

Iskrcaj tereta na tankerima za prijevoz ulja

Milin, Ivan

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Dubrovnik / Sveučilište u Dubrovniku**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:155:633862>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-03**



SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU
UNIVERSITY OF DUBROVNIK

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Dubrovnik](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU

POMORSKI ODJEL

IVAN MILIN

**ISKRCAJ TERETA NA TANKERIMA ZA
PRIJEVOZ ULJA**

ZAVRŠNI RAD

DUBROVNIK, 2020.

SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU
POMORSKI ODJEL

STUDIJ: NAUTIKA

ISKRCAJ TERETA NA TANKERIMA ZA
PRIJEVOZ ULJA

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

doc. dr. sc. Žarko Koboević

Komentor:

dr. sc. Nermin Hasanspahić

Student:

Ivan Milin

DUBROVNIK, 2020.

SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU

POMORSKI ODJEL

Preddiplomski sveučilišni studij Nautika

Ur. broj: Dubrovnik, 3/20

Kolegij: Tehnologija prijevoza tekućih tereta

Mentor: doc.dr.sc. Žarko Koboević

Komentor: dr. sc. Nermin Hasanspahić

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Pristupnik: Ivan Milin, apsolvent ak. 2019./2020. god.

Zadatak: Iskrcaj tereta na tankerima za prijevoz ulja

Zadatak treba sadržavati:

1. Opremu za iskrcaj tereta kod tankera za prijevoz ulja.
2. Pripreme radnje za iskrcaj tereta na tankerima za prijevoz ulja.
3. Opis operacije iskrcaja tereta.

Osnovnaliteratura:

1. International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals (ISGOTT), International Chamber of Shipping, Oil Companies International Marine Forum, International Association of Ports and Harbors, 4th Ed. 1996.
2. Komadina, P., Tankeri, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka, 1994.

Zadatak uručen pristupniku: 06.11.2019.

Rok za predaju završnog rada: 06.02.2020.

Mentor:

doc. dr. sc. Žarko Koboević

Komentor:

dr. sc. Nermin Hasanspahić

Pročelnik Pomorskogodjela:

doc. dr. sc. Žarko Koboević

IZJAVA

S punom odgovornošću izjavljujem da sam završni rad izradio samostalno, služeći se navedenim izvorima podataka i uz stručno vodstvo mentora doc. dr. sc. Žarka Koboevića i komentora dr. sc. Nermina Hasanspahića.

Pristupnik:

Ivan Milin

Sažetak:

U završnom radu opisan je iskrcaj tereta na tankeru za prijevoz ulja. Kako su iskrcaj tereta i pranje tankova sirovom naftom najrizičnije radnje na tankerima za prijevoz ulja, javlja se potreba za pomnim planiranjem izvođenja radnji, te usklađivanjem operacija s lučkim terminalom gdje se teret iskrcava. Učinkovita komunikacija i efikasna priprema ključ su sigurnog i brzog iskrcaja tereta. U radu je prikazan pregled pripremnih radnji s naglaskom na sigurnosnu opremu, te sama operacija iskrcaja tereta. Nadalje su naznačeni i pojašnjeni sustavi koji se koriste prilikom iskrcaja tereta, pranja tankova sirovom naftom i posušivanja tankova.

Ključne riječi: tanker za prijevoz ulja, sirova nafta, iskrcaj tereta, pranje tankova sirovom naftom

Summary:

Cargo discharging operations on crude oil tanker are described in this graduate thesis. Since cargo discharging and crude oil washing operations are considered as hazardous and risky operation, there is a need for careful planning, execution and harmonization of operations with port terminal where cargo is discharged. Effective communication and efficient preparation are key of safe and fast cargo discharging operation. Preparation of tanker with emphasis on safety equipment and cargo discharging operation are shown in this paper. Furthermore, shipboard equipment used for cargo discharging, crude oil washing and cargo tanks stripping are briefly explained.

