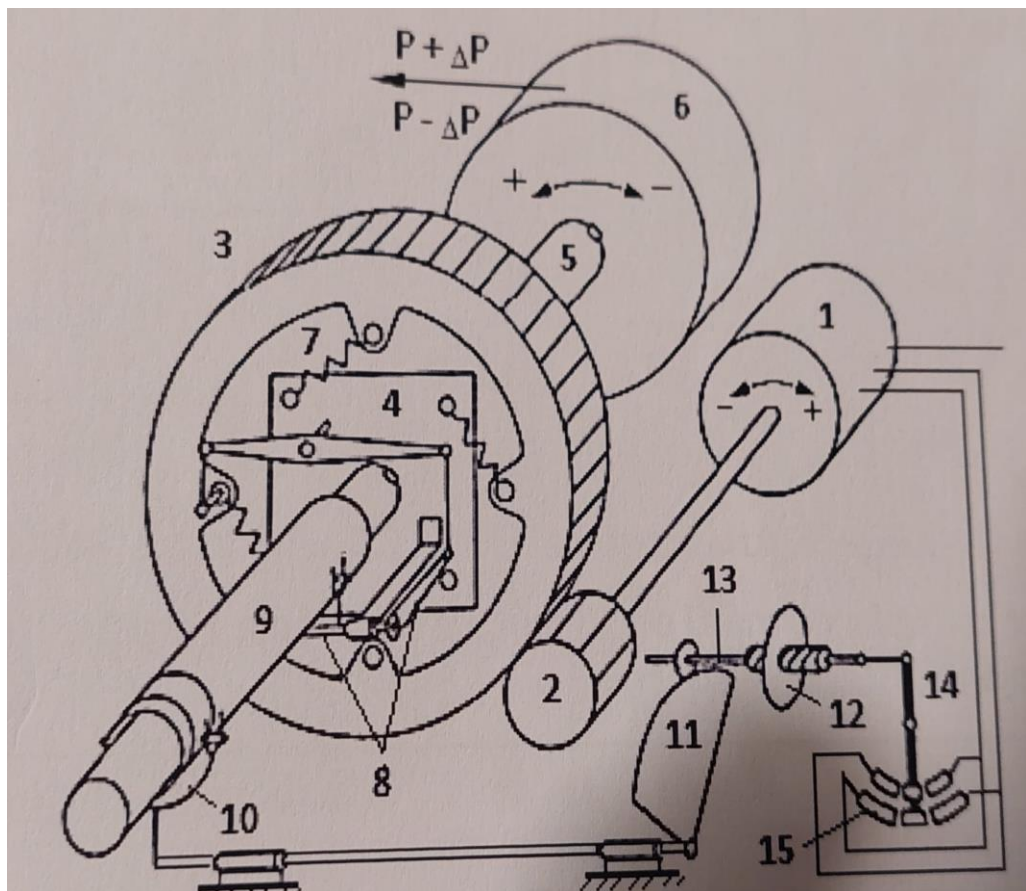
t-vrijeme (s)

### 3.1 ELEKTROMOTORNI POGON PRITEZNIH VITALA:

Pogon priteznog vitla za namatanje užeta pogoni se prema principu rada istosmjernim ili izmjeničnim motorima. U istosmjernim sustavima pogonski motori imaju izvedbu koja radi prema načelu rada serijskim i paralelnim uzbudnim namotom, dok se u trofaznim sustavima koriste koloturni asinkroni motori i dvopolno ili trolno preklopljivi kavezni asinkroni motori. Motor priteznog vitla ne može raditi bez elektromagnetske kočnice koja pri nestanku napona blokira rad motoru. Pri brzini pritezanja od 10 do 20 m/min pogonska snaga motora mora iznositi od 10 do 30 kW. Prilikom prolaska brodova kroz kanale i za tegljenje drugih brodova služe vlačna vitla. Njena karakteristika je ta kako se mijenja sila u užetu tako uređaj mijenja brzinu vrtnje motora. Bubanj vitla se vrti brže ili sporije i zbog toga se sila u užetu ne može puno promijeniti u odnosu na odgovarajuću vrijednost. Takve vrste vitala imaju posebni uređaj za održavanje konstantne sile ili konstantnog momenta na bubnju vitla. [2]

Na pojedinim brodovima gaz se brzo promijeni zbog ukrcaja i iskrcaja tereta odnosno brzo se povećava i smanjuje razmak između broda i kopna, te se zbog toga dolazi do promjene pritezne sile. Upravo zbog toga se u pritezno vitlo ugrađuje automatski uređaj koji bi održavao konstantnu priteznu silu tako da vez ne bi omeškao i da uže ne bi popucalo. Princip rada automatskog priteznog vitla je takav

da je zupčanik (3) vezan na osovinu bubnja vitla (5) uz pomoć jakih spiralnih pera. Rastezanje je proporcionalno sili, te spiralna pera prenose silu pritezivanja. U trenutku kada se pritezna sila poveća iznad dopuštene vrijednosti ili padne ispod dopuštene vrijednosti, pritom se promjena duljine spiralnih pera prenese sustavom polužja na uklopku (14). Sustav polužja na uklopku uključuje elektromotor koji pogoni vitla (1) stoga se pritezno uže odmata ili namata sve dok sila ne dosegne odgovarajuću vrijednost. [1]



Slika 7-Prikaz principa rada automatskog priteznog vitla

1-elektromotor, 2-mali zupčanik spojen s elektromotorom, 3-veliki zupčanik, 4-ploča ukljinjena na os bubnja, 5-osovina bubnja, 6-bubanj za uže, 7-spojno pero namješteno na određenu silu, 8-polužje za prenošenje međusobnog pomaka na ploču, 9-tuljak na osovini, 10-polužje za prenošenje gibanja na ukopku, 11-segment i zupčanik, 12-matica i vijak za aksijalno pomicanje, 13-vreteno za pomicanje uklopke u smjeru + ili -, 14-uklopka za elektromotor, 15-kontakti

