

# Poklopci grotla na brodovima za prijevoz rasutog tereta

---

**Jerković, Ivan**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2021**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:164:045990>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-08-26**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository - Faculty of Maritime Studies - Split -  
Repository - Faculty of Maritime Studies Split for  
permanent storage and preservation of digital  
resources of the institution](#)



**UNIVERSITY OF SPLIT**



**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
POMORSKI FAKULTET U SPLITU**

**IVAN JERKOVIĆ**

**POKLOPCI GROTALA NA BRODOVIMA  
ZA PRIJEVOZ RASUTOG TERETA**

**ZAVRŠNI RAD**

**SPLIT, 2021.**

**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
POMORSKI FAKULTET U SPLITU**

**STUDIJ: BRODOSTROJARSTVO**

**POKLOPCI GROTALA NA BRODOVIMA  
ZA PRIJEVOZ RASUTOG TERETA**

**ZAVRŠNI RAD**

**MENTOR:  
dr. sc. Nikola Račić**

**STUDENT:  
Ivan Jerković  
(MB:0171279313)**

**SPLIT, 2021.**

## SAŽETAK

Ovaj završni rad je pisan u svrhu razumijevanja i istraživanja sustava poklopaca grotala te njihovih funkcija. Na samom početku su navedene općenite informacije o brodovima za prijevoz rasutog tereta. Zatim se navode vrste brodova na kojima se primjenjuju različite vrste poklopaca. U daljem radu donosimo detaljan opis za sve suvremene vrste poklopaca grotala te njihovih osnovnih dijelova i načina pokretanja. Pravila registra se temelje na člancima u kojima se navode sva pravila u vezi poklopaca grotala, i posljedica nastalih propuštanjem sustava poklopaca na primjeru MV Stellar Banner. Navedene su procedure i kontrolne liste za obavljanje svih radnji vezanih za rukovanje poklopcima. Na kraju je obrađena izvedba za sustav McGregor i pojednostavljena shema hidrauličkog sustava u svrhu boljeg razumijevanja funkcije sustava.

**Ključne riječi:** *poklopci, grotla, sustav, sigurnost, upravljanje*

## ABSTRACT

This thesis is written for the purpose of understanding and researching hatch cover systems and their functions. At the beginning general information on bulk carriers is provided. The types of ships on which different types of covers are applied are then listed. In the following work we provided a detailed description for all modern types of hatch covers and their basic parts and methods of operation. The rules of register are based on articles in which are listed all rules regarding hatch covers, together with consequences of water ingress on hatch cover system which are based on the example of MV Stellar Banner. Procedures and checklists for performing all actions related to hatch cover handling are listed. In final part design for the McGregor system is explained and the hydraulic system scheme is simplified in order for better understanding of how the system is functioning.

**Keywords:** *covers, hatches, system, safety, management*

# SADRŽAJ

<b>UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>OPĆENITO O BRODOVIMA ZA RASUTE TERETE.....</b>	<b>1</b>
<b>1. PRIMJENA POKLOPACA NA BRODOVIMA.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. VRSTE I PODJELA BRODOVA ZA PRIJEVOZ RASUTOG TERETA.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. PODJELA POKLOPACA GROTALA.....</b>	<b>6</b>
<b>1.2.1. KOTRLJANJE I SLAGANJE (poklopci grotala za jednosmjerno povlačenje - engl. <i>Single-pull</i> – ST).....</b>	<b>7</b>
<b>1.2.2. POKLOPCI GROTALA ZA SKLAPANJE (pokretanje hidraulički ili čelik čelom - engl. <i>Folding cover type</i> – FT).....</b>	<b>9</b>
<b>1.2.3. POKLOPCI GROTALA ZA SKLADIŠTENJE NAMATANJEM (engl. <i>Roll Stowing type</i>– CT).....</b>	<b>11</b>
<b>1.2.4. POKLOPCI GROTALA ZA UZDUŽNO I BOČNO KOTRLJANJE (engl. <i>Rolling type</i> – RT).....</b>	<b>12</b>
<b>1.2.5. POKLOPCI GROTALA ZA PODIZANJE I KOTRLJANJE (engl. <i>Piggy back</i> – PT).....</b>	<b>13</b>
<b>1.2.6. KLIZNI POKLOPCI U MEĐUPALUBI (engl. <i>Section folding</i> – ST)....</b>	<b>14</b>
<b>1.2.7. PODIŽUĆI PONTONSKI POKLOPCI (engl. <i>Lifting type</i> – LT).....</b>	<b>15</b>
<b>2. PRAVILA REGISTRA I KLASIFIKACIJSKIH DRUŠTAVA.....</b>	<b>17</b>
<b>3. ŠTETE NASTALE PROPUŠTANJEM POKLOPACA I HAVARIJAMA.....</b>	<b>19</b>
<b>3.1. SIGURNOSNE PROCEDURE PRILIKOM RUKOVANJA POKLOPCIMA GROTALA.....</b>	<b>20</b>
<b>4. PRIMJER IZVEDBE ZA SUSTAV MCGREGOR (PRINCIP RADA)</b>	<b>25</b>
<b>4.1. SUSTAV HIDRAULIKE ZA OTVARANJE I ZATVARANJE MCGREGOR POKLOPACA.....</b>	<b>29</b>
<b>ZAKLJUČAK.....</b>	<b>34</b>
<b>LITERATURA.....</b>	<b>35</b>
<b>POPIS SLIKA.....</b>	<b>36</b>

# UVOD

## OPĆENITO O BRODOVIMA ZA RASUTE TERETE

Brod za prijevoz rasutog tereta, bulker je trgovački brod specijalne izvedbe izrađen za prijevoz neupakiranog rasutog tereta, poput ugljena, sitnih žitarica, rude, cementa i čeličnih elemenata, u prostorima za teret. Prvi specijalizirani brod za prijevoz rasutog tereta je izgrađen 1852. godine. Gospodarstvo te razvoj industrije su dovele do kontinuiranog razvoja ovih brodova, što je rezultiralo povećanom veličinom i složenosti sustava. Današnji brodovi za prijevoz rasutog tereta posebno su dizajnirani da povećaju maksimalni kapacitet, sigurnost, učinkovitost i trajnost svih elemenata sustava.

U današnjim vremenima brodovi za prijevoz rasutog teret čine 21% svjetske trgovačke flote. Razvoj i unaprjeđenje tehnologija doveli su veličine mini-brodova s jednim prostorom za skladištenje rasutog tereta do mammoth tipa broda koji mogu nositi 400 000 tona pune nosivosti broda (DWT). Postoji više specijaliziranih izvedbi: neki mogu iskrcati vlastiti teret, neki ovise o lučkim objektima za iskrcaj (npr. dizalice, pumpe tereta), a neki pakiraju teret dok je ukrčan. Više od polovice svih brodova za prijevoz rasutog tereta ima grčke, japanske ili kineske vlasnike, a više od četvrtine registrirano je u Panami. Južna Koreja najveći je pojedinačni graditelj rasutih brodova, a 82% brodova za rasuti teret izgrađeno je u Aziji.

Na brodovima za rasuti teret posada je dužna obavljati sve radnje potrebne za siguran rad, upravljanje i održavanje broda, vodeći računa o sigurnosti, plovidbi, održavanju i održavanju integriteta tereta, u skladu s međunarodnim konvencijama i pomorskim zakonodavstvom. Operacije prilikom ukrcanja tereta variraju o vremenu i prilikama u kojima se brod nalazi kao i iskrcaj te predaja tereta mogu potrajati i po nekoliko dana. Brodovi za rasuti teret mogu biti bez prijenosa (ovise o terminalnu i uređajima za operacije s teretom) ili s prijenosom (s kranovima i dizalicama koji su sastavni dio broda). Posada na brodovima ovog tipa obično se sastoji od 20 do 30 ljudi, s tim da na manjim brodovima može upravljati i do 8 ljudi. Posada uključuje kapetana ili zapovjednika, palubni odjel, odjel strojarnice i odjel bijelog osoblja. Praksa prevoženja putnika na teretne brodove, nekada gotovo univerzalna, danas je vrlo rijetka i gotovo da ne postoji na brodovima za rasuti teret.[4]

Poklopci grotla postavljeni su na gornjim palubama ili na srednjim (među) palubama skladišnih prostora (odjeljaka) za ukrcaj i iskrcaj. Kada se ne rukuje teretom, grotla se zatvaraju radi zaštite tereta od vremenskih utjecaja te kontaminacije tereta. Tipično se ugrađuju na brodove s generalnim teretom, brodove za rasute terete, kontejnerske brodove, brodove za rude / naftu itd.

Svrha i funkcija poklopaca grotla je da spriječe ulazak mora u skladište i na taj način preveniraju da na teret utječu elementi poput kiše, valova, olujnih udara itd. Uz navedenu svrhu, poklopci grotla također održavaju plovidbenost u slučaju da je stabilnost ugrožena zbog ulaska vode u teretni prostor. Oni također djeluju na sprječavanje gubitka tereta i prašine koji ulaze u teretne prostore.

Poklopci grotla trebaju se postaviti u skladu s odgovarajućim propisima i pravilima organizacija kao što su Međunarodna pomorska organizacija (IMO), Međunarodna konvencija o teretnim linijama (ICLL), Klasifikacijska društva, Međunarodna organizacija rada (ILO) i nacionalna regulatorna tijela.

Poklopci grotla, poput konstrukcije trupa, konstruirani su da izdrže savijanje uslijed snažnih vanjskih sila poput valova, orkanskih vjetrova i snježnih uvjeta. Međutim, poklopci grotla se mogu lokalno deformirati kao rezultat dugog razdoblja uporabe tijekom eksploatacije ili kontakta s drugim predmetima, takve deformacije je teško detektirati i otkriti, pa se ne može osigurati vodonepropusna cjelovitost poklopaca grotla. Stoga se preporučuje da u slučaju sumnje deformacije poklopaca grotla trebaju obaviti temeljiti pregledi od strane inspektora Klasifikacijskih društava. [3] [4]

# 1. PRIMJENA POKLOPACA NA BRODOVIMA

## 1.1. VRSTE I PODJELA BRODOVA ZA PRIJEVOZ RASUTOG TERETA

Brodovi za prijevoz rasutog tereta definiraju se na različite načine. Od 1999. godine Međunarodna konvencija o sigurnosti života na moru (*engl. SOLAS - The International Convention for the Safety of Life at Sea*) brod za rasuti teret definira kao "brod izrađen s jednom palubom, gornjim bočnim spremnicima i bočnim skladištima u teretnim prostorima koji je namijenjen prvenstveno za prijevoz suhog tereta u rasutom stanju, ruda, kombiniranog tereta ili ulja i sirove nafte. Većina klasifikacijskih društava koristi širu definiciju prema kojoj je bulker svaki brod koji prevozi suhu ne pakiranu robu. Višenamjenski teretni brodovi mogu prevoziti rasuti teret, ali mogu i druge terete te nisu posebno dizajnirani za prijevoz rasutih tereta. Izraz brod za prijevoz suhog rasutog tereta (*engl. dry bulk carrier*) koristi se za razlikovanje brodova rasutih tereta od brodova za prijevoz tekućina, poput nafte, kemikalija ili nosača ukapljenog naftnog plina. Vrlo mali brodovi za rasuti teret gotovo se ne mogu razlikovati od brodova s generalnim teretom, a često se klasificiraju više na temelju upotrebe broda nego njegovog dizajna. [4]

Vrste brodova za rasuti teret su podijeljeni na:

- OBO (*engl. Ore Bulk Oil Carrier*) - opisuje brod koji nosi kombinaciju rude, rasutog tereta i ulja
- O / O (*engl. Oil Ore Carrier*) - se koristi za kombinirane nosače ulja i rude.
- VLOC (*engl. Very Large Ore Carrier*)
- VLBC (*engl. Very Large Bulk Carrier*)
- ULOC (*engl. Ultra Large Ore Carrier*)
- ULBC (*engl. Ultra Large Bulk Carrier*) - za vrlo velike i ultra velike brodove za prijevoz rude i rasutog tereta, a adaptirani su iz oznaka supertankera vrlo velikih i ultra velikih nosača sirove nafte.