Key words: Oil tanker, crude oil, cargo discharging, Crude Oil Washing

Sadržaj

Sažetak:.....	iii
Summary:.....	iii
Sadržaj	iv
1. UVOD.....	1
2. TANKERI ZA PRIJEVOZ ULJA I ULJNIH PRERAĐEVINA.....	2
2.1. PODJELA TANKERA ZA PRIJEVOZ ULJA	3
2.2. KONSTRUKCIJSKE KARAKTERISTIKE TANKERA ZA PRIJEVOZ ULJA.....	4
2.2.1. TANKERI S DVOSTRUKIM TRUPOM I SREDIŠNJOM PALUBOM ...	5
3. SUSTAVI ZA ISKRCAJ TERETA NA TANKERIMA ZA PRIJEVOZ ULJA.....	7
3.1. SUSTAV SISALJKI TERETA I CJEVOVODA	7
3.2. SUSTAV INERTNOG PLINA	10
3.3. SUSTAV PRANJA TANKOVA SIROVOM NAFTOM (C.O.W.).....	14
4. PRIPREMNE RADNJE PRIJE ISKRCAJA TERETA NA TANKERU ZA PRIJEVOZ ULJA.....	18
4.1. RAZMJENA PODATAKA PRIJE DOLASKA BRODA U LUKU.....	19
4.2. PRIPREMA SIGURNOSNE OPREME PRIJE PRIVEZA BRODA.....	20
4.2.1. OPREMA ZA ODREĐIVANJE PRISUTNOSTI OTROVNIH I EKSPLOZIVNIH PLINOVA	21
4.2.2. OPREMA ZA PROTUPOŽARNU ZAŠTITU	24
4.2.3. OPREMA ZA ZAŠTITU OD ONEČIŠĆENJA MORSKOG OKOLIŠA....	26
4.3. TESTOVI I PROVJERE PRIJE DOLASKA BRODA U LUKU	27
5. ISKRCAJ TERETA NA TANKERU ZA PRIJEVOZ ULJA.....	28
5.1. RAZMJENA PODATAKA NEPOSREDNO PRIJE ISKRCAJA TERETA.	29
5.2. KONTROLA TANKOVA PRIJE POČETKA ISKRCAJA.....	31
5.3. ISKRCAJ TERETA.....	33

5.4. RADNJE NAKON ISKRCAJA TERETA.....	36
6. ZAKLJUČAK.....	38
Literatura.....	39
Popis slika.....	41
Prilog 1. Plan krcanja tereta.....	42
Prilog 2. Plan iskrcaja tereta.....	43
Prilog 3. Plan rukovanja teretom, balastom i sustavom pranja tankova sirovom naftom.....	52

1. UVOD

Pretpostavlja se da prijevoz tekućeg tereta na Sredozemljuseže sve odtrećega stoljeća prije nove ere, kada su Rimljani i Grci prevozili maslinovo ulje u amforama. Značajno kasnije Norvežani i Englezi prevoze tekuće terete u bačvama[1].

Začetci naftne industrije mogu se pratiti od 1859. godine, kada je ona otkrivena u američkoj Pensilvaniji. Jedrenjakom „Elisabeth Watts“, 1861. godine, prvi put nafta je prevezena preko Atlantika u Europu (London) u drvenim bačvama nosivosti 224 tone. Drvene bačve nisu se pokazale kao dobro rješenje, pa se 1869. godine za prijevoz uljakoristiobrod „Charles“ koji je bio opremljen metalnim tankovima[1].

Godine 1886. u Newcastleuna rijeci Tyne sagrađen je brod „Gluckauf“, namijenjen prijevozu tekućeg tereta. Nafta se krcala u brodski trup podijeljen u osamtankova poprečno postavljenih preko cijele širine broda nosivosti 2307 tona[1].

Danas ulja i uljne preradevine čine oko polovinu svih tereta koji se prevoze morem. Drugim riječima, nosivosti tankera za ulja, uljne preradevine i ukapljene plinove čine oko 50% nosivosti svjetske flote. Tanker je brodza prijevoz tekućeg tereta kojem je čitavi brodski prostor podijeljen uzdužnim i poprečnim pregradama s nepropusnim odjeljenjima, koja se nazivaju tankovima. Za ukrcaj i iskrcaj tereta iz tankova, tankeri imaju poseban sustav cjevovoda i sisaljki. Postoje itankeri za prijevoz posebnih vrsta tekućeg tereta, koji ponekad iziskuju posebnu konstrukciju i opremu. Međutim, tipičnim se tankerom smatra onaj kojiprevozi ulja (*Crudeoil*). Tankeri za prijevoz uljanadmašuju ostale vrste tankera i po tonaži i po brojnosti[1].