## 4.SIDRENO VITLO

Prema zakonima klasifikacijskih društava, svaki brod koji služi za prijevoz putnika i tereta, uzimajući u obzir njegovu veličinu, mora imati predviđeni broj sidra. U najviše slučaja koriste se dva ili tri pramčana sidra određene težine. Utvrđena je i debljina karike i dužina lanca na koji je sidro osigurano. Sidreni uređaj sastoji se od skladišta lanca pod palubom, sidrenog vitla, štopera, lanca te samog sidra. Sidreno vitlo je postavljeno odmah iznad skladišta lanca tako da lanac može padati u skladište, a sidreno vitlo sadrži horizontalno postavljeno vratilo koje u nastavku ima pomoćne bubnjeve koje se koriste kao pritezno vitlo. Temeljna ploča sidrenog vitla mora biti od lijevanog željeza ili zavarenog čelika i mora biti jake konstrukcije. [1] [3]

Lanac kojim je sidro osigurano kliže se kroz sidreno oko, zapor i lančani bubanj, te iz lančanika u kaštela ispod palube. U slučaju kad je sidro u svom ležištu tada lanac mora biti blokiran štoperom ili zaporom. Sidreno vitlo mora nadjačati silu kako bi se pokretalo i dizalo i to će postići na osnovi veličine njegovog lanca, dužine i veličine sidra. Prilikom izvlačenja sidra podižemo ga lakše zbog umanjene težine lanca i sidra zbog istisnine vode. Zbog toga možemo odrediti silu ( $F'$ ) na sidrenom vitlu: [1] [3]

$$F' = g \cdot (G_1 + G_2) \cdot \frac{7.8-1}{7.8} = 0.87g \cdot (G_1 + G_2) \text{ (N)}$$

$G_1$  – masa lanca u kg

$G_2$ -masa sidra u kg

Lanac prolazi kroz sidreno ždrijelo i oko njega struže, te tad nastaje trenje a sila  $F$  mora se povećati za ( 40% do 50%)

$$F = (1.2 - 1.4) \cdot F' = 1.22 \cdot g \cdot (G_1 + G_2) \text{ (N)}$$

Vučna sila za izvlačenje sidra ( $F$ ) može se prema zakonu Hrvatskog registra brodova odrediti prema formuli:

$$F = k \cdot d^2 \text{ (N)}$$

$d$ -promjer karike lanca u mm

$k$ -koeficijent koji se bira iz tablica

Kod sidrenog vitla podrazumijeva se način okretanja vitla da se lančani bubanj slobodno okreće oko osovine koja miruje pri ispuštanju sidra, dok se kod podizanja sidra okreće skupa sa njim. Zbog toga postoji čeljusna spojka koja se uključuje polugom ili vretenom. Sidrena vitla u svojoj konstrukciji moraju imati izvrstivu spojku čiji je zadatak spajanje ili razdvajanje vratila u toku rada stroja između lančanika i pogonskog vratila. Sidrena vitla s nesamokočnim prijenosnikom moraju imati automatsku kočnicu koja funkcionira u momentu nestanka struje ili isključenja pogona. [1] [3]

Pogonski stroj sidrenog vitla mora biti projektiran da može izvući sidro sa 100 m lanca za 10 minuta, te u 2 minute može dati silu koja će na lancu stvoriti naprezanje vlaka  $50 \text{ N/mm}^2$ . Pri tome odgovara moment dvostruko veći od okretnog momenta vratila vitla. To se radi zbog vađenja sidra s dna mora. Brzina namotavanja lanca može biti maksimalno 10 m/min u momentu manevra sidra prema sidrenom oku. Preporučena brzina uvlačenja sidra u sidreno oko je maksimalno 7 m/min. Prilikom čupanja sidra od dna pogon sidrenog vitla koji traje 2 minute mora jednom lančaniku omogućiti vučnu silu koja minimalno iznosi 1.5  $F$ , pritom nema zahtjeva za brzinu. [1] [3]

#### **4.1 POGON SIDRENOG VITLA:**

Sidreno vitlo može biti pogonjeno elektromotorom, dizel-motorom u novije vrijeme hidrauličnim motorom i parni strojem. Pogon sa parnim strojem primjenjuje se samo na tankerima zbog toga što takav pogon ne može prouzročiti eksploziju. Dva lančana bubnja nalaze se na prijenosu preko kojeg pogonski stroj daje kontakt za pokretanje osovine. Proces sidrenja obavlja se tako da se otpusti štoper, a potom se



čeljusnom spojkom isključi lančani bubanj koji je onesposobljen pojasnom kočnicom. Prilikom propuštanja kočnice sidro se spušta u more s lancem. Duljina spuštenog lanca utvrđuje se oznakama na spojnim karikama prateći dužina lanaca, te se na kraju treba stegnuti kočnicu, a sami lanac osiguramo štoperom. Za vrijeme boravka broda na mjestu sidrenja sve udarce vjetra i valova na sebe mora preuzeti štoper zato što bi pretjerane napetosti mogle ugroziti sidreno vitlo. Pri dizanju sidra pokrene se i čeljusna spojka i pogonski stroj, a ujedno se i popušta kočnica. Zanimljivost kod hidrauličnog vitla je taj što njima nije nužan pogonski stroj svakog vitla s pripadajućim strojem upravljanja, prijenosom, spojkama i mjenjačem brzina. Kod ovakvog tipa pogonskog upravljanja jedna pumpa može pokretati više vitala i svako vitlo ima montiran hidraulički motor. [1] [3]

#### **4.2 ELEKTROMOTORNI POGON SIDRENOG VITLA:**

Elektromotor je u trenutku izvlačenja sidra iz mora opterećen za privlačenje broda sidru, izvlačenje sidra iz dna mora, njegovog dizanja i guranja u sidreno ždrijelo. Kao pogonski stroj sidrenog vitla u električnim istosmjernim sustavima koriste se istosmjerni motor sa serijskim i paralelnim uzbudnim namotom. Zahvaljujući tome dolazi do postizanja veće brzine vrtnje koja je zaslužna za pritezanje. Brzina motora regulira se izmjenom struje armature, odnosno adekvatnim paralelnim otporima u rotorskom strujnom krugu [2]