Podjela brodova koji su dizajnirani za prijevoz tereta u rasutom stanju možemo podijeliti u 6 kategorija veličina [Slika 1.]:

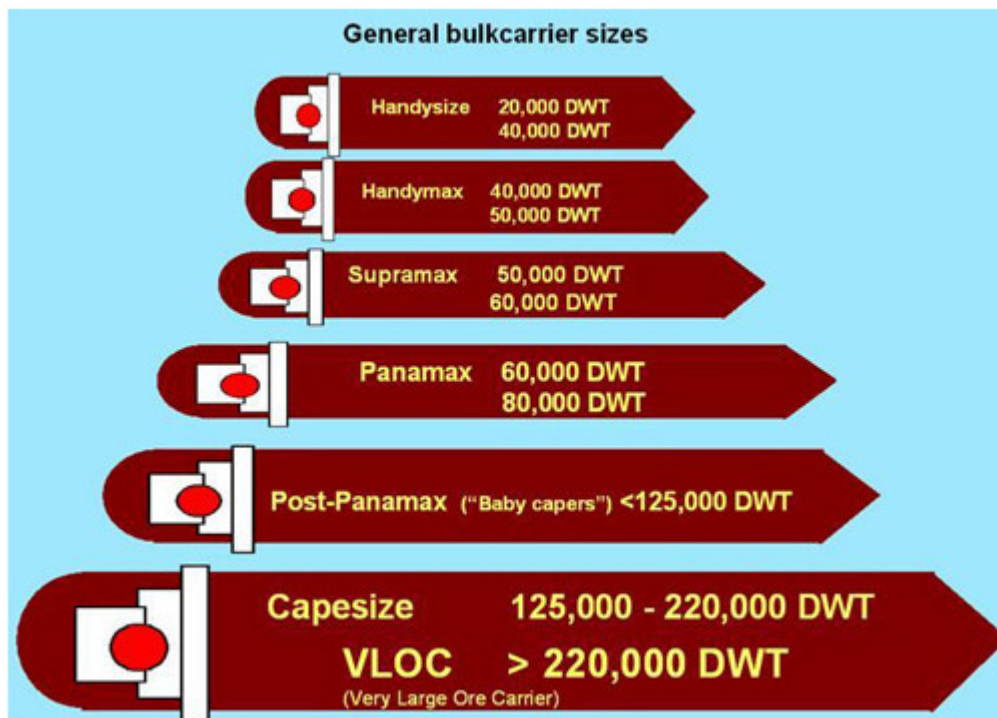
- 1.) **Handy size** - Handy size brodovi nosivosti su do 40 000 DWT. Ti brodovi su primarno upotrebljeni za prijevoz manjih količina rasutih tereta. Danas većina handysize brodova djeluje unutar regionalnih trgovačkih putova. Ovi brodovi su praktične veličine, vrlo su prikladni za male luke s ograničenjima dužine i gaza.



Njihova oprema za teret omogućuje rukovanje teretom u lukama kojima nedostaje infrastruktura za ukrcaj i iskrcaj tereta. Handysize brodove prvenstveno grade brodogradilišta u Japanu, Južnoj Koreji, Kini, Vijetnamu, Indiji i na Filipinima. Uz to, neke druge zemlje također imaju stručnost i kapacitet za izgradnju manjih bulker brodova. Danas su najtipičniji handysize veličine 32 000 DWT i gaza 10 m (33 ft). Oni se odlikuju s pet teretnih prostora s četiri palubne dizalice za rukovanje teretom.

- 2.) **Handymax / Supramax** - Handymax i Supramax su brodovi s kapacitetom manjim od 60 000 DWT. Brodovi Handymax obično imaju kapacitet između 35 000 i 50 000 DWT-a, dok su Supramax-ova skladišta relativno veća s 50 000 do 60 000 DWT-a. Ti bulkeri su pogodni za male luke s ograničenjima pristajanja brodova u ovisnosti o njihovoj dužini i gazu ili kod luka u kojima nedostaje infrastruktura za rukovanje teretom.
- 3.) **Panamax** - Brodovi Panamax imaju nosivost od 60 000 - 80 000 DWT. Ti brodovi prevoze ugljen, željeznu rudu, žitarice, uključujući čelične proizvode, cement i gnjojiva. Brodovi Panamax mogu prolaziti kroz Panamski kanal, što ih čini svestranijim od većih brodova s obzirom na pristup različitim trgovačkim putovima. Većina brodova Panamax i Post-Panamax su bez prijenosnika i stoga ih mora opsluživati oprema za rukovanje teretom na kopnu.
- 4.) **Post Panamax** - Brodovi Post-Panamax imaju nosivost od 80 000 - 110 000 DWT. Ta plovila imaju tendenciju plićeg gaza i veće širine od standardnog broda Panamax s većim teretnim kapacitetom. Ova su plovila dizajnirana posebno za utovar velikih tereta iz luka s ograničenim gazom, mana im je što ne mogu prolaziti kroz Panamski kanal.
- 5.) **Capesize** - Capesize su veliki brodovi za prijevoz rasutih tereta obično iznad 150 000 DWT. Mnogo su veći od brodova Panamax i Suezmax, kako u pogledu gaza, tako i DWT-a, pa su svrstani u VLCC, ULCC brodove za rasuti teret. Danas se grade brodovi Capesize s DWT-om do 400 000 DWT-a kako bi se zadovoljili zahtjeve za ultra velikim brodovima za rasuti teret.
- 6.) **Very Large Ore Carriers (VLOC)** - U potkategoriju Capesize spadaju vrlo veliki nosači rude (VLOC) i vrlo veliki nosači rasutih tereta (VLBC) iznad 220 000 DWT. Ovi brodovi su uglavnom dizajnirani za prijevoz željezne rude. Prema procjenama, 93% tereta teških bulkera sastoji se od željezne rude i ugljena. U novije vrijeme

izgrađeni su ogromni brodovi do 400 000 DWT ili čak više kako bi se zadovoljila sve veća potražnja za prijevoznima rasute rude. [5]



Slika 1. Podjela brodova za prijevoz rasutog tereta u ovisnosti o DWT i njihovim funkcijama [5]

## 1.2. PODJELA POKLOPACA GROTALA

Brodovi za prijevoz rasutog tereta opremljeni su otvorima na trupu kako bi se na efikasan i učinkovit način obavio proces prekrcaja tereta. Postoje dva tipa pristupa teretu kod bulkera, a to su okomiti i horizontalni pristup. Kod brodova za okomiti pristup teretu otvori se nalaze na glavnoj palubi i među palubama, a čine ih grotla s poklopcima grotala. Kod brodova za horizontalni pristup teretu, otvori su na pramcu, krmi ili bokovima broda. Poklopci grotala omogućavaju siguran pristup teretu tijekom operacije iskrcaja i ukrcaja tereta u luci, brzo i efikasno prekrcavanje tereta što umanjuje troškove zastoja u luci te postizanje nepropusnosti od vremenskih uvjeta i nekontroliranog otvaranja poklopaca tijekom navigacije i plovidbe.[1]

Poklopci grotala se mogu podijeliti u nekoliko izvedbi, a to su tipovi:

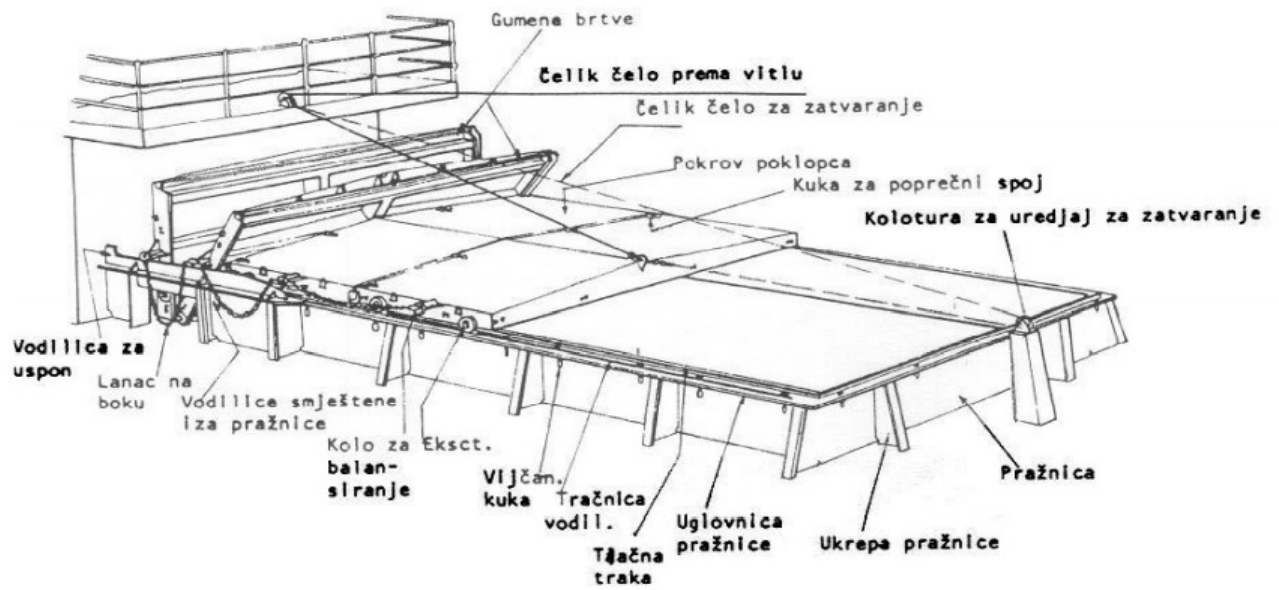
- Kotrljanje i slaganje (*engl. Single-pull - ST*)
- Sklapanje (*engl. Folding cover type - FT*)
- Skladištenje namatanjem (*engl. Roll Stowing type- RST*)
- Kotrljanje (*engl. Rolling type - RT*)
- Podizanje i kotrljanje (*engl. Piggy back - PT*)
- Klizaje / skupljanje (*engl. Section folding – ST*)
- Podizanje pontonski poklopci (*engl. Lifting type – LT*)

### **1.2.1. KOTRLJANJE I SLAGANJE (poklopci grotala za jednosmjerno povlačenje - *engl. Single-pull – ST*)**

Poklopci za jednosmjerno povlačenje se sastoje od niza uskih ploča koje se protežu dužinom grotla (*engl. hatchway*) i povezani su lancima. U zatvorenom položaju, rubovi ploče čvrsto nasjedaju na nosač grotla što omogućava preuzimanje težine poklopca na konstrukciju. Neposredno unutar bočne ploče nalazi se gumena brtva pričvršćena na poklopac, koja leži na čeličnoj kompresijskoj šipki koja tvori vodonepropusnu brtvu. Iz bočnih pražnica (*engl. hatch coaming*) na kraju grotla gdje se nalaze poklopci, protežu se čelične vodilice koje služe za otvaranje i zatvaranje grotla pomoću povlačenja poklopca po čeličnim vodilicama. Iako poklopci s jednosmjernim povlačenjem rijetko prelaze širinu od 16 m, mogu se proizvesti tipovi veće veličine [Slika 2.]. [6]

Cjeloviti poklopac grotla sastoji se od više sekcija, koje pokrivaju širinu grotla, a međusobno su povezani lancem. U zatvorenom položaju poklopca bokovi sekcija izravno naliježu na vodoravni profil pražnice grotla, pričvršćuju se (zaključavaju) za taj profil, koji ujedno nosi težinu poklopca grotla. Unutar bočnog lima poklopca grotla, pričvršćena je gumena brtva za poklopac, koja se naslanja na čeličnu tlačnu traku s kojom ostvaruje nepropusnost brtve. Na kraju pražnice grotla nastavljaju se čelične tračnice, koje omogućavaju da se pojedinačne sekcije poklopca pomiču u svoj položaj za slaganje, kada je grotlo otvoreno. [1]

Otvaranje i zatvaranje ovog poklopca vrši se pomoću žice koja je spojena s vitlom dizalice što omogućava postepeno povlačenje poklopca po čeličnim vodilicama te lancima koji se spajaju na bokove poklopca. Osnovni dijelovi i glavni elementi poklopca grotla za jednosmjerno povlačenje prikazani su na slici [Slika 2.]. [1]

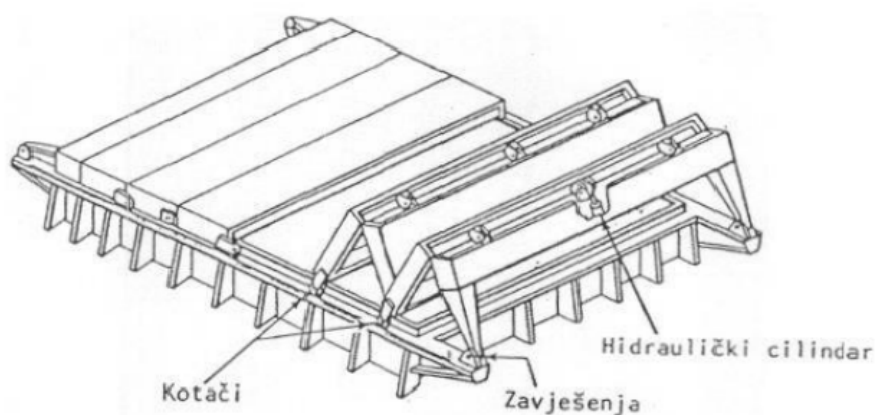


Glavni elementi opreme poklopca grobla za jednosmjerno povlačenje

Slika 2. Osnovni dijelovi i glavni elementi poklopca grobla za jednosmjerno povlačenje [1]