Operacija iskrcaja tereta vrlo je složena i uključuje istovremeno rukovanje nekolicinom različitih sustava, kao što su sustav sisaljki i cjevovoda, sustav inertnog plina, sustav pranja tankova sirovom naftom, te uključuje razne pripremne radnje. Složenost iskrcaja tereta iziskuje određeno znanje i iskustvo od časnika zaduženog za iskrcaj broda, te praćenje sigurnosnih procedura. Iskrcaj tereta na tankerima za prijevoz ulja upravo je tema ovog završnog rada.

Uvod rada kratko opisuje povijesni razvoj prijevoza tekućih tereta morem i uvodi u problematiku rada. U drugom poglavlju opisani su tankeri za prijevoz ulja i uljnih preradevina. Prikazana je njihova podjela po veličini, te njihove konstrukcije karakteristike s posebnim osvrtom na dvostruki trup, čije je uvođenje uvelike pomoglo u zaštiti mora od

onečišćenja i povećalo sigurnost na moru. Treće poglavlje bavi se sustavima koji su neophodni za iskrcaj tereta na tankerima za prijevoz ulja. U četvrtom poglavlju opisane su pripremne radnje prije dolaska tankera u luku iskrcaja. Tako je dan prikaz razmjene podataka između broda i terminala prije dolaska, te priprema sigurnosne opreme za slučaj ugroze. Peto poglavlje bavi se iskrcajem tereta na terminalu. Opisane su radnje koje prethode iskrcaju, sami iskrcaj te radnje nakon iskrcaja. U šestom, odnosno posljednjem poglavlju, donešen je zaključak kojim je objašnjena uloga i značaj pravilnih postupaka i radnji radi sigurnog i učinkovitog iskrcaja tereta.

2. TANKERI ZA PRIJEVOZ ULJA I ULJNIH PRERAĐEVINA

Tanker (od tank - cisterna) je brod za prijevoz tekućeg tereta (slika 1.). Teretni prostor u trupu tankera obično je podijeljen u više nepropusnih odjeljaka. Najčešće je namijenjen za prijevoz ulja i uljnih preradevina, ali i kemikalija, ukapljenog plina, melase, vina, vode i dr. Pogonjen je dieselovim motorom i jednim brodskim vijkom, iznimno dvama, a opremljen je sisaljkaama velikog kapaciteta, pa se teret može iskrcati za 12 do 18 sati. Sisaljke su smještene u pumpnim stanicama (*Pumproom*) ili su uronjene u teretnim tankovima. Osim cjevovoda velikog promjera za iskrcaj tereta, tankeri su opremljeni cjevovodima za posušivanje, odušnim i protupožarnim sustavima, te cjevovodima za inertni plin koji se upuhuje u gornje dijelove teretnih tankova. Zbog ekološke katastrofe koju može izazvati nezgoda danas se tankeri grade isključivo s dvodnom i dvostrukom oplatom. Nakon iskrcaja tereta, tankovi se čiste posebnim raspršivačima, a talog koji nastaje nakon pranja ne ispušta se u more, nego se prekrcava u taložne tankove. Kako tankerima prijeti pogibelj od požara i eksplozije, protupožarnim sigurnosnim uređajima posvećuje se velika pozornost, a održava se i strogi režim službe. Poseban je ekološki problem i balastna voda, koju tanker radi održavanja stabilnosti uzima iz mora i puni u posebne balastne tankove prilikom iskrcaja tereta. Po dolasku u luku u kojoj se ponovno krca teret, balastna se voda ispušta u more, prilikom čega je moguća kontaminacija biološkim vrstama koje nisu autohtone određenom području pa svojim širenjem mogu ugroziti postojeći eko-sustav[2].



Slika 1. Tanker za prijevoz ulja.

Izvor:[3]

2.1. PODJELA TANKERA ZA PRIJEVOZ ULJA

Tankeri se prema prosječnoj duljini putovanja broda, odnosno procjeni prosječne stope vozarine (*Average Freight Rate Assessment*) koju je uveo Shell¹ 1954. godine mogu podijeliti na višenamjenske, tankere srednje prosječne duljine putovanja (*Medium Range – MR*) i tankere velike prosječne duljine putovanja (*Long Range – LR*), te od 1970. godine i takozvane super-tankere i mamut-tankere. U višenamjenske se mogu ubrojiti obalni tankeri i tankeri srednje tonaže (*Intermediate tanker*), dok se u *MR* i *LR* tankere mogu ubrojiti *Aframax* i *Suezmax* tankeri[4].