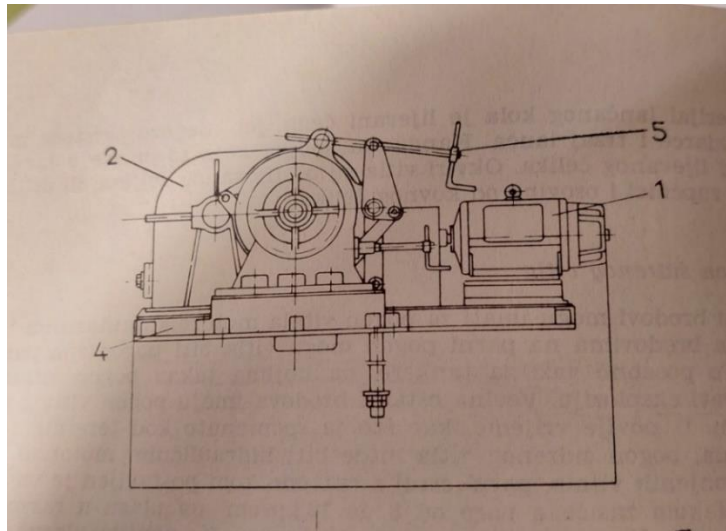
Električna pogonjena vitla izvode se tako da se u trofaznom sustavu koriste kavezni polnopraklopivi motori ili varijanta kliznokolutnih motora s odgovarajućim načinima kočenja. U moderno vrijeme se u najviše slučajeva koriste izvedbe trobrzinskih polnopraklopivih kavezni motora kojih karakteriziraju dva odvojena statorska namota. Rotor sadrži adekvatni dvokavezni namot uz pomoć kojeg motor osigurava potrebnu otpornu karakteristiku. Također se mora napomenuti da su motori smješteni na palubi i da su potpuno zaštićeni i zatvoreni od ulaska mora, te stoga stvaraju tri brzine. Najmanja brzina služi za guranje sidra u sidreno ždrijelo, srednja brzina je zaslužna za dizanje i izvlačenje sidra, a najveća za brzina za skupljanje rasterećenog užeta za privezivanje. Takvi motori stvaraju najveći mogući moment na početku zaleta i nemaju naglašen prekretni moment, te zbog mogućih opasnosti od pregrijavanja motora ovakvi motori u četveropolnom namotu imaju optimiziranu

termičku zaštitu. Zatim za pogon sidrenih vitala koristi se i osobito napravljeni Leonardovi spojevi ili upravljivi ispravljači, pritom u modernije vrijeme koriste se i elektrohidraulični pogoni. U tijeku trajanja spuštanja ili dizanja sidra elektromotorni pogon radi cijelo vrijeme, a neki procesi se izvode radom hidraulične pumpe i hidrauličnog motora. Elektromagnetska kočnica koja se nalazi na elektromotoru koristi se za kočenje. U slučaju preopterećenja motora prigradena je mehanička klizna spojka koja funkcionira kad se moment na osovini motora digne iznad 1,8-struke nazivne vrijednosti. [1] [2]

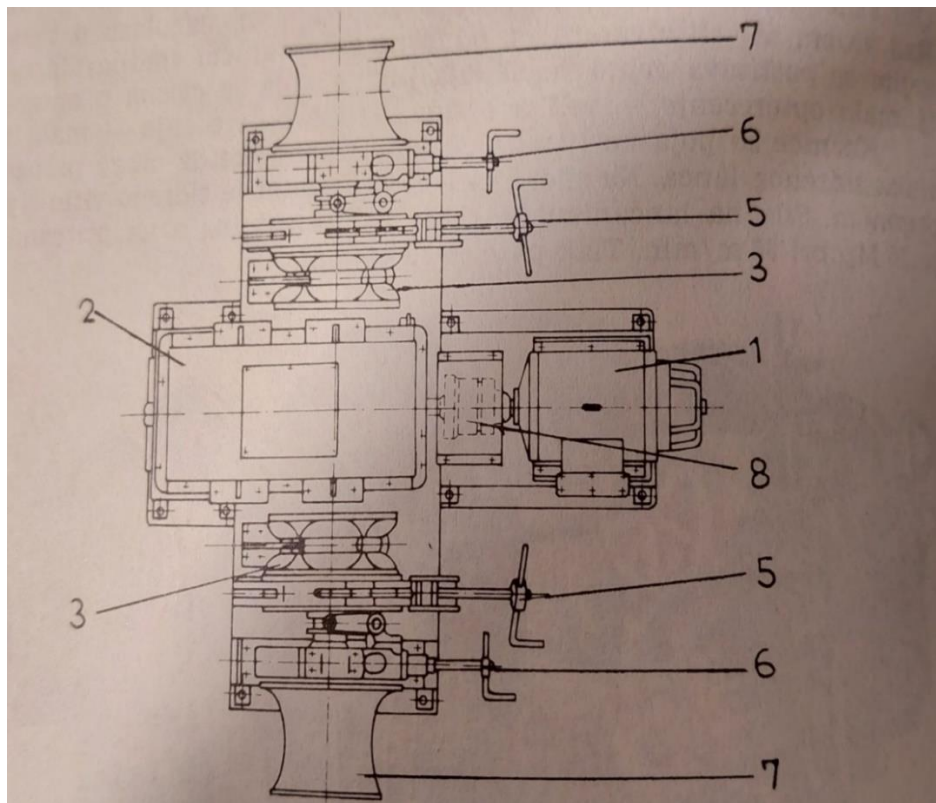
Princip rada električno pogonjenog sidrenog vitla je taj da se sasvim zatvoreni elektromotor stavlja na stražnju stranu vitla. Snaga elektromotora se prenosi preko sigurnosne spojke i prijenosa na glavne osovine koji sadrže lančanike i kočnice<sup>3</sup>. Električno pogonjeno vitlo ima pužni prijenos koji se sastoji od velikog broja pari zupčanika koji se nalaze utopljeni u ulje. Brzorotirajuće osovine uronjene su u valjkaste ležajeve koji se podmazuju uljem. Elastična spojka održava spoj između reduktora i elektromotora, te zaštićuje mehaničke dijelove osovine od pucanja ili preopterećenja. Zupčaste spojke koriste se za hvatanje lanaca koji se nalaze na osovinama, a kod glavne osovine pritezni bubnjevi su pričvršćeni na vanjskim krajevima. Električno pogonjeno sidreno vitlo sadrži i pojasne kočnice koja imaju zadatak sigurnog sidrenje i zaustavljanje lanaca na lančanicima. [1] [3]

---

<sup>3</sup> Snaga motora sidrenog vitla određuje se prema težini sidra i 100 lanca, a ovisi o brzini podizanja sidra iz mora. Približno se uzima da je pri brzinama podizanja od 8 do 12 m/s potrebna pogonska snaga motora od 10 do 40 kW.