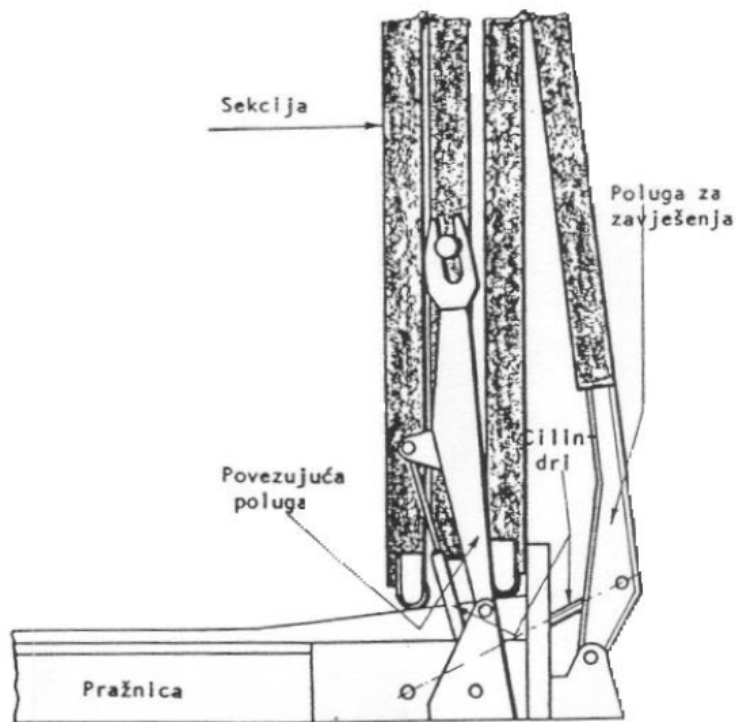
### 1.2.2. POKLOPCI GROTALA ZA SKLAPANJE (pokretanje hidraulički ili čelik čelom - engl. *Folding cover type – FT*)

Poklopci grotala za sklapanje mogu se postaviti na izloženu palubu (engl. *weather deck*) i na otvorima međupalube (engl. *Tween decks*). U svom najjednostavnijem obliku, ova vrsta poklopca grotla sastoji se od dvije ploče s ravnim vrhom, slične u osnovnoj konstrukciji onima s jednosmjernim povlačenjem. Složena konfiguracija može imati tri ili više ploča na svakom kraju grotla, iako su rijetke izvedbe s nejednakim brojem ploča. Poklopci pokretani žicom (engl. *back-haul wire*) koji imaju više od dvije ploče zahtijevaju posebno namještanje i njihov rad je zato spor [Slika 3.].[6]



**Slika 3. Shema poklopca grotala za sklapanje [1]**

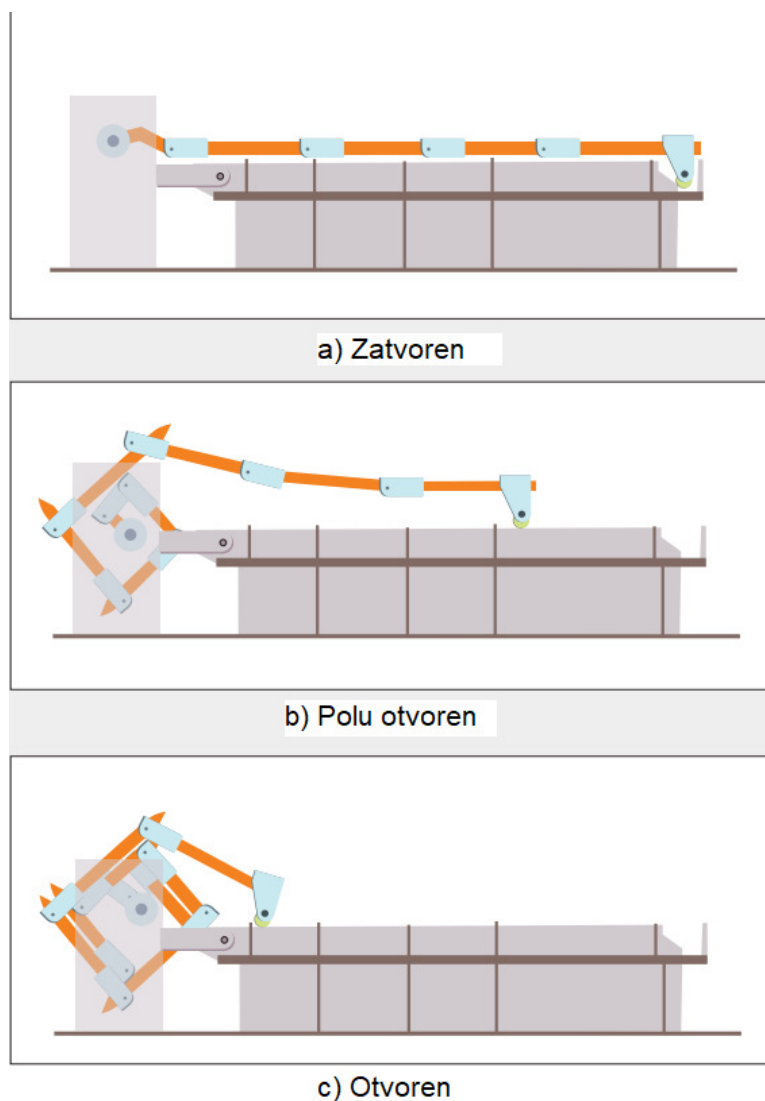
Mehanizam poklopca za sklapanje sastavljen je iz manje sekcija, koji su pogonjeni pomoću vanjskih hidrauličkih cilindara. Ovo rješenje čine četiri sekcije pokretane s četiri hidraulička cilindra i odgovarajućim jakim polugama, a upotrebljavaju se na izloženim palubama (engl. *weather deck*) [Slika 4.]. [2]



Slika 4. Mehanizam poklopca za sklapanje sastavljen iz manje sekcija [2]

### 1.2.3. POKLOPCI GROTALA ZA SKLADIŠTENJE NAMATANJEM (*engl. Roll Stowing type– CT*)

Kod poklopca grotala za skladištenje namatanjem upravljanje se vrši namatanjem na bubanj u svrhu skladištenja pri operacijama s teretom. Poklopac grotla sastoji se od većeg broja sekcija, koje prekrivaju grotlo i čija je pojedina sekcija uvijek nešto dulja od prethodne sekcije gledano iz smjera skladištenja. Vodeća sekcija poduprta je s jednim parom kotača, koji se oslanjaju na vodilicu na bočnim krajevima pražnice grotla. Poklopci za skladištenje namatanjem ne zahtijevaju otklinjavanje (otključavanje) ili podizanje prije postupka otvaranja [Slika 5.]. [2]



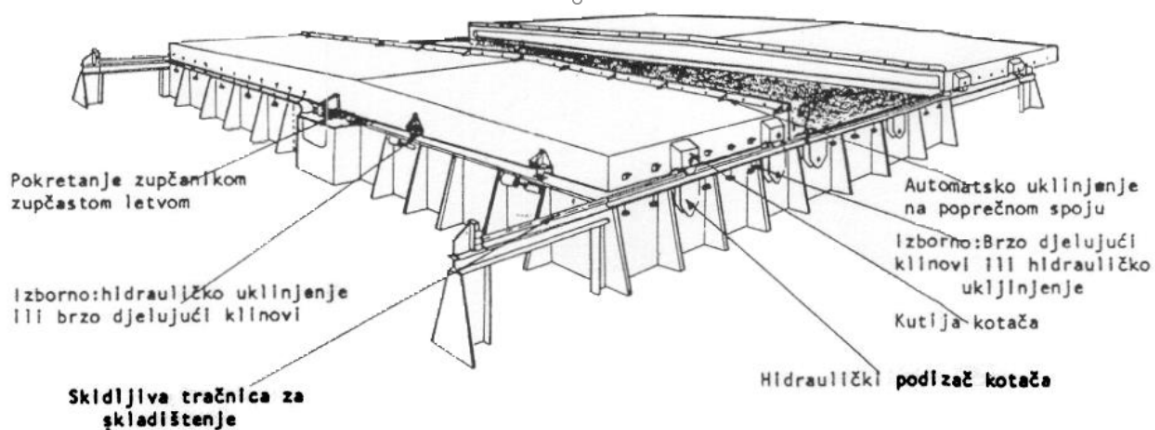
Slika 5. Primjer poklopca grotala za skladištenje namatanjem [3]



#### 1.2.4. POKLOPCI GROTLA ZA UZDUŽNO I BOČNO KOTRLJANJE (*engl. Rolling type – RT*)

Tip poklopca za uzdužno i bočno kotrljanje ugrađuje se na velike brodove za prijevoz rasutog tereta, OBO brodove i kombinirane bulkere. Sastoji se od dva velika poklopca na svakom otvoru, na električnim panelima se obavlja otvaranje poklopaca kako bi se omogućio siguran pristup skladištu. Poklopci su teški i zahtijevaju hidraulički sustav podizanja i / ili lančanog pogona kako bi ih podigli u položaj koji omogućuje otvaranje i kotrljanje po čeličnim vodilicama. [3]

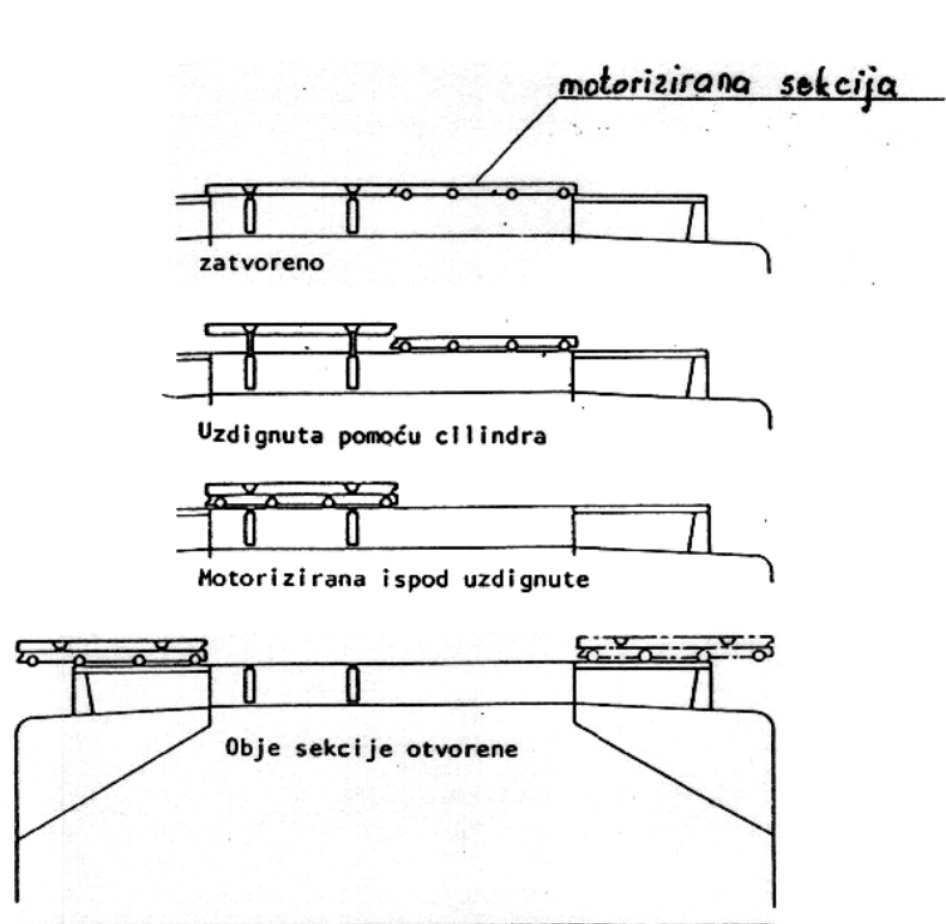
Prije početka operacije otvaranja poklopca grotla, poklopci se moraju otkliniti (otključati) i zatim podignuti u položaj za pokretanje – kotrljanje. Uređaji za kotrljanje sekcija stavljaju se istovremeno u pogon za obje sekcije ili sekciju po sekciju [Slika 6.]. [2]



Slika 6. Shema i dijelovi poklopca za uzdužno i bočno kotrljanje [2]

### 1.2.5. POKLOPCI GROTLA ZA PODIZANJE I KOTRLJANJE (*engl. Piggy back* – PT)

Poklopci za podizanje i kotrljanje razvili su se na principu poklopaca za bočno i uzdužno kotrljanje. Svaki se poklopac sastoji od dvije ploče, od kojih jedna ima pogonske kotače. Četiri hidraulička cilindra koja djeluju vertikalno prema gore postavljene su na pražnice grotla i uklinjuju se na bočnim strana poklopca grotla. Ti cilindru podižu sekciju poklopca dovoljno visoko iznad pražnice da se omogući drugoj motoriziranoj ploči dokotrljavanje ispod nje. Zatim se gornja ploča spušta na donju motoriziranu ploču tako da se obje mogu pomicati zajedno [Slika 7.]. [2] [6]