Obalni tankeri imaju do 6000 tona nosivosti i obično prevoze ulja i uljne prerađevine uzduž obale. Oni se koriste na tankerskim terminalima za rasterećenje tankera većih nosivosti, koji kad su potpuno nakrcani imaju toliki gaz da nemogu pristupiti obali.

Tankeri srednje tonaže nosivosti su od 6000 do 35 000 tona i uglavnom služe za prijevoz uljnih prerađevina.

Tankeri srednje tonaže nosivosti su od 35 000 do 160 000 tona i služe uglavnom za prijevoz ulja, a ponekad i loživog ulja (*Fuel oil*). U ovu kategoriju spadaju i tankeri posebne konstrukcije i nosivosti, kojima se omogućava plovidba važnim pomorskim kanalima i prolazima s obzirom na njihov gaz. Tako razlikujemo tankere tipa *Aframax* (nosivosti od 80 000 do 110 000 tona) i *Suezmax* (nosivosti do 160 000 tona).

¹ Shell – ili Royal Dutch Shell je anglo-nizozemska multinacionalna naftna tvrtka. Osnovana je u Ujedinjenom Kraljevstvu, a sjedište joj je u Nizozemskoj.

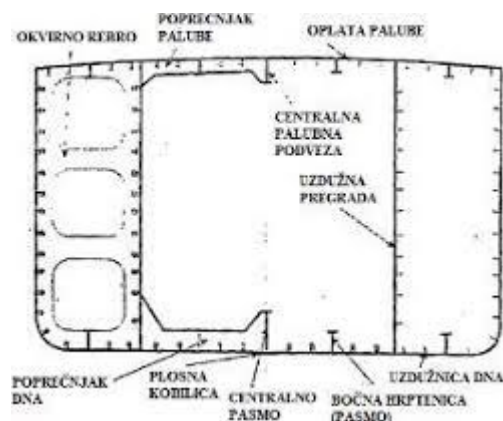
Supertankeri (VLCC – Very Large Crude Carriers) nosivosti su od 160 000 do 400 000 tona i prevoze isključivo ulja.

Mamut-tankeri (ULCC – Ultra Large Crude Carriers) nosivosti suveće od 400 000 tona i prevoze isključivo ulja.

2.2.KONSTRUKCIJSKE KARAKTERISTIKE TANKERA ZA PRIJEVOZ ULJA

Svojstva tereta koji se prevoze tankerima uvjetuju njihovu gradnju. Uzdužne i nepropusne pregrade dijele sekcije za prijevoz tekućeg tereta u više tankova. Manji tankeri imaju samo jednu uzdužnu nepropusnu pregradu, a srednji i veliki dvije, koje cijeli prostor trupa namijenjen teretu dijele na centralne lijeve i desne bočne tankove[5].

Blok koeficijent (*Block coefficient*) tankera značajno se približava jedinici (od 0,95 do 0,98), to jest, oblik uronjenog dijela broda do teretne vodene linije na glavnom rebru potpuno je pravilnog oblika i skoro se poklapa s opisnim pravokutnikom, čije su stranice širine broda i gaza do konstrukcije vodene linije. Prema slici 2. razvidno je da se tankeri grade po uzdužnom sustavu gradnje, koji karakteriziraju jaki uzdužni elementi, uzdužno ukrepljena pregrada s uzdužnim ukrepama te jaka okvirna rebra i okvirne sponje, koje se postavljaju na svakih 4-5 metaraudaljenosti[5].



Slika 2. Poprečni presjek tankera na glavnom rebru.

Izvor: [6]

Donedavno, tankeri su se gradili bez dvostrukog dna, ako se izuzme prostor ispod strojarnice, gdje je gradnjadvodna neophodna zbog velike težine glavnog stroja. Ovi brodovi svrstavaju se u brodove s jednom palubom (*Single deckship*), na kojoj se nalaze manja grotla (služe kao ekspanzivni prostor ili za ulazak u tankove), prekotlačno-vakuumski ventili, dizalice i razni cjevovodi. Kod velikog broja tankera na kojima se u pravilu strojarnica i

nadgrađe nalaze na krmi, postoje palubni mostići (preko cjevovoda) za komuniciranje s kaštelom[5].