Slika 8-Prikaz sidrenog vitla na električni pogon



Slika 9-Prikaz sidrenog vitla na električni pogon

- |                        |  |
|------------------------|--|
| 1-Elektromotor         | 6-Spojka za uključivanje/isključivanje lančanika |
| 2-Kučište prijenosnika | 7-Pritezni bubanj                                |
| 3-Lančanik             | 8-Elastična sigurnosna spojka                    |
| 4-Temeljna ploča       |  |
| 5-Pojasna kočnica      |  |

U današnje vrijeme sve se više upotrebljava kombinacija sidrenog i priteznog vitla. Ovakva kombinacija ima električni pogon koji pruža veliku efikasnost i fleksibilnost u procesima sidrenja i pritezivanja broda. Kod ovakvog stroja elektromotori su napravljeni za kratkotrajan rad koji traje 30 minuta, a njihova snaga iznosi od 1 do 40 kW. Navedena kombinacija se sastoji od dvostrukog priteznog i sidrenog vitla. Obje strane su povezane s elastičnom spojkom i vratilom. Pritezna glava za namatanje nalazi se s lijeve strane priteznog vitla, te se to uže baca prvo na kopno. Pritezna glava sastoji se od dva bubnja koji s prednjeg bubnja pokraj konopa ide prema obali, dok drugi bubanj namotava uže na palubi. [1] [2] [3]

### 4.3 ŠTOPERI:

Osnovni zadatak štopera je da silu koja djeluje na brod kad je usidren, treba tu silu preuzeti na sebe kako bi rasteretio sidreno vitlo. Štoper je smješten između sidrenog vitla i lanca. Najjednostavniji oblik štopera je obična kuka uz pomoć koje se zahvaća lanac. Štoperi se izvode u raznim oblicima, a najčešći su primjeri: štoper s vijkom, štoper s polugom, štoper s kolom. Štoper s vijkom pokreće lanac kroz čvrstu vodilicu za vrijeme dizanja i obaranja sidra, a blokira se uporabom čeljusti. Štoper s polugom pokreće lanac, pritom klizi po čvrstim vodilicama, a proces blokiranja odvija se pomoću poluge<sup>4</sup>. Štoper s kolom je u današnje vrijeme sve više u upotrebi na brodovima jer smanjuje trenje u štoperu, te je zbog toga neophodna manja snaga za dizanje sidra i trošenje lanca se znatno smanjuje. [3]

Snaga P koja je potrebna za pogon vitla izračunava se prema sljedećoj formuli:

$$P = \frac{F_b \cdot \omega}{\eta_{vit}} \text{ (W)}$$

$F_b$  – sila u užetu koje se namotava na bubanj vitla N

$\omega$  – brzina namatanja užeta m/s

$\eta_{vit}$  – stupanj djelovanja električnog vitla

Pri jednostrukom zupčanom prijenosu stupanj djelovanja vitla iznosi od 0.85 do 0.93, pri dvostrukom od 0.72 do 0.85. pri pužnom od 0.45 do 0.80.

---

<sup>4</sup> Da sila, koja djeluje na lanac usidrenog broda, a koja ovisi o jakosti morske struje i vjetra, ne bi oštetila sidreno vitlo, lanac se zakoči u štoperu na palubi ispred sidrenog vitla

## 5.DIZALICA U STROJARNICI:

Dizalica je stroj koji se koristi za podizanje, spuštanje i horizontalno pomicanje tereta, a sadrži vitla, čelične užadi i kuke. U slučaju potrebne nosivosti kod dizalice one se dijele na mosne, portalne, poluportalne, konzolne, te različite dizalice posebne namjene.

Dizalica u strojarnici se postavlja za preglede radova dijelova pogonskih i pomoćnih strojeva, te za njihove popravke i postavljaju se na visini iznad pogonskog stroja. Dizalice su postale česti dio opreme strojarnice na brodovima zbog porasta veličina strojeva i upita za većim brojem pregleda u manjim vremenskim razmacima. Pogon brodskih dizalice može biti ručni, električni, pneumatski i hidraulički, a najviše se upotrebljava električni ili kombinirani (ručni i električni). Bitna stavka kod dizalica je njihova nosivost koja je ovisna o težini dijelova porivnog stroja koju upravo dizalica mora podignuti. [1] [3]

Mosne dizalice imaju zadatak manipuliranja vrstama tereta koje se nalaze u radionicama, skladišnim prostorima, energetske objektima, valjaonicama zatim kod izvršavanja tehnoloških procesa, montaže i demontaže opreme. Takve dizalice se postavljaju na uzdužnim nosačima, a most se pokreće uzdužno po nazubljenoj letvi koja se pogoni mehanizmom na ručni, električni ili pneumatski pogon. Na mostu se poprečno kreće mačka dizalica koja ima mehanizam za dizanje tereta i mehanizam za poprečnu vožnju. Mosna dizalica se sastoji od elektromotora s prijenosom za uzdužnu vožnju, poprečnog nosača mosta, mačke za dizanje i spuštanje s poprečnom vožnjom, električnog kabela za upravljač, upravljača, kuke i krajnjeg okvira mosta. Kod konzolnih dizalica je specifično da moraju imati ograničen kut rotacije ili neograničenu rotaciju konzolne grane. Ovakve dizalice se upotrebljavaju u proizvodnji raznih strojeva i manjih tehnoloških cjelina. [1] [3]

Brzine vožnji kod mehanički pokretane dizalice mogu biti:

- 1) Brzina dizanja tereta koja može maks iznositi 10 m/min i min 1.5 m/min
- 2) Brzina poprečne vožnje 8 m/min
- 3) Brzina uzdužne vožnje 12 m/min

Brodске okretne dizalice sadrže uređaje za dizanje tereta, podizanje kraka i za okretanje dizalice, dok dizalice koje prebacuju rastresiti teret imaju i uređaje za

grabalice. Pokretne dizalice imaju uređaje za vlastito kretanje i zbog toga je dizalicama prigraden veći broj elektromotora koji je zaslužan za pogon teretnog vitla, kraka dizalice, okretanje dizalice i micanje uzduž broda. Takvi elektromotori imaju snagu od 2 do 100 kW i oni su polnopreklopivi motori koji sadrže tri do četiri brzine vrtnje. Loša strane ovakve izvedbe je ta da im se zbog toga sprječava konstantno rukovanje teretom. Za vraćanje u mirovanje služi elektromagnetska kočnica. [1] [2] [3]



Slika 10-Prikaz mosne dizalice

## 6.PALUBNE DIZALICE:

Palubne dizalice moraju biti odgovarajućih konstrukcija, dimenzija i tehničkog stanja kako bi omogućile sigurno prebacivanje zahvaćenog tereta. Također moraju zadovoljiti potrebe i zahtjeve jednostavnog rukovanja, sigurnosti u radu, uštede prostora, onečišćenju okoliša i zaštitu od buke.