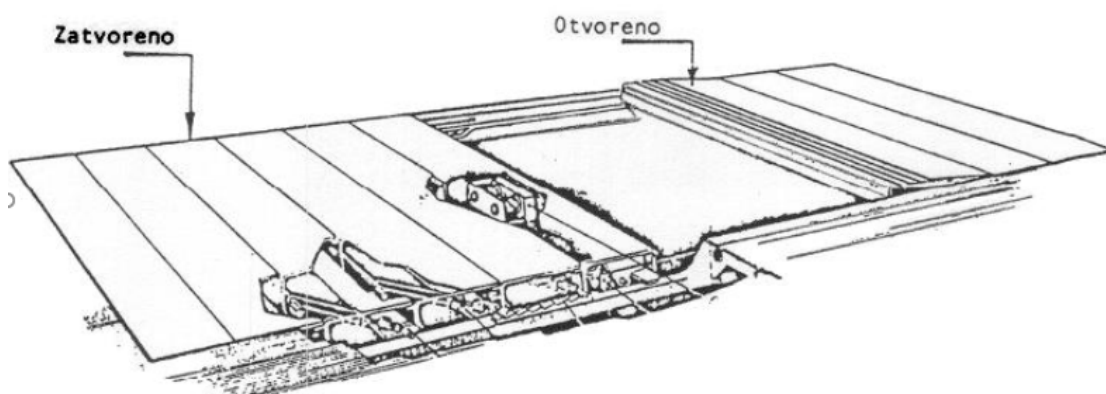


Slika 7. Primjer poklopca grotla za podizanje i kotrljanje [2]

### 1.2.6. KLIZNI POKLOPCI U MEĐUPALUBJI (*engl. Section folding – ST*)

Klizni poklopci u međupalublju (*engl. tween decks*) izrađeni su od osam sekcija, koje kližu jedna ispod druge pri otvaranju poklopca grotla. Na slici je prikazana polovica poklopca grotla u procesu otvaranja, a druga polovica u zatvorenom položaju. Poklopci grotala mogu podnositi uobičajena opterećenja od tereta i mogu se opremiti i elementima za pričvršćenje spremnika, ukoliko im je konstrukcija dovoljno pojačana.

Za vrijeme otvaranja kotač na vodećoj sekciji se podiže preko rampe i pri tome spušta ulazni kraj sekcije ispod slijedeće sekcije, dok se ista ne nađe u potpunosti ispod druge sekcije. Kad se dostigne taj položaj, dvije vodeće sekcije, koje su jedna ispod druge, pokreću se zajedno na isti način sve dok se ne nađu u položaju ispod treće sekcije. Opisani postupak se nastavlja sve dok sve sekcije ne dođu u položaj jedna iznad druge. Iz tog položaja, sve složene sekcije, mogu se zakrenuti za devedeset stupnjeva i tako osloboditi najveći mogući prostor za otvor grotla [Slika 8.]. [2]



Slika 8. Klizni poklopci u međupalublju [2]

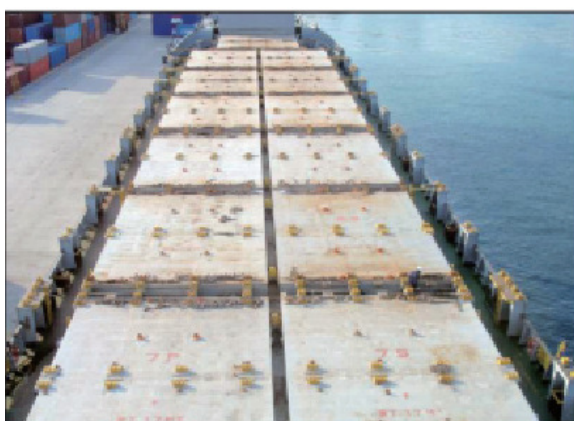
### 1.2.7. PODIŽUĆI PONTONSKI POKLOPCI (*engl. Lifting type – LT*)

Pontonski poklopci grotala su najjednostavniji tip poklopaca grotala i jednostavno se podižu ili spuštaju na pražnice grotla, a postoje dva osnovna tipa:

- poklopci grotla iz jedne sekcije za izložene palube
- poklopci iz više sekcija, za međupalublje, kod brodova s više paluba

Konstrukcija ovih poklopaca grotala ista je kao i kod ostalih poklopaca grotala i sastoji se od limova s odgovarajućim ukrepljenjima pomoću profila. Često se, zbog svojih velikih dimenzija, izvode iz čelika povišene čvrstoće radi smanjenja njihove težine. Uklinjenje se vrši na isti način kao i na ostalim tipovima poklopaca grotala. Nepropusnost se postiže pomoću gumene brtve i tlačnom uglavnicom te kanalom za odvodnju, slično kao kod poklopaca za jednosmjerno povlačenje.

Poklopci iz jedne sekcije su veliki i teški i time nezgodni za rukovanje te se obično potpuno skidaju s broda i postavljaju na prostore terminala ili se odlažu na susjedni poklopac (ako je isti zatvoren). Ovo je prednost za velike brodove zbog zapremnine skladišta gdje su dimenzije grotala vrlo velike i omogućavaju veliku količinu ukrcavanja tereta, tako da je površina palube vrlo mala i nema mjesta za skladištenje sekcija poklopaca grotala [Slika 9.]. [2]



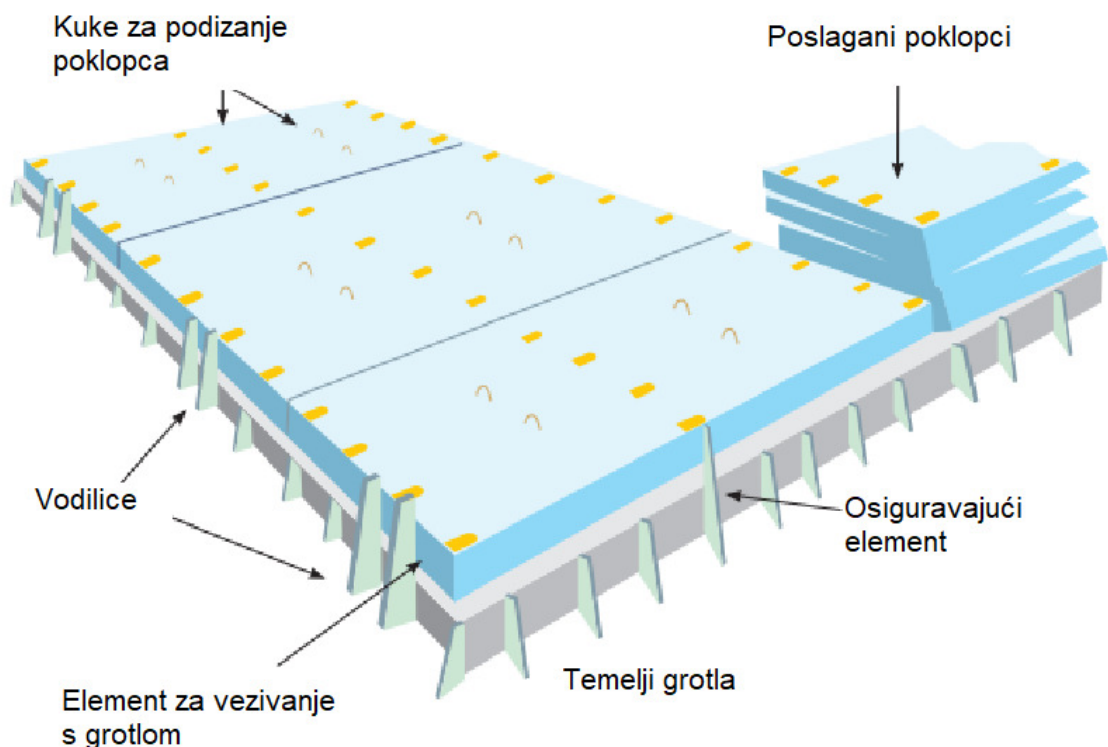
Zatvoreni poklopci grotala



Odloženi poklopci na terminalu za vrijeme prekrcaja tereta

**Slika 9. Tip poklopaca iz jedne sekcije [3]**

Pontonski poklopci u međupalublju izvide se iz više sekcija, na način da se lako mogu izvlačiti i odlagati na izloženoj palubi. Težine ovih poklopaca grotala ograničene su kapacitetom broskog teretnog uređaja, a ponekad i dizalicama na kopnu. Podizanje sekcija poklopaca grotala vrši se teretnim uređajem neposredno nakon otključavanja poklopca grotla. Pontonski poklopci grotala pogodni su za izložene palube i za međupalublja te se koriste kod brodova za spremnike, brodova za teglenice, na samim teglenicama i u međupalublja kod brodova za opće terete. Sve se više koriste i na specijalnim brodovima za teške terete, jer se mogu izvesti posebno jake konstrukcije. Ovi poklopci grotala se izvide s potpuno ravnim pokrovom te su pogodni za izoliranje kod brodova za hladene terete i terete koji se skladište u međupalublju [Slika 10.]. [2]



**Slika 10. Pontonski poklopci u međupalublju [3]**

## 2. PRAVILA REGISTRA I KLASIFIKACIJSKIH DRUŠTAVA

INTER-GOVERNMENTAL MARITIME CONSULTATIVE ORGANIZATION je osnovala konvenciju ILL (International Convention on Load Lines) održane 5.4.1966. u skladu s ugovornim vladama da bi se ostvarila standardizirana načela i pravila s obzirom na ograničenja koja brodovi mogu imati tijekom međunarodnih putovanja.

Opće obveze po konvenciji koje se ističu u prvom članku su (Article 1):

(1) Ugovorne vlade obvezuju se izvršiti odredbe ove Konvencije i njezinih aneksa koji će biti sastavni dio ove konvencije. Svako pozivanje na ovu Konvenciju istovremeno predstavlja pozivanje na Anekse

(2) Ugovorne vlade poduzet će sve mjere koje bi mogle biti potrebne za provedbu ove Konvencije

Pravilnik 13 (*engl. Regulation 13*) sadrži zahtjeve za poklopce grotla u vezi:

(Položaj 1) Odnosi se na izložene palube i mjesta na povišenim nadgrađima te na izloženim palubama nadgrađa na poziciji ispred točke smještene na četvrtini dužine broda od prednje okomice (perpendikulare)

(Položaj 2) Pražnice i poklopci grotala na pozicijama nagrađa i međupaluba moraju zadovoljavati propise Uprave

Pravilnik 15 (Regulation 15) sadrži zahtjeve za poklopce grotla u vezi:

(4) Ako su poklopci izrađeni od mekog čelika, čvrstoća će se izračunati s pretpostavljenim opterećenjima ne manjim od 1,75 tona po kvadratnom metru (*engl. 358 pounds per square inch*) na otvorima u položaju 1 i ne manjim od 1,30 metričkih tona po kvadratnom metru (*engl. 266 pounds per square inch*) na otvorima u položaju 2, a umnožak tako izračunatog najvećeg naprezanja i faktora 4,25 ne smije premašiti minimalnu konačnu čvrstoću materijala. Oni moraju biti projektirani tako da ograniče otklon na najviše 0,0028 puta raspona pod tim opterećenjima. [7]

Konvencija o nadvođu predviđa dvije kategorije brodova, kada su u pitanju otvori na trupu broda :

- tip A, brodovi za tekuće terete koji imaju male ulaze u tankove tereta na palubi
- tip B, svi ostali brodovi koji imaju veće otvore na glavnoj palubi ili bokovima, pramcu i krmi broda

Navedena dva tipa broda imaju i različite zahtjeve za veličinu nadvođa, zbog različite potrebe za rezervnom istisninom (u slučaju prodora vode u neke od skladišta ili druge brodske prostore). Konvencija propisuje i vodonepropusnost i nepropusnost na vremenske nepogode. Poklopci grotala moraju zadovoljiti kriterij nepropusnosti na vremenske nepogode, koji je blaži od kriterija za vodonepropusnost, koji se zahtijeva samo kao poseban zahtjev i to kod brodova za specifične namjene (brodovi za opasne terete koji ne smiju doći u dodir s vanjski okruženjem).