Na tankerima se obvezno ugrađuje sustav za protupožarnu zaštitu, sustav pranja tankova sirovom naftom i sustav inertnog plina.

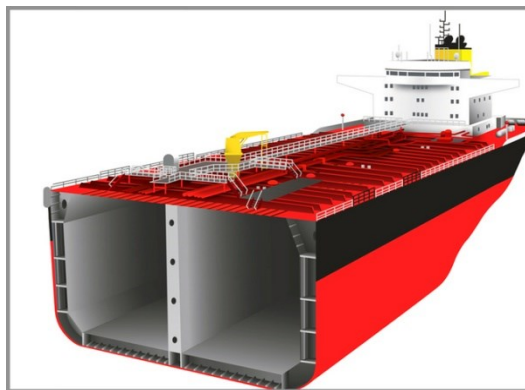
Osim toga, radi veće sigurnosti, moraju se ispunjavati posebni uvjeti zakonodavaca i klasifikacijskih društava koji nalažu:

- Ugradnju dvostrukog dna po cijeloj duljini dna broda (*Doublebottom*),
- Ugradnju dvostruke oplata trupa (*DoubleskinorDoublehull*),
- Ugradnju tankova za balast koji su odvojeni od tankova tereta (*Segregatedballast tank*) ili tankova za čisti balast (*Cleanballast tank*).

Svrha ovih strogih zahtjeva je osigurati zaštitu mora i priobalja od onečišćenja uljima i uljnim prerađevinama. Brojni eksperti u svijetu, osobito u Međunarodnoj pomorskoj organizaciji (*International Maritime Organization – IMO*), tragaju za pouzdanim i alternativnim rješenjima[5].

2.2.1. TANKERI S DVOSTRUKIM TRUPOM I SREDIŠNJOM PALUBOM

Prijedlog za dopunu i izmjenu konvencije o sprječavanju onečišćenja mora s brodova (*MARPOL73/78*) dale su Sjedinjene Američke Države u studenom 1990. Najprije je predloženo da se novi tankeri obavezno grade s dvostrukim trupom (slika 3.). Iako je prijedlog dobio opću podršku, nekoliko je delegacija držalo da bi se kao alternative valjalo prihvatiti i druge konstrukcijske izvedbe koje pružaju jednaku zaštitu od izlivanja ulja u more[5].

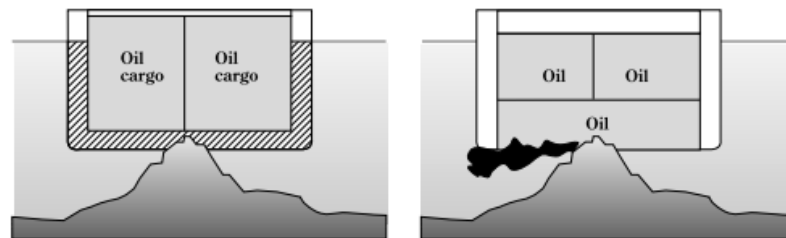


Slika 3. Tanker za prijevoz ulja s dvostrukim trupom i dnom.

Izvor: [7]

Koncepcija dvostrukog trupa (*Double hullconcept, double skin*) je konstrukcija kod koje su tankovi tereta odvojeni od vanjske oplata broda prostorom koji štiti tankove tereta od oštećenja i izlivanja tereta u more. Konstrukcija dvostrukog trupa oblikuje prostor oko cijelog tereta tako da može primiti manje udarce bez posljedica za teret.

Japan je predložio posebnu izvedbu tankera sa središnjom palubnom konstrukcijom (*Mid-deck design*) kako je prikazano na slici 4. Brodovi ovakve konstrukcije imaju bočne balastne tankove (*Wingballasttanks*) radi zaštite prilikom sudara, a teretni tankovi su izvedeni tako da se na dnu trupa broda stvara nadtlak, tj. tlak koji djeluje prema gore. Ako dođe do probijanja trupa, izlivanje ulja u more sprječava se izjednačavanjem tlaka unutar i izvan tanka i omogućuje prelijevanje u bočne tankove [5].



Slika 4. Prikaz konstrukcije tankera za prijevoz ulja sa središnjom palubom.