Zahtjevi koje teretne palubne dizalice moraju zadovoljiti:

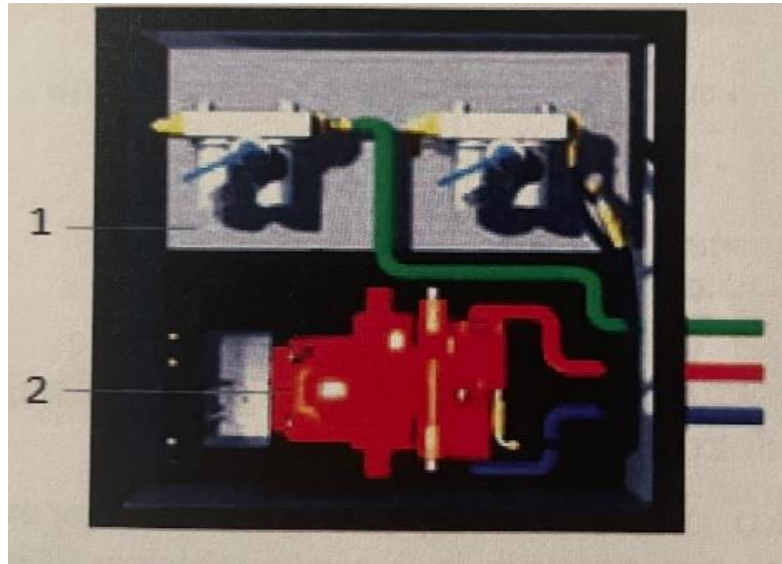
- 1) Moraju zauzimati što manje prostora
- 2) Moraju biti spremne raditi pri jakom vjetru i lošim uvjetima
- 3) Moraju biti u stanju raditi s punim opterećenjem i pri nagibu broda do 5° bočno i do 2° pramac/krma, uz propisano mijenjanje brzina
- 4) Moraju osigurati siguran rad i lako rukovanje pri maksimalno dopuštenom opterećenju

Značajna stavka kod palubnih teretnih dizalica je ta što su one samostalne u radu jer imaju sve mehanizme potrebne za radne operacije, a to su:

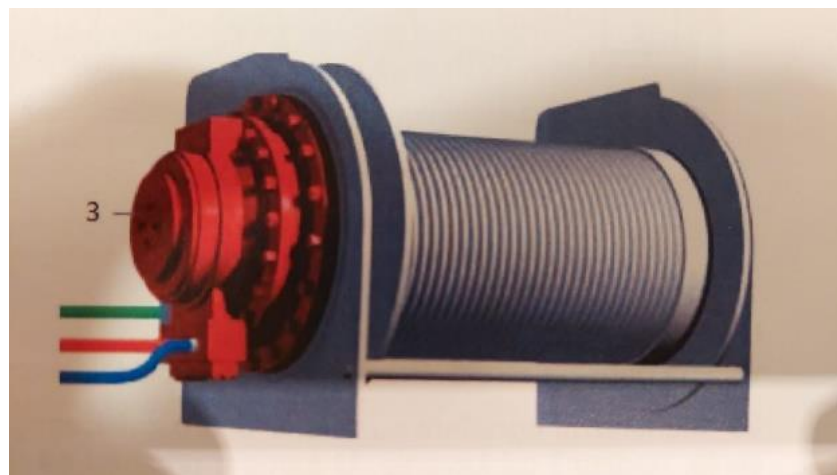
- 1) Podizanje tereta iz skladišta broda prilikom okretanje dizalice za 90° i spuštanje tereta na kopno
- 2) Podizanje prazne kuke s obale prilikom okretanje dizalice za 90° i spuštanje prazne kuke u skladište za ponovni transport tereta

Ovakve se radnje nazivaju radnim ciklusom dizalice. U takvom ciklusu dizalice obavlja se dizanje/spuštanje i okretanje dizalice, te se istodobno odvija proces dizanja i spuštanja grane. Proizvođač dizalice određuje brzinu dizanja najvećega i najmanjega dopuštenog tereta o čemu ujedno i ovisi radni ciklus dizalice. U samom početku razvoja pogon palubnih dizalica bio je električni, dok se u modernije vrijeme sve više koristi hidromotor. Električni pogon je imao dvije najčešće izvedbe, a to su bili Thvristor upravljani električni motor izmjenične struje i Ward Leonard i Thvristom upravljani električni motor istosmjerne struje. Hidromotor koji je najrasprostranjeniji pogon kod palubnih dizalica je napajan od elektrohidraulične jedinice. Ona se sastoji od spremnika hidrauličnog ulja (1), hidraulične pumpe (2) i hidromotora (3). Hidraulički sustav može biti niskotlačni i srednjotlačni koji je u obliku otvorenog i zatvorenog prstena. Danas je hidraulični

pogon više u upotrebi zbog brojnih prednosti naspram električnog pogona. Takve prednosti su miran rad, nema vibracija, zauzima manje prostora, manja težina, jednostavnost upravljanja i niža cijena. [1] [3]