Mehanički pokretani poklopci grotala moraju zadovoljiti zahtjeve konvencije:

- brzinu otvaranja, odnosno zatvaranja u roku od cca 10 m/min
- vrijeme otvaranja ili zatvaranja poklopaca grotala je cca 1 do 2 min. Međutim, ovome vremenu treba pridodati i vrijeme potrebno za konačno osiguranje (zaključavanje) poklopca grotla koje traje nešto dulje, a ovisi o sustavu za zaključavanje, koji mogu biti ručni i automatski (morski vez)

Kod izbora tehničkog rješenja poklopaca grotala mora se voditi računa o:

- tipu i veličini broda
- sastavu i broju posade
- razmještanju ostale opreme na palubi - mogućim posebnim uvjetima eksploatacije broda

Međunarodnom konvencijom o nadvođu 1966. godine određuje se i visina pražnice grotla. Ona je iznosila 450 mm za grotla koja su iza nadgrađa, 600 mm za grotla koja su ispred nadgrađa, visinu od 750 mm zahtijevaju lučke vlasti zbog sigurnosti lučkih radnika do 1100 mm koju zahtijeva IMO rezolucija. Potpuno ravne gornje palube zahtijevaju se kod brodova za razne posebne namjene (kod brodova za teret na kotačima, brodovima za spremnike ili putničkim brodovima). [1]

### 3. ŠTETE NASTALE PROPUŠTANJEM POKLOPACA I HAVARIJAMA

Štete nastale propuštanjem poklopaca su česti razlozi zbog potapanja mnogih bulker brodova. Poklopci sami po sebi imaju nepropusna svojstva međutim ukoliko se časnici i dežurni radnici ne pobrinu za održavanje i redovite preglede može doći do velikih šteta za kompaniju i posadu. Jedan od primjera štete nastale propuštanjem poklopca je potonuće broda MV Stellar Banner.

Osoblje uprave Maršalovih otoka (*engl. Marshall Islands*)-uočili su na Marshallovim otocima da se brod MV Stellar Banner nasukao oko 100 kilometara od obale Sao Luisa 24. veljače 2020. godine, kada je krenuo s pomorskog terminala Vale's Ponta da Madeira s više od 270 000 tona željezne rude prema Kini. Svih 20 članova posade nakon toga je evakuirano u dobrom stanju. Posada je odlučila nasukati brod zbog štete na poklopcima grotla i prodorom vode unutar prostora skladišta kako bi izbjegli daljnje opasnosti, međutim ta odluka nije bila dovoljno ispitana. Brod su vratili na površinu nakon par mjeseci nakon uklanjanja otprilike 145 000 tona željezne rude iz skladišta broda. Zbog stanja broda donesena je odluka da se brod potopi u dublje vode s preostalom željeznom rudom na brodu. Vlasti su rekle da ne vjeruju da preostala željezna ruda predstavlja prijetnju morskom okolišu.

Stellar Banner je u vlasništvu i njime upravlja južnokorejska kompanija Polaris, a ustupljen je brazilskom rudarskom isporučitelju Valeu za prijevoz željezne rude iz Brazila u Kinu. Ubrzo nakon nasukanja, Vale je izvijestio da je, na temelju izvještaja Polaris Shippinga, brod pretrpio oštećenja na svom pramcu u pomorskom kanalu dok je izlazio iz luke i nasukao se kako bi spriječio da potone. Stručnjaci su kasnije iz izvješća utvrdili da je oštećeni dio Stellar Banner-a bio dugačak 25 metara u blizini desnog pramca. Akciju spašavanja vodila je nizozemska ekipa SMIT Salvage uz pomoć brazilske mornarice. [8]





**Slika 11. Potonuće MV Stellar Bannera [8]**

### **3.1. SIGURNOSNE PROCEDURE PRILIKOM RUKOVANJA POKLOPCIMA GROTALA**

Poglavlja i pravila ISM koda trebaju sadržavati postupke za ukrcaj, iskrcaj, balastiranje, debalastiranje, osiguranje šahtova (*engl. manholes*), praznih balastnih cijevi, ispitivanje kaljužnih sustava, ispitivanje alarma i održavanje čišćenja skladišta kao priprema za sljedeći teret. Sigurno poštivanje ovih postupaka i bilježenje detalja u odgovarajuće dnevnikе vrlo je važno za siguran i pravilan rad na bulker brodovima.

Svi članovi posade moraju se upoznati s vrstama tereta koji se prevoze te svih posebnih postupaka i operacija pri rukovanju s teretom, zapisivanje posebnih napomena u dnevnik potrebno je zbog pravnih i inspekcijskih razloga pogotovo za sustave ventilacije i osjetljive opreme kod poklopaca grotala.

Dežurni časnici i članovi posade dužni su redovito pregledavati poklopce grotala, a ako se utvrde bilo kakve štete ili nedostaci, trebaju se poduzeti potrebne procedure kako bi se osigurala nepropusnost integriteta grotla. Za referencu su predviđeni općenite Kontrolne Liste Za Inspekciju Grotla (*engl. Hatch Inspection Checklists*) za plovila koja se koriste prilikom pregledavanja poklopaca grotla i drugih vodonepropusnih otvora da se poveća sigurnost tijekom prijevoza te da se smanji utjecaj morske vode ili zapljuskivanja morske vode na prostore poklopaca skladišta [Slika 12.] [Slika 13.]. [9]

**Checklist 1 (Single pull, Side rolling, Folding Type , etc.)**

<b>Vessel</b>		<b>Date</b>	
<b>Hatch No.</b>		<b>Port</b>	

<b>Items</b>	<b>Condition</b>	<b>Action</b>
1) Outer structure		
2) Inner structure		
3) Coaming structure		
4) Opening/Closing		
5) Hydraulic jacks		
6) Hydraulic pipes		
7) Steel-to-steel contact		
8) Panel alignment		
9) Landing pad		
10) Wheel track-way		
11) Pulling chains/rollers		
12) Side/end quick acting cleat		
13) Joint cleat (wedge)		
14) Rubber seal packing		
15) Rubber seal retaining channel		
16) Compression bar		
17) Double drainage channel		
18) Double drainage sill		
19) Non-return drain valve		
20) Trace of leakage on inner coaming		
21) Cargo hold access hatch		
22) Cargo hold ventilator		
23) Insulation (reefer carrier)		

**Comments :**

Signed : \_\_\_\_\_  
Master

Signed : \_\_\_\_\_  
Chief deck officer

Signed : \_\_\_\_\_  
Superintendent

**Slika 12. Primjer checkliste za poklopce grotla br.1 [3]**

**Checklist 2 (Pontoon type - Tarpaulin)**

<b>Vessel</b>		<b>Date</b>	
<b>Hatch No.</b>		<b>Port</b>	

<b>Items</b>	<b>Condition</b>	<b>Action</b>
1) Hatch structure		
2) Pontoon structure		
3) Lifting socket		
4) Lifting eye		
5) Coaming structure		
6) Tarpaulin		
7) Securing net		
8) Securing rope		
9) Batten bar		
10) Wooden wedge		
11) Rope, net hook		
12) Trace of leakage on inner coaming		
13) Cargo hold access hatch		
14) Cargo hold ventilator		

**Comments :**

Signed : \_\_\_\_\_  
Master

Signed : \_\_\_\_\_  
Chief deck officer

Signed : \_\_\_\_\_  
Superintendent

**Slika 13. Primjer checkliste za poklopce grotla br.2 [3]**

Sigurnosne procedura prilikom rukovanja poklopaca grotala i skladišta sastoje se od faze otvaranja i zatvaranja poklopca grotla :

#### 1.) PRILIKOM OTVARANJA POKLOPCA GROTLA [9]

- Prije otvaranju poklopca grotla mora biti obaviješten dežurni časnik (*engl. Duty officer*)
- Uvijek vodite računa o sigurnosti ljudi i članova posade prilikom operacije prekrcaja tereta i opasnih poslova
- Nikada ne otvarajte više od jedne sekcije poklopaca istodobno
- Provjerite je li u skladišnom prostoru poklopca grotla oslobođeno za normalnu proceduru od osoblja, opreme ili nekih elemenata koji mogu uzrokovati zastoje
- Spojite žice za sigurnosnu provjeru na sustav napajanja, s kontrolama spojenim u ispravnom položaju .prije otkopčavanja kopči
- Otkočite sve kopče
- Osigurajte da je prostor oko poklopca oslobođen od osoblja ili opreme da ne bi došlo do ozljede posade ili kvara na sustavu
- Postavite članove posade da nadgledaju sve strane grotla tijekom otvaranja.
- Podignite poklopac grotla u položaj kotrljanja dizalicama ili sustavom podizanja i osigurajte da vodilice
- Provjerite jesu li lanci za vuču u ispravnom položaju
- Započnite s otvaranjem poklopca grotla, isprva polako, a zatim normalnom radnom brzinom, pri otvaranju usporite do slaganja. Pri otvaranju poklopca grotla mora se biti vrlo oprezan, pogotovo ako nije moguće kontrolirati radnu brzinu
- Pazite da lanci za vuču ostanu slobodni i da ne koče vodilice ili gornji dio poklopca
- Nikad ne pokušavajte ručno ukloniti prepreke prilikom pomicanja poklopca
- Osigurajte poklopce grotla u otvorenom položaju prije isključivanja napajanja ili uklanjanja žica za vuču i povratak
- Ugradite prijenosne rukohvate tamo gdje su postavljeni uz napomenu da to treba učiniti u odgovarajuće vrijeme ovisno o vrsti poklopca

## 2.) PRILIKOM ZATVARANJA POKLOPCA GROTLA [9]

- Dežurnog časnika treba obavijestiti prije zatvaranja bilo kojeg poklopca grotla
- Uvijek vodite računa o sigurnosti ljudi i članova posade prilikom operacije prekrcaja tereta i opasnih poslova
- Osigurajte da se na vrhu ne nalazi teret, otpad, alati itd
- Osigurajte da su odvodni kanali i ulazi u odvodne ventile slobodni
- Provjerite da na poklopcima i brtvama grotla nema opasnih elemenata
- Provjerite jesu li popravljena oštećenja tragova kotača, kompresijskih šipki i podloga vodilica
- Komunikacijom osigurajte da su osobe oko poklopca van dohvata pokretnih dijelova
- Provjerite jesu li lanci za vuču u ispravnoj poziciji
- Uključite sustav napajanja
- Pričvrstite žicu za vuču i žicu (*engl. back-haul wire*) za povratak.
- Uklonite prijenosne rukohvate tamo gdje su postavljeni uz napomenu da to treba učiniti u odgovarajuće vrijeme ovisno o vrsti poklopca grotla
- Otpustite kuke i žice za zaključavanje ili odlaganje poklopca
- Postavite članove posade da nadgledaju sve strane grotla tijekom zatvaranja

#### 4. PRIMJER IZVEDBE ZA SUSTAV MCGREGOR (PRINCIP RADA)

Princip rada za izvedbu sustav mcgregor ću opisati na temelju videa koji prikazuje redosljed prilikom prekrcaja tereta te postupaka i operacija u luci. U videu se opisuje princip rada za brod s mješovitim teretom koji ima sposobnost ukrcanja raznih vrsta tereta (*npr. kontejnera, jahti, bala slame, rude, žita, željeznih konstrukcija, spremnika itd.*)

Na ovoj vrsti broda sustavom za otvaranje i zatvaranje skladišta se upravlja pomoću mehanizma poklopca za sklapanje sastavljenih iz manje sekcija koji se upravljaju pomoću hidrauličkih cilindara. Unutar skladišta nalaze se pontonski poklopci koji omogućavaju odjeljivanje raznih sekcija unutar skladišta te dizalica koje upravljaju njima. [10]

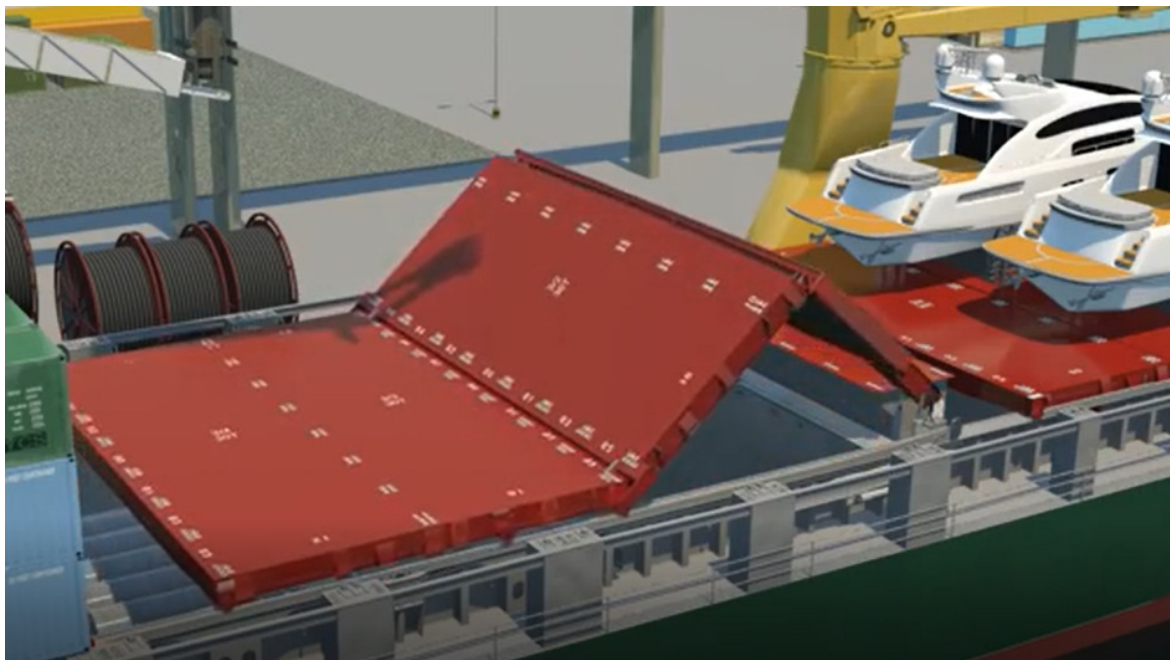
Princip rada sustava ide procedurom:

1. Brod s ukrcanim teretom stiže u luku i privezuje se na terminal [ Slika 14.]
2. Pomoću dizalica bale slame koji su pozicionirane na površini poklopca se iskrcavaju na terminal [Slika 14.]
3. Nakon iskrcanja bala slame omogućava se upravljanje poklopcima grotlima te se obavljaju sve potrebne procedure za otvaranje skladišta [Slika 15.]
4. Kad je skladište otvoreno dizalicama se pomiču ploče za razdjeljivanje sekcija unutar međupalublja na predviđeno mjesto na brodu kako bi oslobodili prostor za naknadne radnje [Slika 16.]
5. Unutar skladišta se pomiču konzole međupalublja koje služe za pravilno centriranje ploča u vertikalnom položaju te se ploča centrira u određenoj poziciji, ove radnje se obavljaju pomoću dizalica [Slika 17.]
6. Nakon pravilno centrirane ploče postavljaju se stošci za pravilno nasjedanje druge ploče na prvu u vertikalnom položaju te se skupa očvršćuju brtvom da ne dođe do kontaminacije susjednog skladišta unutar kojeg se nalazi druga vrsta tereta. Uz to izoliraju se površine konzola ukoliko je riječ o sipkom ili tekućem teretu [Slika 18.]
7. Kad su svi preduvjeti ispunjeni upravlja se sustavom djelomičnog zatvaranja skladišta i ostavlja se otvorena površina za ukrcaj u izolirano skladište [Slika 19.]
8. Na terminalu se pokreću sustavi za ukrcaj predviđenog tereta i skladište se puni do određene razine [Slika 20.]

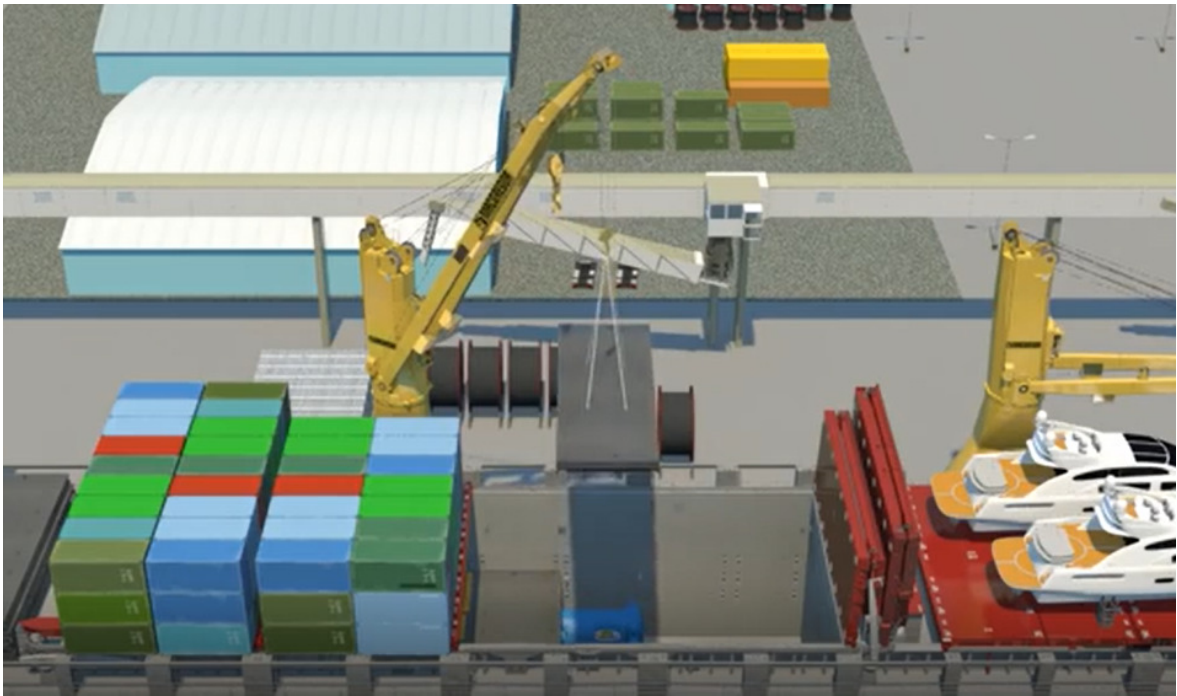
9. Nakon ukrcaja potrebne količine tereta skladište se zatvara po procedurama koje su opisane u ranijem poglavlju te brod može nastaviti plovidbu



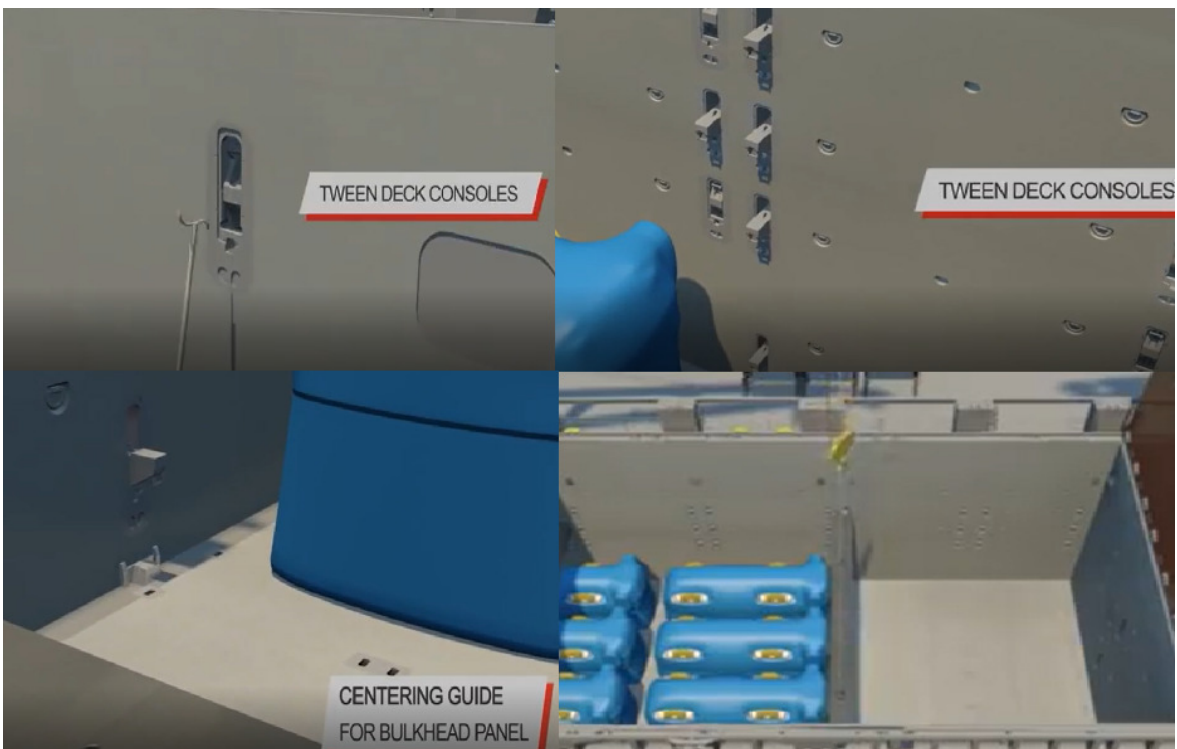
**Slika 14. Slika procedure 1 i 2 [10]**



**Slika 15. Slika procedure 3 [10]**

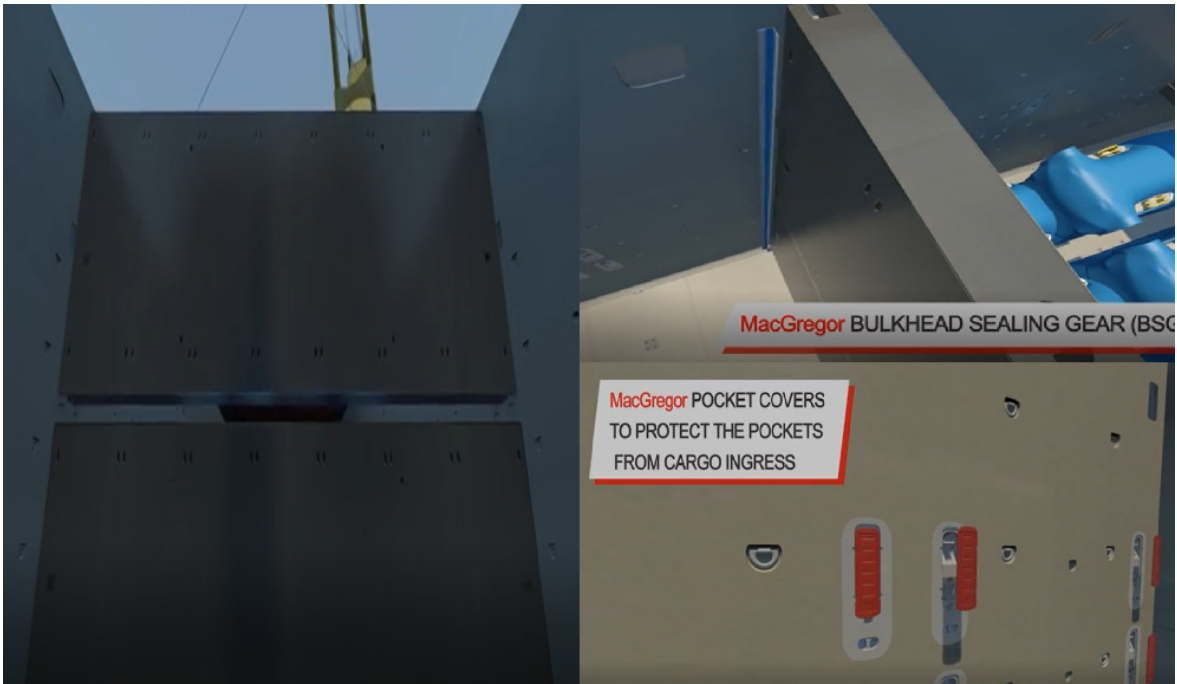


Slika 16. Slika procedure 4 [10]

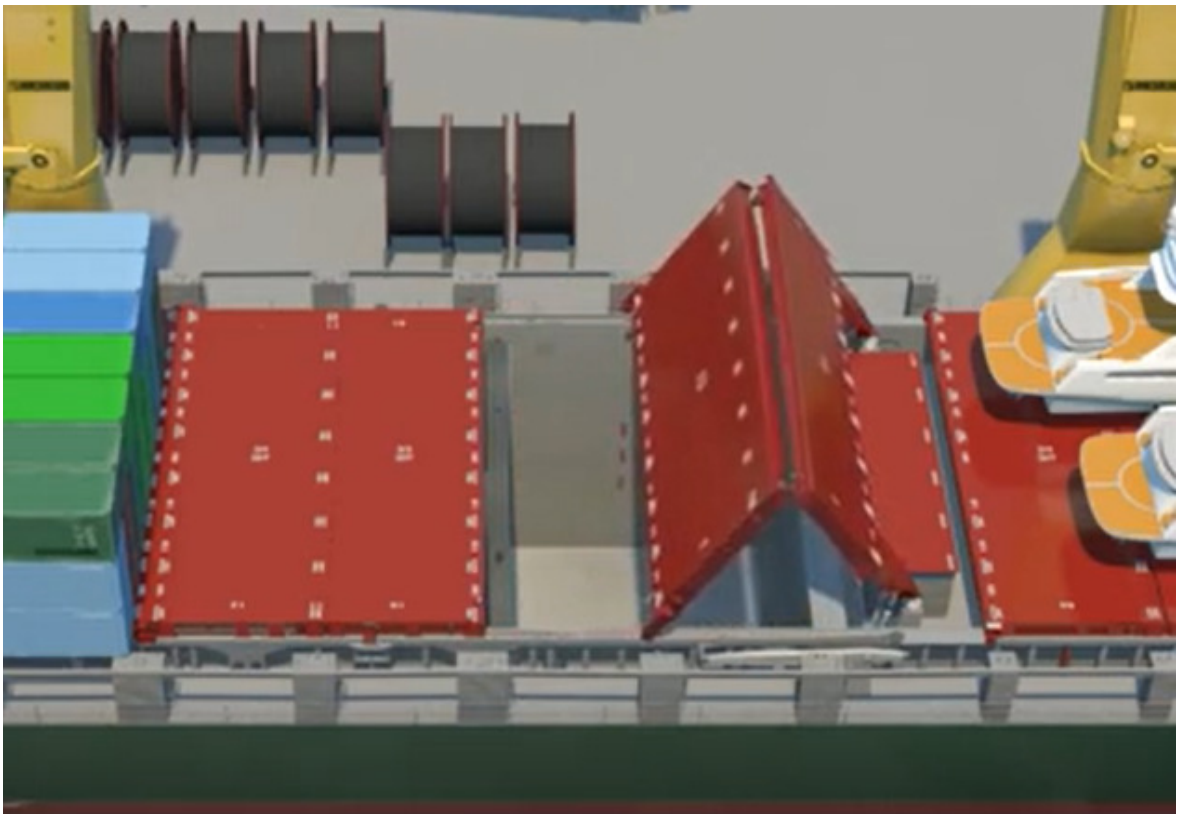


Slika 17. Slika procedure 5 [10]