Izvor:[8]

Odbor za zaštitu morskog okolišapri *IMOU* (*MarineEnvironment Protection Committee – MEPC*) pripremio je 1991. godine prijedlog dopuna Priloga I. Konvencije *MARPOL 73/78*. Te dopune sastoje se od propisa 13F za nove tankere i propisa 13G za postojeće tankere[5].

Iste godine *MEPC* se založio da se pod vodstvom *IMO*-a napravi komparativna studija o konstrukcijskim izvedbama tankera s dvostrukim trupom i tankera sa središnjom palubom. Studiju su novčano pomagali naftna industrija i tankerski brodari, a uključili su se klasifikacijski zavodi, brodograditelji i drugidionici u industriji i ekologiji. Voditelj studije bio je YoshioSasamura, a ispitivanja su se izvodila na modelima brodova u ispitnim bazenima. Studija je potvrdila pretpostavku da tankeri izgrađeni s dvostrukim trupom i tankeri sa središnjom palubom pružaju pouzdanu zaštitu od izlivanja ulja u more prilikom nasukanja ili sudara. Međutim, iako su obje konstrukcijske izvedbe jednako vrijedne, svaka od tih izvedbi u određenim okolnostima pokazuje prednosti ili nedostatke[5].

Prilikom nasukanja kod kojih dolazi do probijanja oplata dna tankera (što se dogodi u 80 % svih nasukanja) kod tankera s dvostrukim dnom neće doći do probijanja unutarnje

oplate, dok će iz tankera sa središnjom palubom doći do izlivanja određene količine ulja koja je neznatna u odnosu na ukupnu nosivost broda[5].

Prilikom nasukanja kod kojih dolazi do probijanja oplate dna tankera s dvostrukim dnom i tankera sa središnjom palubom, kao i do probijanja unutarnje oplate tankera s dvostrukim dnom, količina izlivenog ulja iz tankera sa središnjom palubom manja je nego kod tankera s dvostrukim trupom, pod uvjetom da se u proračun uzimaju u obzir tolerantne vrijednosti morskih struja i mijena[5].

Prilikom sudara kod kojih nije probijen unutarnji trup neće doći do izlivanja ulja. Kod tankera sa središnjom palubom manja je vjerojatnost sudara s takvim posljedicama jer su ugrađeni širi prostori visećih tankova prema zahtjevu za odvojenim balastnim kapacitetima (*Segregatedballastcapacity*)[5].

Nakon sudara u kojem je probijen unutarnji trup, količina izlivenog ulja iz tankera s dvostrukom oplatom i tankera sa središnjom palubom ovisit će o izvedbi tankova na pojedinom brodu.

Do 1992. konvenciju *MARPOL 73/78*. ratificiralo je 70 zemalja čije trgovačke mornarice čine oko 90% svjetskog trgovačkog brodovlja. Sve te članice moraju primjenjivati nove propise (osim ukoliko *MEPC* prihvati takve primjedbe koje bi sasvim zaustavile provedbu dopuna), te se očekuje da će novi propisi znatno doprinijeti zaštiti okoliša od onečišćenja uslijed nezgoda tankera.

3. SUSTAVI ZA ISKRCAJ TERETA NA TANKERIMA ZA PRIJEVOZ ULJA

Sustavi za iskrcaj tereta na tankerima mogu se podijeliti na tri glavna sustava:

- Sustav sisaljki tereta i cjevovoda,
- Sustav inertnog plina,
- Sustav pranja tankova sirovom naftom.

3.1.SUSTAV SISALJKI TERETA I CJEVOVODA

Sustav cjevovoda i ventila osnovni je element za upravljanje teretom na tankeru. Tradicionalni tankeri opremljeni su efikasnim sustavom cjevovoda. Cjevovodi tereta služe za ukrcaj i iskrcaj tereta, te zaprekrcaj iz jednog tanka u drugi. Promjeri cijevi cjevovoda kod manjih brodova su između 150 i 200 milimetara, a na velikim tankerima 300 milimetara i

više. Pomoću cjevovoda i odgovarajućih ventila na palubi, u pumpnoj stanici možemo spojiti svaki cjevovod i tank s određenom sisaljkom tereta. Na pregradama koje odjeljuju tankove, ugrađeni su hidraulički kontrolirani ventili kojima se daljinski upravlja rukovanjem teretom[9].