Slika 11-Prikaz elektrohidraulične jedinice



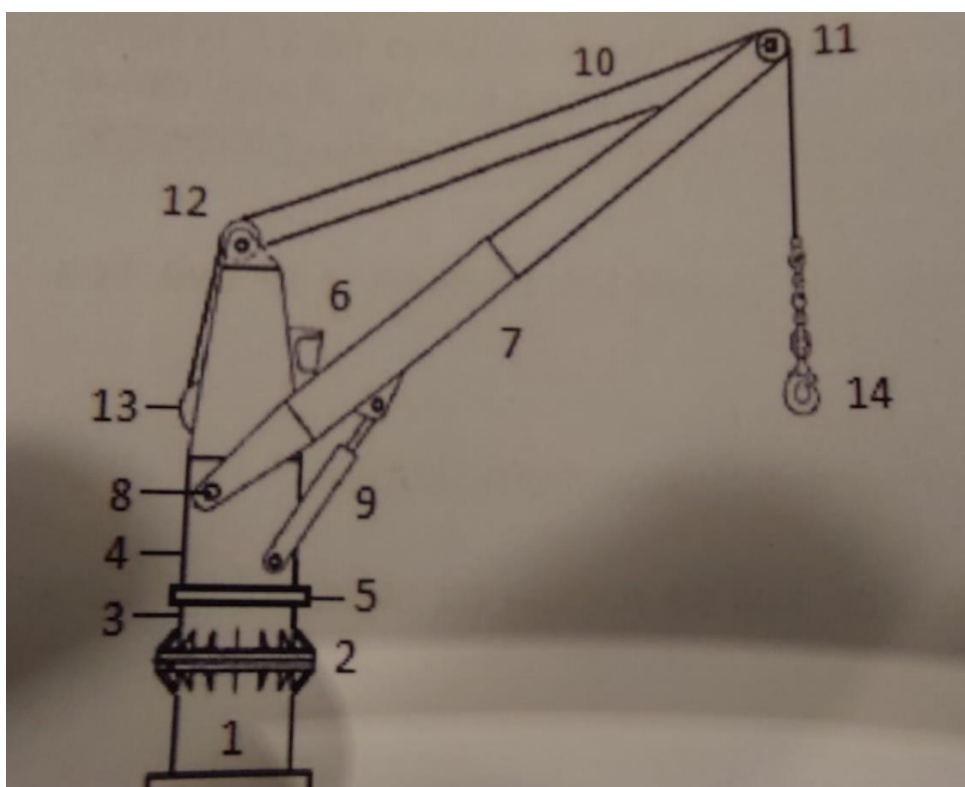
Slika 12-Prikaz elektrohidraulične jedinice

Zahtjevi brodske teretne dizalice da bude ispravna za rad su takvi da mora biti okretljiva i grana dizalice se mora dizati i spuštati. Takvo okretanje se izvodi preko mehanizma za pomicanje koji sadrži nazubljeni prsten. Za dizanje i spuštanje grane može se koristiti čelični konopac preko bubnja za namatanje i koloturnika ili hidrauličnog cilindra. Prema namjeni palubne dizalice mogu biti izvedene i sa produljenom granom zbog postizanja većeg dohvata dizalice. Takve izvedbe produljenja dizalice se dijele na teleskopske ili zglobne. Velika prednost kod



ovakvih dizalica je ta što su svi pogonski mehanizmi ugrađeni unutar dobro zaštićenog i lako dostupnog prostora za upravljanje, nadzor i održavanje. U prostoru na dizalici smještena je i elektro-hidraulična jedinica koja ima jednu ili dvije pumpe, pritom je jedna rezervna. Svaka dizalica ima poseban hidraulični motor koji je sastavni dio mehanizma za svaku bitnu operaciju. Takve operacije su dizanje/spuštanje tereta, dizanje/spuštanje grane i okretanje dizalice. Elektrohidraulična teretna dizalica sastoji se temelja dizalice (1), vijčanog spoja (2), nepokretne strukture (3), okretljivog tijela dizalice (4), prstena za zakretanje dizalice (5), kabine (6), samarice (7), osnaca (8), cilindra za podizanje samarice (9), podiznog užeta (10), teretnog koloturnika (11), koloturnika za podizanje (12), teretnog vitla (13) i teretne kuke (14). Prikaz elektrohidraulične teretne dizalice možemo vidjeti na slici 13. [1] [3]

Kabina na dizalici za upravljanje radi na principu tako da dizalica ima uređaj za automatsko biranje brzina za dizanje i spuštanje tereta, a prekotlačni ventil koji je smješten na upravljačkom ventilu upravljanja na hidrauličnom motoru povećava ili smanjuje snagu motora. Brzina dizanja tereta automatski se odabire zbog praćenja težinu tereta, pritom pružajući maksimalnu brzinu za male terete i obrnuto. Upravo zbog toga se osigurava i regulira idealno vrijeme radnog ciklusa dizalice. Na mehanizme svih radnji dizalice postavljaju se servoupravljanje kočnice koje se automatski uključuju zbog nestanka električne energije u elektrohidrauličnoj jedinici. Za upravljanje dizalicom predviđene su dvije ručke, pri čemu jedna služi za dizanje/spuštanje tereta, a druga za zajedničko okretanje dizalice i dizanje/spuštanje grane. Brzina brodske teretne dizalice ovisi o njihovoj verziji, namjeni i njihovoj nosivosti. Brodske teretne dizalice građene su od komponenti koje se ugrađuju u svim konstrukcijama i veličinama dizalice zbog čega se značajno olakšava njihovo održavanje. [1] [3]