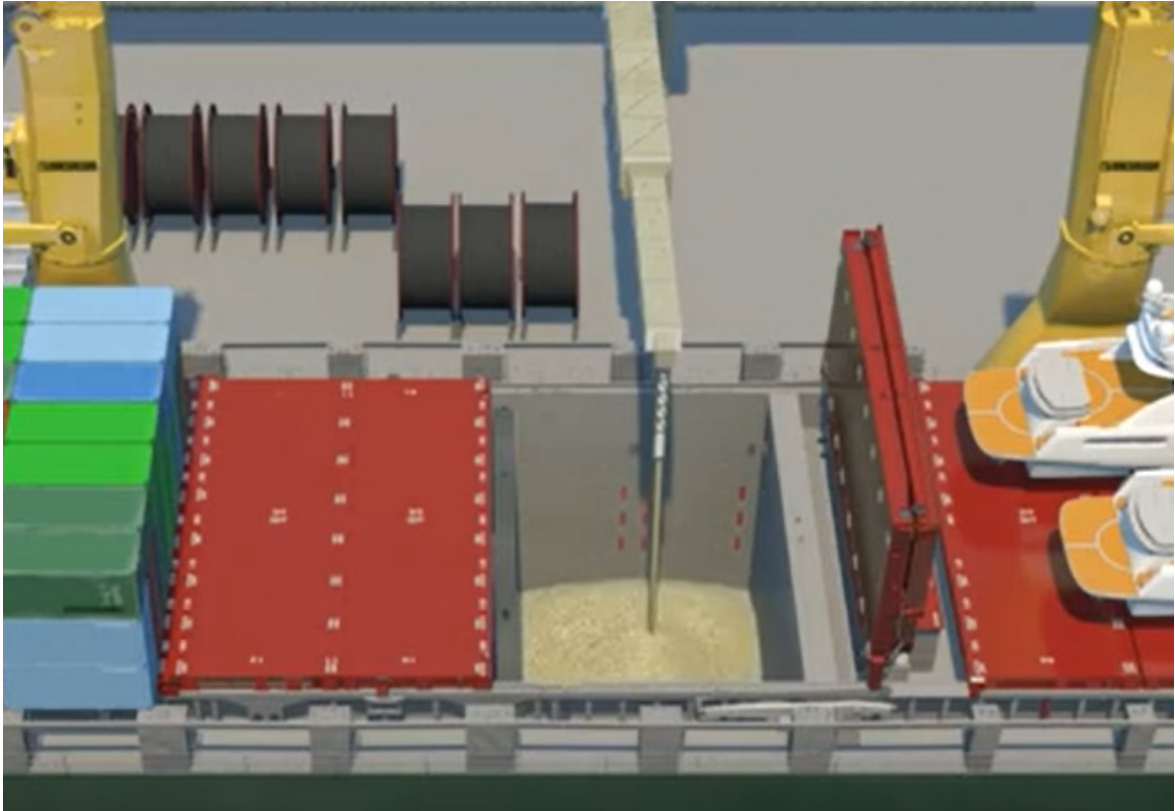




Slika 18. Slika procedure 6 [10]



Slika 19. Slika procedure 7 [10]



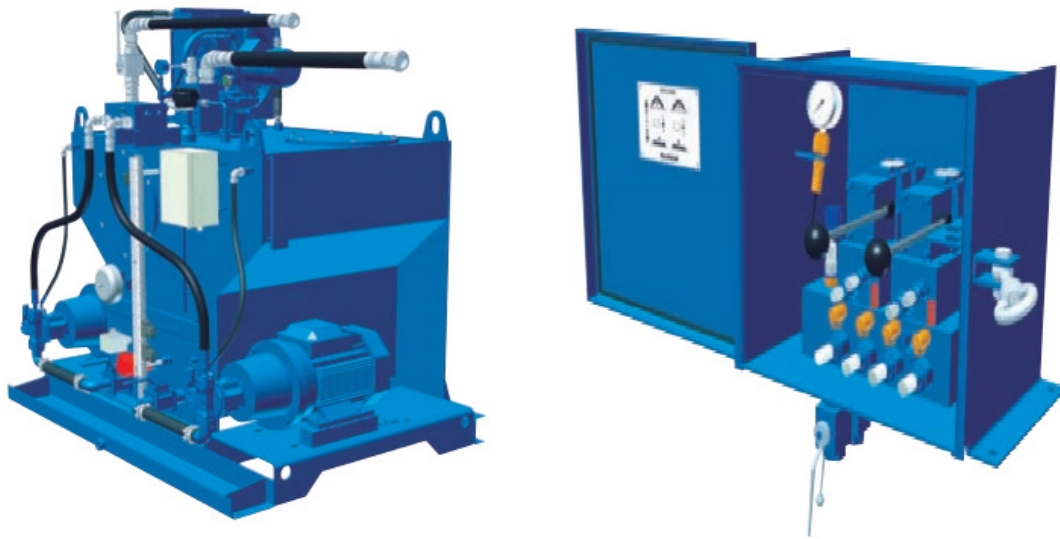
**Slika 20. Slika procedure 8 [10]**

#### **4.1. SUSTAV HIDRAULIKE ZA OTVARANJE I ZATVARANJE MCGREGOR POKLOPACA**

Agresivni vremenski uvjeti na palubi zahtijevaju posebno dizajnirane hidrauličke dijelove koji se koriste u upravljačkim sustavima poklopaca grotla. Također, operativni zahtjevi, za na primjer glatko ubrzavanje ili kočenje poklopca, nalažu da upotreba uobičajenih komponenata ne rezultira najboljim hidrauličkim sustavom. Vremenski uvjeti na hidrauličke komponente uglavnom uzrokuju koroziju na klipnjačama cilindara i ležajeva. Upotrebom nehrđajućih materijala eliminiraju se problemi s klipnjačama na cijelim šipkama ili na putu gornje brtve i prstena brisača na velikim cilindrima. Za dodatnu zaštitu površine klipnjače, između gornje brtve i prstena brisača ugrađeni su elementi za podmazivanje. Vrh cilindra je pričvršćen vijcima kako bi se olakšalo rastavljanje radi održavanja. Ležajevi na oba kraja cilindra MacGregor sferni su i izrađeni od bronce. To bitno produžuje vijek trajanja ležajeva i zatika u usporedbi s bilo kojim drugim dizajnom.

Dobra kontrola brzine rada ključna je za siguran rad preklopnih poklopaca grotla. To se posebno odnosi na otvoreni položaj, gdje se zbog geometrije brzina povećava. S tim smo se problemom pozabavili razvijanjem posebnih regulacijskih ventila za poklopce grotla. Ventili s ručnim pogonom su modularni, s ventilom za regulaciju tlaka i podešavanja protoka. To rezultira brзом isporukom rezervnih dijelova sa zaliha i niskim troškovima održavanja. Dizajn bloka upravljačkog ventila smanjuje moguće curenje i oštećenja od korozije. Vrhunska značajka ventila za kontrolu protoka temelji se na kalemima ventila (*engl. Valve spools*), koji su dizajnirani tako da je hod dugačak, a upravljačka ručica ima veliki kut u fazi otvaranja ili zatvaranja. To olakšava kontrolu brzine u kritičnoj fazi. Ventil je opremljen priključcima za manometre koji omogućuju podešavanje sustava.

MacGregor pumpne jedinice isporučuju se s dvostrukim pumpama instaliranim ispod spremnika za ulje za suvišnost i lako održavanje. Pumpne jedinice su opremljene povratnim filterima. Opcija hladnjaka zraka i pumpe za hlađenje i filtriranje također je dostupna kao nadogradnja. Pumpne jedinice dizajnirane su za smanjenje razine buke, npr. jedinica motora i pumpe ugrađena je na prigušivače vibracija i spojena fleksibilnim crijevima na cjevovode. Postoji niz standardnih veličina koje odgovaraju različitim potrebama kapaciteta. Po izboru je dostupna prijenosna pumpna jedinica za situacije kada se standardna pumpna jedinica ne može koristiti. Namot motora koristi se prilikom zagrijavanja motora u stanju mirovanja koji pokreću pumpe, tj. motori su standardnog tipa. Pokretačke jedinice MacGregor isporučuju se kao kompletne jedinice. Starterske jedinice zaštitne klase IP 54 opremljene su elementom za ograničenje vremena rada, indikacijom rada, alarmom visoke i niske razine, zaustavljanjem niske razine, zaustavljanjem visoke temperature i indikacijom začepjenja električnog filtra (Slika 21.) [12]



**Slika 21. Standardna MacGregor pumpna jedinica i upravljačka ploča [12]**

Na slici 23. prikazana je pojednostavljena shema hidrauličkog sustava za otvaranje i zatvaranje poklopaca grotala. Sustav se sastoji od dijelova navedenih u tablici [Slika 22.]. Brod je dizajniran sa tri otvora za skladištenje tereta, te za svako grotlo se koriste dva para poklopaca za sklapanje sastavljenih od manje sekcija (*engl. Folding type*) sa obje strane grotla. Sustav prikazan na pojednostavljenoj shemi opskrbljuje cjevovod pomoću dvije hidrauličke crpke s regulacijom brzine čija je dobava 58 L/min i maksimalni radni tlak 28 MPa. Crpke su pogonjene elektromotorima koji imaju izlaznu snagu 35 kW (440V/60 Hz). Crpke usisavaju iz tanka koji ima volumen od 900 L. Pomoću crpki (1A3) ulje se dobavlja te prolazi cjevovodom do glavnog razvodnog ventila. Nepovratni ventil s oprugom (0V1) ugrađen je između glavnog razvodnika i crpke da se zaštiti crpka od povrata ulja. Proporcionalni 4/3 razvodnik (1A2) služi da se izvršni elementi iz jednog u drugi položaj dovedu postepeno, a mogu se zadržati i u međupoložaju. Zadatak ovog konstruktivnog rješenja je da osigura tlak i količinu radne tekućine u veličinama koje su upravo potrebne hidrauličnom motoru, tj. koje su usuglašene sa vanjskim opterećenjem. Tehničke prednosti proporcionalnih razvodnika su kontrolirani prijelazi između radnih položaja, kontinuirano upravljanje zadanom vrijednošću i smanjenje broja hidrauličkih komponenti. [11][13] Proporcionalni 4/3 razvodnik radi tako da :