Sisaljka je uređaj koji troši energiju za podizanje, transportiranje tekućina ili komprimiranje plina. Postoji velik broj različitih vrsta sisaljki, te svaka od njih ima zasebne karakteristike i kvalitete. Odabir sisaljke ovisi o potrebnim kapacitetima, te posebnim radnim uvjetima u kojima ona radi. Sisaljke za iskrcaj tereta na tankerima za prijevoz uljauglavnom su centrifugalne. Zauzimaju manje prostora od stapnih sisaljki istog kapaciteta. To su sisaljke kroz koje tekućina protječe od smjera usisa prema tlačnoj strani djelovanjem centrifugalne sile, s radijalnim tokom strujanja, koja potiskuje tekućinu između lopatica rotora. Ove sisaljke se ugrađuju u cjevovod. Centrifugalne sisaljke nisu pogodne za tekućine koje imaju veliku viskoznost. Također, ne mogu iscrpiti zrak iz usisnog cjevovoda. Centrifugalne sisaljke na tankerima su većinom pogonjene[9]:

- Elektromotorom izmjenične struje (centrifugalna sisaljka balasta),
- Parnom turbinom (sisaljka za iskrcaj tereta, pranje tankova i centrifugalna sisaljka balasta).

Kapacitet centrifugalnih sisaljki kreće se od 200 t/h (manji tankeri) pa sve do 7000 t/h kod *ULCC* tankera. Centrifugalna sisaljka besprijekorno izvršava poslove za koje je namijenjena sve dok se unutar nje ne pojavi para, odnosno dok na mjestu strujanja tlak ne padne ispod tlaka zasićenja koji odgovara temperaturi tekućine. Upravo zbog pare kod centrifugalnih sisaljki česta je pojava procesa koji razorno djeluje na njezinu unutrašnjost, a naziva se kavitacija. Kako bi se spriječila pojava kavitacije, nužno je održavati tlak na usisnoj strani sisaljke iznad tlaka zasićenja tekućine. Glavni dijelovi centrifugalne sisaljke(slika 5.) su[9]:

- Rotor,
- Osovina,
- Kućište,
- Spojka,
- Gornji i donji brtveni prsten,
- Mehanička brtvenica,
- Gornji kuglični ležaj,

- Donja čašica.

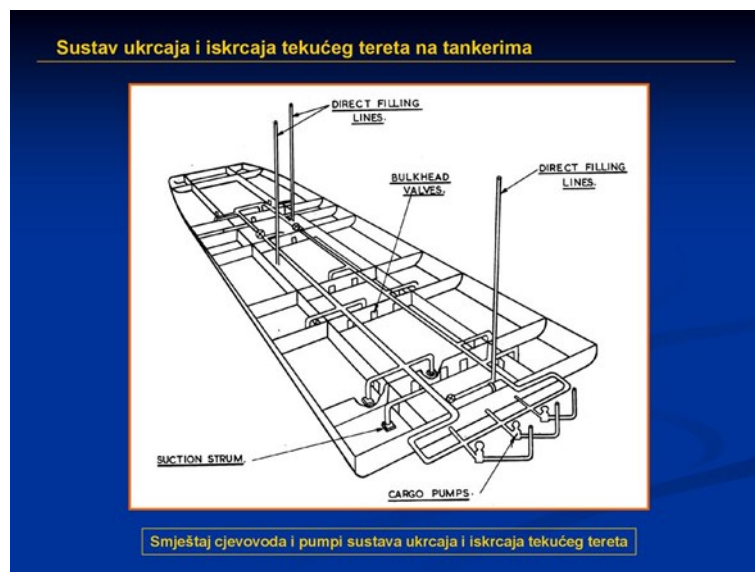


Slika 5. Centrifugalna sisaljka.