Slika 13-Prikaz elektrohidraulične teretne dizalice

## 7.DIZALICE BRODICA ZA SPAŠAVANJE:

Dizalice brodica za spašavanje su vrsta dizalica koje imaju specijalne sohe za brodice, te one služe za spuštanje brodica za spašavanje ili radnih brodica u more. Glavni zadatak brodica za spašavanje im je omogućiti sigurniji boravak ljudima na moru nakon što je brod potonuo. Brodice za spašavanje su izgrađene od materijala kao što su drvo, aluminij, čelik i stakloplastika. Ovakve brodice su otporne na truljenje, vatru i koroziju, a njihov najveći nedostatak je taj što uslijed loše izrade konstrukcije može doći do oštećenja zbog pojave abrazije. Najčešće se sastoje od trupa, klupe i pokrova, pritom se pokrov i trup izrađuju od sandwich tehnologije. Međuprostor se ispunjava sa pjenom koja osigurava dovoljan uzgon brodice i povećava zaštitu od topline i hladnoće. Brodica mora imati dovoljnu stabilnost i visinu nadvođa u lošim vremenskim uvjetima, te pri najvećem dopuštenom broju putnika, posade i opreme. Čvrstoća brodice mora osigurati sigurno spuštanje sa najvećim mogućim brojem osoba i opreme pri brzini od 5 čvorova na moru, pritom pri odgovarajućoj čvrstoći brodica može izdržati pad u more s visine od tri metra i udarac u brod brzinom od 3.5 m/s. Svaka brodica može ukrcati najviše 150 osoba, a osnovni podaci o brodici nalaze se na svakom boku brodice. Svaka brodica za spašavanje mora imati motorni pogon koji se pokreće ručno ili sa sustavom za pokretanje s dvama nezavisnim izvorima za napajanje i uređajem za punjenje akumulatora. Mora biti opskrbljena spojkom za vožnju unaprijed, unatrag i za rad motora u mjestu. Ovakva brodica mora biti opremljena gorivom za normalan rad motora najmanje 24 sata, a ugrađuju se zaštite od utjecaja mora i padalina, te zaštita unutarnjeg dijela brodice od ispušnih plinova. U najviše slučajeva ugrađuju se dizelski motori snage od 24 do 36 kW s unutrašnjim izgaranjem. Brodice za spašavanje dijele se na djelomično zatvorene brodice i potpuno zatvorene brodice. Djelomično zatvorene brodice primjenjuju se na putničkim brodovima jer imaju otvore na boku što im omogućava lakši prekrcaj ljudi. Čvrsti dio pokrova proteže se preko 20% dužine, a na središnjem dijelu postavlja se pomični pokrov koji ima najmanje 2 sloja materijala zbog zaštite od vanjskih utjecaja. Na pokrovu se nalazi skupljalište kišnice, a otvori za ulazak su izrađeni tako da osiguravaju prodor zraka i sprječavanje prodora vode, te pritom osiguravaju sigurno napuštanje u slučaju prevrtanja. Potpuno zatvorene brodice moraju imati mogućnost vodonepropusnog zatvaranja i zaštitu osoba od vanjskih utjecaja. U slučaju prevrtanja osobe su

zaštićene pojasevima za spašavanje, motor će nastaviti normalan rad ili će se sigurno zaustaviti uz mogućnost ponovnog pokretanja kada se broдика vrati u početno stanje.

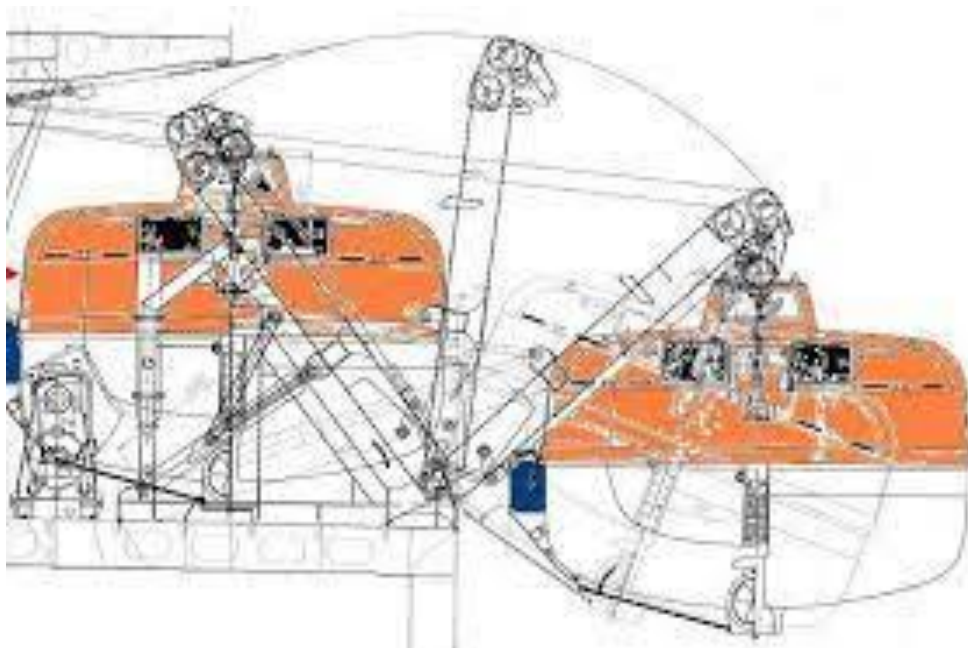
[1] [3] [5]

Sohe mogu biti:

- 1) Okretne kod manjih brodova
- 2) Prekretne ili nagibne
- 3) Gravitacijske kod većih brodova koje ovise o Hrvatskom registru brodova

Gravitacijske sohe za spuštanje brodica ili splavi koriste gravitacijsku silu odnosno omogućavaju automatsko spuštanje brodica djelovanjem vlastite težine bez utjecaja neke druge sile. Međutim to vrijedi uz uvjet da je brod nagnut u uzdužnom pravcu  $10^\circ$  i u poprečnom  $15^\circ$ . Gravitacijske sohe su najčešći sustav spuštanja brodica u more zbog svoje pouzdanosti, brzine spuštanja i niske cijene. Ovakav način spuštanja brodice zahtjeva poznavanje i uvježbanost posade sa tehnikom upravljanja i rukovanja. Proces spuštanja zatvorenih brodica gravitacijskim sohama počinje provjerom zapovjednika broda koji pregledava i utvrđuje jesu li postavljene pramčane i krmene privezaljke i jesu li izvađeni osigurači soha. Zapovjednik broda ulazi prvi u brodicu, a nakon njega ulaze putnici i članovi posade. Zamjenik zapovjednika otpušta privezaljke brodice sa sohama ukoliko se ne otpuste automatski i provjerava jesu li svi na svojim rasporedima sjedenja, te se istovremeno otvaraju svi otvori. Nakon paljenja motora počinje spuštanje brodice. Poseban sustav za zaštitu brodica za spašavanje od gorućih tekućina i sustava za opskrbu zrakom kod brodice pokreće se nakon dodira brodice s morem. Otpuštanjem kuka i privezaljki zapovjednik brodice mora udaljiti brodicu na sigurni razmak od broda. Mora se paziti da se kuka ne otpušta na visini većoj od jednog metra zbog mogućnosti otkazivanja kuke. Proces spuštanja otvorenih brodica počinje kao i kod zatvorenih brodica tako da zapovjednik broda provjerava jesu li postavljene pramčane i krmene privezaljke i osigurači soha. Nakon toga brodica se spušta do razine palube za ukrcaj i brodica se veže za koloturnik. Ulaskom putnika i članova posade kreće spuštanje brodice u more otpuštanjem priveza s koloturnika. Nakon dodira brodica s morem otpuštaju se kuke ukoliko ne postoji uređaj za otpuštanje. Najprije se otpušta kuka na krmu, a zatim kuka na pramcu. [1] [3] [5]