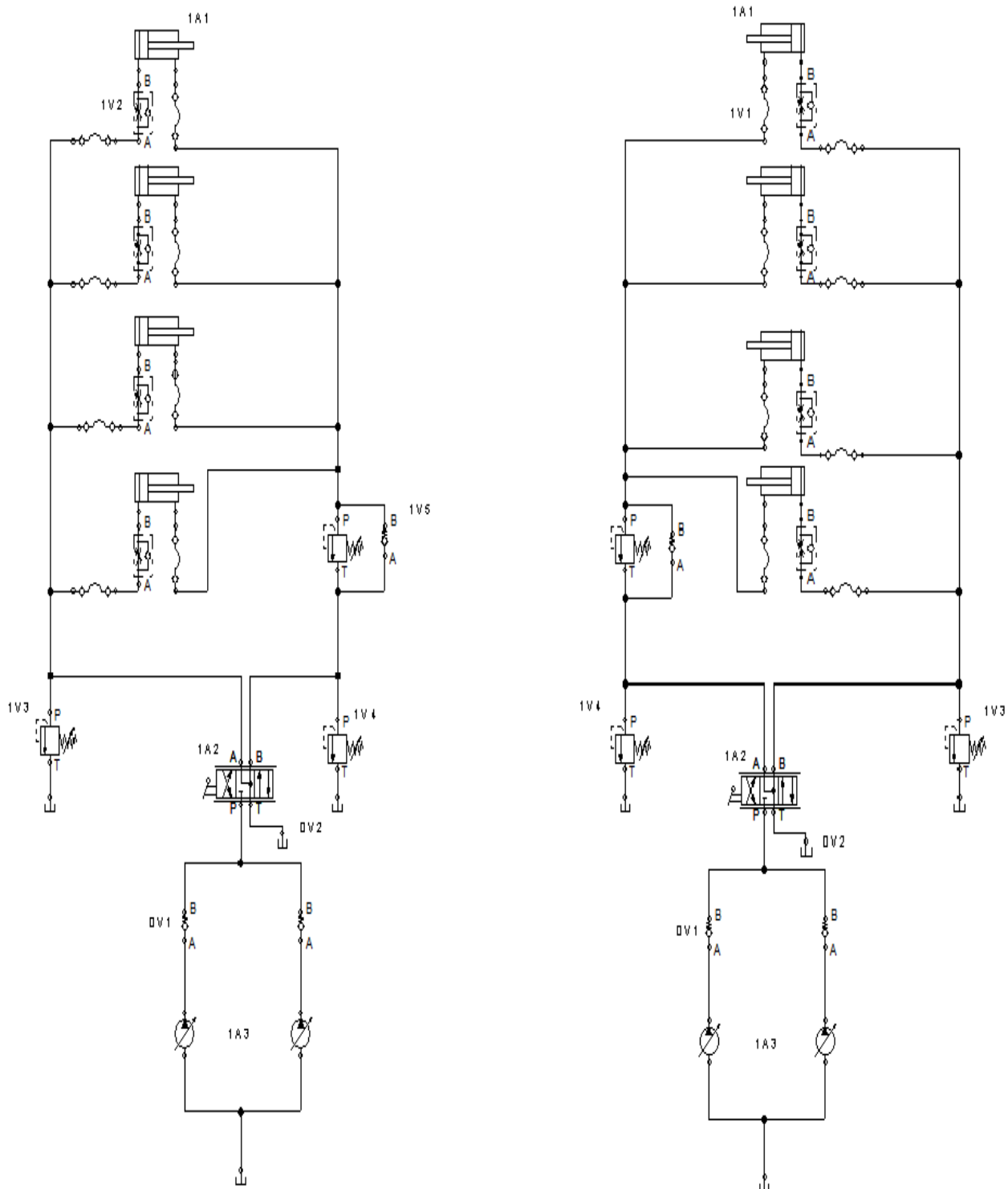
- Električni napon (između -10 i 10 V) djeluje na električno pojačalo
- Pojačalo pretvara napon (ulazni signal) u trenutni (izlazni signal). Struja djeluje na proporcionalnu zavojnicu

- Proporcionalna zavojnica pokreće ventil
- Ventil kontrolira protok ulja u hidraulički cilindar
- Cilindar pretvara hidrauličku energiju u kinetičku energiju (koristan rad)

Nakon protoka ulja kroz razvodnik (koji se nalazi u lijevom položaju) ulje se dovodi kroz cjevovod preko regulatora tlaka koji je podešen na maksimalni radni tlak od 27.5 MPa do cilindra na stranu klipa što uzrokuje izvlačenje klipnjače i pokretanje sustava hidrauličkih cilindara za otvaranje poklopaca. Prije ulaska u hidraulički cilindar ulje prolazi kroz savitljive cijevi koje služe za ravnomjerno i sigurno opskrbljivanje cilindra s uljem zbog pokretnih dijelova. Jednosmjerno prigušni ventil na ulaznom dijelu cilindra služi da bi protok išao u jednom smjeru kroz prigušnicu što rezultira prigušivanjem medija, dok se u suprotnom smjeru otvara nepovratni ventil, pa protok najvećim dijelom prolazi kroz njega uz minimalni otpor. Preostalo ulje na strani klipnjače prolazi kroz cjevovod koji je ograničen na 10 MPa. pomoću regulatora tlaka i nepovratnog ventila s oprugom koji sprječava povrat ulja. Prilikom postavljanja glavnog razvodnika u desni položaj ulje se dovodi na stranu klipnjače što uzrokuje zatvaranje poklopaca. Ukoliko se želi zaustaviti pokretanje poklopaca potrebno je glavni razvodnik postaviti u međupoložaj odnosno ručicu staviti u nulti položaj. [13]

Oznaka	Naziv
1A1	Dvoradni hidraulički cilindar
1A2	Proporcionalni 4/3 ventil ,srednji položaj spojen na tank
1A3	Hidraulička crpka s regulacijom brzine
1V1	Fleksibilna cijev
1V2	Jednosmjerno prigušni ventil
1V3	Regulator tlaka ograničen na 27.5 MPa
1V4	Regulator tlaka ograničen na 10 MPa
1V5	Regulator tlaka u paralelnom spoju s nepovratnim ventilom
0V1	Nepovratni ventil s oprugom
0V2	Tank

**Slika 22. Popis svih dijelova sustava pojednostavljene sheme hidrauličkog sustava [11]**



**Slika 23. Pojednostavljena shema hidrauličkog sustava za otvaranje i zatvaranje poklopca grotala [13]**

## ZAKLJUČAK

U ovom završnom radu obrađeni su sustavi i značajke kod brodova koji koriste poklopce grotala za prijevoz rasutog tereta. Kod brodova za prijevoz rasutog tereta postoji više vrsta i tipova brodova za obavljanje njihovih funkcija. Brodovi koji se koriste mogu biti raznih veličina i dimenzija ovisno o vrsti tereta koje prevoze. Glavna podjela brodova za prijevoz rasutog tereta odnosi se na rudu, rasuti teret i tekuće terete (*engl. Ore Bulk Oil*). Tijekom mog proučavanja sustava poklopaca grotala fokusirao sam se na obrazloženje različitih tipova poklopaca koji se primjenjuju na suvremenim brodovima. Svi poklopci imaju istu funkciju koja se odnosi na učinkovito otvaranje i zatvaranje prostora na otvorenoj palubi s ciljem zaštite tereta. Dijelovi i komponente poklopaca npr. lanci, dizalice, cilindri, klinovi, kotači itd. se primjenjuju ovisno o dizajnu i upravljanju sustava otvaranja i zatvaranja tako da svaki sustav koristi različita rješenja za upravljanje poklopcima. Poklopci grotala moraju zadovoljavati određene uvjete i pravila od klasifikacijskih društava koja su temeljena na konvencijama npr. International Convention on Load lines iz 1966. Štete koje nastaju na poklopcima grotala su najčešće uzrokovane zbog oštećenja elemenata na samim poklopcima ili neredovitim održavanjem. Loši vremenski uvjeti mogu prouzročiti razne vrste korozije kao i propuštanja u slučaju lošeg brtvljenja komponenti poklopaca. S mog gledišta smatram da je veoma bitno pristupiti redovitim pregledima i održavanjima dijelova sustava poklopaca te korištenjem kontrolnih lista radi ispravnog provođenja procesa prekrcanja tereta i učinkovitog osiguravanja poklopaca za nepropusnost od morskih uvjeta prije isplovljenja. Izvedbe sustava McGregor temelje se na efikasnom i brzom procesu prekrcanja tereta u luci. Njihove značajke su primjena dizalica prilikom operacija s teretom i premještanjem ploča za razdjeljivanje prostora u međupalublju na određene pozicije na brodu kako bi se oslobodio dodatni prostor za prijevoz tereta te izolaciju dijelova skladišta. Ovaj dizajn omogućuje prijevoz raznih tereta unutar skladišta i efektivno izoliranje kako bi se spriječila kontaminacija tereta među skladištima. Uz to brod u navedenom primjeru ima mogućnost skladištenja tereta na prostore poklopaca i međupalublja što uvelike pridonosi prijevozu raznih tipova tereta. Sustavi hidraulike za otvaranje i zatvaranje sastoje se od pumpne stanice i agregata te se upravljaju pomoću računalnih sustava. Shema hidrauličkog sustava predstavlja pojednostavljen prikaz kako se ulje transportira i obavlja rad unutar cilindra poklopaca grotala.

## LITERATURA

- [1] BPS2-Skripta iz kolegija Brodski Prekrcajni Sustavi; dostupno na:([www.pfst.hr](http://www.pfst.hr))
- [2] BPS3-Skripta iz kolegija Brodski Prekrcajni Sustavi; dostupno na:([www.pfst.hr](http://www.pfst.hr))
- [3] BPS Skripta: Guidelines\_for\_Hatch\_Covers-Skripta iz kolegija Brodski Prekrcajni Sustavi; dostupno na:([www.pfst.hr](http://www.pfst.hr))
- [4] Web stranica: Bulk carrier – Wikipedia; dostupno na:(Google:Bulk Carrier)
- [5] Web stranica: Članak: Dry Cargo Vessels – Septrans; dostupno na:(Google)
- [6] Istraživački rad SINGLE PULL MACGREGOR TYPE HATCH COVER (COCHIN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY COCHIN-682022); dostupno na:(<http://dspace.cusat.ac.in/jspui/bitstream/123456789/4481/1/Single%20pull%20macgregor%20type%20hatch%20cover.pdf>)
- [7] Službeni dokument konvencije: International Convention on Load Lines, 1966 (with annexes). Done at London, on 5 April 1966; dostupno na:(international convention on load lines - Google pretraživanje)
- [8] Web stranica: Članak: Video VLOC Stellar Banner Scuttled Off Brazil; dostupno na:(<https://gcaptain.com/vloc-stellar-banner-scuttled-off-brazil-video/>)
- [9] Istraživački rad: Holds and Hatch Covers Produced by A. Bilbrough & Co. Ltd; dostupno na:(<https://www.londonpandi.com/knowledge/publications/london-pi-club-holds-hatch-covers/>)
- [10] Videozapis na youtube: MacGregor\_tweendecks\_improve\_cargo\_efficiency; dostupno na:([www.youtube.com/watch?v=k9tIdsTPx0Y](http://www.youtube.com/watch?v=k9tIdsTPx0Y))
- [11] Predavanje\_pneumatika\_2021- Skripta iz kolegija Hidraulika i Pneumatika; dostupno na:(<https://www.pfst.unist.hr/hr/>) (Nastavni Materijali)
- [12] Istraživački rad: H2 Folding hatch covers\_Original (Weatherdeck Hatch Covers Hydraulic Folding Types); dostupno na:([www.pfst.hr](http://www.pfst.hr))
- [13] Istraživački rad: Macgregor-instruction-manual-for-hatch-covers; dostupno na:([pfst.hr](http://www.pfst.hr))



## POPIS SLIKA

Slika 1. Podjela brodova za prijevoz rasutog tereta u ovisnosti o DWT i njihovim funkcijama [5].....	5
Slika 2. Osnovni dijelovi i glavni elementi poklopca grotla za jednosmjerno povlačenje [1]...8	
Slika 3. Shema poklopca grotala za sklapanje [1].....	9
Slika 4. Mehanizam poklopca za sklapanje sastavljen iz manje sekcija [2].....	10
Slika 5. Primjer poklopca grotala za skladištenje namatanjem [3].....	11
Slika 6. Shema i dijelovi poklopca za uzdužno i bočno kotrljanje [2].....	12
Slika 7. Primjer poklopca grotla za podizanje i kotrljanje [2].....	13
Slika 8. Klizni poklopci u međupalublju [2].....	14
Slika 9. Tip poklopaca iz jedne sekcije [3].....	15
Slika 10. Pontonski poklopci u međupalublju [3].....	16
Slika 11. Potonuće MV Stellar Bannera [8].....	20
Slika 12. Primjer checkliste za poklopce grotla br.1 [3].....	21
Slika 13. Primjer checkliste za poklopce grotla br.2 [3].....	22
Slika 14. Slika procedure 1 i 2 [10].....	26
Slika 15. Slika procedure 3 [10].....	26
Slika 16. Slika procedure 4 [10].....	27
Slika 17. Slika procedure 5 [10].....	27
Slika 18. Slika procedure 6 [10].....	28
Slika 19. Slika procedure 7 [10].....	28
Slika 20. Slika procedure 8 [10].....	29
Slika 21. Standardna MacGregor pumpna jedinica i upravljačka ploča [12].....	31
Slika 22. Popis svih dijelova sustava pojednostavljene sheme hidrauličkog sustava [11].....	32
Slika 23. Pojednostavljena shema hidrauličkog sustava za otvaranje i zatvaranje poklopaca grotala [13].....	33