Sohe kojima se spuštaju brodice za spašavanje moraju imati vitlo kako bi se mogle dizati i spuštati brodice. U današnje vrijeme najviše se koristi pogon prijenosnim elektromotorima ili zračnim strojem.<sup>5</sup> Pogon za pokretanje soha mora obavezno imati centrifugalnu kočnicu. Ovakav uređaj nam služi da ograničava brzinu spuštanja brodice kako se brodice u dodiru s morem ne bi oštetila, te centrifugalna kočnica dopušta maksimalnu brzinu spuštanja koja iznosi 0.5 m/s. Centrifugalna kočnica sastoji se od utega s čeljustima koji rotiraju zajedno s osovinom bubnja. S brzinom rotacije povećava se i centrifugalna sila i zbog djelovanja takve sile utezi s čeljustima pritišću o kućište koje miruje zbog čega se koči okretanje osovine bubnja. Opruga je uređaj koji nam služi za regulaciju kod koje će se brzine upaliti kočnica. U slučaju da nam kočnica pri dizanju ne bi ometala rad možemo je isključiti posebno polugom. [1] [3]



Slika 14-Prikaz gravitacijske sohe

---

<sup>5</sup> Elektromotorni pogon može biti s elektromagnetskom kočnicom ili bez nje, a prekidač snage ugrađen je na mjestu upravljanja vitlima. Uređaj za upravljanje elektromotornim pogonom automatski se vraća u položaj << STOP >>

## 8.ZAKLJUČAK

Palubni strojevi su skupina pomoćnih brodskih strojeva koji se nalaze na palubi broda i služe za iskrcaj/ukrcaj i dizanje tereta, pritezanje broda pri manevri ili vezu, sidrenje, za manipulaciju tereta na brodu i upravljanje brodica u slučaju nužde i spašavanja. Prema ovim spoznajama najbitniji palubni strojevi zovu se vitla od koji razlikujemo teretno, sidreno i pritezno vitlo.

Analizom teretnog vitla prikazan je i objašnjen najpristupačniji način rukovanja teretom, a to je podizanje tereta vitlom i samaricom. Na modernim brodovima najčešći način pogona je sa hidrauličnim upravljanjem zato što takav pogon ima mogućnost da jedna pumpa pogoni više vitala i svako vitlo ima izravno na bubanj ugrađen hidraulični motor. Za elektromotorni pogon teretnog vitla služe istosmjerni ili izmjenični motori koji imaju zadaću pružiti maksimalna dopuštena ubrzanja, podizanja i spuštanje tereta.

Pritezno vitlo ima ulogu pritezanja broda kad je on u završnoj fazi plovidbe tj. pristajanja ili za vezanje sa drugim brodovima i kopnom. Ovakva vitla imaju horizontalnu i vertikalnu osovinu stoga razlikujemo horizontalna i vertikalna pritezna vitla. Pritezna vitla mogu se pogoniti sa stapnim strojem, elektromotorom i hidrauličkim motorom. Elektromotorni pogon priteznog vitla sadrži istosmjerne ili izmjenične motore koji se napajaju preko Ward-Leonardovog spoja i za pravilan rad moraju imati elektromagnetsku kočnicu.

Iz završnog rada može se uočiti kako je sidreno vitlo uređaj koji podiže i spušta sidro, te da se sidreni uređaj sastoji od skladišta lanca, sidrenog vitla, štopera, lanca i sidra. Bitan dio sidrenog vitla je čeljusna spojka koja omogućuje slobodno kretanje lančanog bubnja oko osovine koja miruje. Sidreno vitlo mora imati štoper kojemu je zadatak blokirati lanac dok je sidro u svom ležištu, te kao i svako vitlo mora imati pojasnu kočnicu. Pogon kod sidrenog vitla može biti elektromotor, dizelski motor i hidraulični motor. Također bitan dio palubnih strojeva su i dizalice od kojih su najbitnije palubne dizalice i dizalice brodica za spašavanje. Palubne dizalice su napajane od hidromotora koji je napajan od hidraulične jedinice. Najčešći primjer soha kod brodica za spašavanje su gravitacijske sohe.

## LITERATURA

- [1] Tino Sumić, 2006, Brodski pomoćni sustavi, Ministarstvo obrane Republike Hrvatske, Zagreb
- [2] Mateo Milković, 2005, Brodski električni strojevi i uređaji, Sveučilište u Dubrovniku, Dubrovnik
- [3] Zlatko Mičić, 2006, Brodski pomoćni strojevi i uređaji, Pomorsko-tehnička škola Dubrovnik, Dubrovnik
- [4] Velimir Ozretić, 1980, Brodski pomoćni strojevi i uređaji, Liburnija, Rijeka
- [5] Damir Zec, 2001, Sigurnost na moru, Pomorski fakultet Rijeka, Rijeka
- [6] Dubravko Vučetić, 2015, Brodski električni strojevi, Pomorski fakultet Rijeka, Rijeka

## **POPIS SLIKA**

Slika 1-Prikaz podizanja tereta vitlom i samaricom.....	4
Slika 2-Prikaz Ward-Leonardovog spoja.....	8
Slika 3-Prikaz teretnog vitla s elektromotorom i bubnjem za namatanje.....	9
Slika 4-Prikaz hidrauličkog istodobnog i pojedinačnog rada vitala na palubi .	11
Slika 5-Prikaz načina rada hidrauličkog motora.....	12
Slika 6-Prikaz niskotlačnog hidrauličkog motora s dva ventila upravljanja ....	13
Slika 7-Prikaz principa rada automatskog priteznog vitla.....	16
Slika 8-Prikaz sidrenog vitla na električni pogon.....	21
Slika 9-Prikaz sidrenog vitla na električni pogon.....	21
Slika 10-Prikaz mosne dizalice.....	24
Slika 11-Prikaz elektrohidraulične jedinice.....	26
Slika 12-Prikaz elektrohidraulične jedinice.....	26
Slika 13-Prikaz elektrohidraulične teretne dizalice .....	28
Slika 14-Prikaz gravitacijske sohe.....	31

## **POPIS TABLICA**

Tablica 1-Prikaz vrijednosti broja omatanja.....	5
--	---