Izvor: [10]

Osim centrifugalnih sisaljki, na tankerima se koriste i vijčne i stapne, koje su vrlo osjetljive na nečistoću, pa se stoga izbjegavaju kao teretne sisaljke. Stapne sisaljke zauzimaju veliki prostor, složene su izrade i vrlo osjetljive na kvarove (posebno usisni i tlačni ventili). Stapne sisaljke se obično koriste za posušivanje tereta (*Stripping*) na kraju iskrcaja. Brodovi za prijevoz ulja mogu prevoziti više vrsta tereta za što je neophodan odgovarajući broj sisaljki. Teoretski, za jednu vrstu tereta dovoljne su dvije, od kojih jedna radi a druga je u pričuvi, ili kod dvije vrste tereta, potrebne su tri sisaljke od kojih dvije rade a jedna je u pričuvi. U praksi, koliko će se sisaljki koristiti ovisi o traženom kapacitetu iskrcaja i pritisku u cjevovodu. Ukupni kapacitet teretnih sisaljki po brodu kreće se od 5% korisne nosivosti tankera na sat, što teoretski omogućava manipulaciju cjelokupnog tereta tankera za samo dvadesetak sati. Brzina ukrcanja i iskrcaja jedan je od činitelja koji su značajno djelovali na veličinu tankera[9].

Cjevovodi za manipulaciju tereta spojeni su na glavne sisaljke tereta (slika 6.). Posušivanje se može vršiti ejektorom, koji je vezan za glavni cjevovod iskrcaja tereta. Posušivanje tankova, prema novim propisima, vrši se dodatnim stapnim sisaljka i dodatnim cjevovodom manjeg kapaciteta (od 20% do 25% kapaciteta glavnog cjevovoda)[1].



Slika 6. Smještaj cjevovoda i isaljkitereta.

Izvor: [11]

Kako bi se iskrcaj tereta sigurno i učinkovito priveo kraju nije dovoljan samo sustav isaljki i cjevovoda tereta već je potrebno upotrijebiti i sustav inertnog plina i sustav pranja tankova sirovom naftom.

3.2.SUSTAV INERTNOG PLINA

Primjena sustava inertnog plina (*Inert gas system – IGS*) na tankerima za prijevoz ulja i uljnih prerađevina, te tankerima za prijevoz kemikalija potaknuta je čestim nezgodama na moru s katastrofalnim posljedicama. Prilikom prijevoza ulja, uljnih prerađevina i ostalih opasnih tereta, oslobađaju se eksplozivne pare ugljikovodika. Sadržaj atmosfere iznad tereta u tankovima prvenstveno ovisi o vrsti tereta, temperaturi i tlaku. Opasnost od eksplozije stalna je i ozbiljna prijetnja ako tankovi nisu inertirani[1].

Pri rukovanju uljima najopasnije su operacija iskrcaja tereta i pranja tankova sirovom naftom. Tada se zapaljive pare koje ispunjavaju cijeli prostor tankova (tablica 1.) miješaju sa zrakom i stvaraju eksplozivnu smjesu, a prilikom pranja sirovom naftom u tanku stvaraju se elektrostatičke iskre.

Tablica 1. Volumni udio para ugljikovodika u tanku.

Pare ugljikovodika	Volumni udio u %
Metan (CH ₄)	10
Etan (C ₂ H ₆)	18
Propan (C ₃ H ₈)	35
Butan (C ₄ H ₁₀)	22
Pentan (C ₅ H ₁₂)	10
Heksan (C ₆ H ₁₄)	5

Izvor: Izradio autor prema[1].

Iz tablice 1. razvidno je da propan i butan čine najveći udio u atmosferi tanka. Ako se pri tome nađe izvor paljenja dovoljne energije kao što su npr. iskre statičkog elektriciteta, električne i mehaničke iskre, otvoreni plamen, tople površine i slično, može doći do eksplozije. Do eksplozije u tankovima tereta može doći kada su ispunjena sljedeća tri uvjeta[1]:

- Prisustvo zapaljivih para tereta koje nastaju isparavanje tereta u tankovima ili isparavanjem ostataka tereta,
- Kisik je prisutan u smjesi zapaljivih para u omjeru većem od 8%,
- Postoji izvor paljenja dovoljne energije.

Ukoliko jedan od ovih uvjeta nije zadovoljen, do eksplozije neće doći.

Opasnost od eksplozije može se izbjeći uklanjanjem svih izvora paljenja iz opasne zone, što uvijek nije baš lako ostvariti. Druga mogućnost izbjegavanja opasnosti od eksplozije je kontrola atmosfere u tanku. Sustavom inertnog plina kontrolira se atmosfera u tanku i inertiranjem se smanjuje postotak kisika ispod granice koja podržava gorenje. Tako se u tanku postiže inertna atmosfera koju sačinjavaju pare ugljikovodika, inertni plin i kisik u koncentraciji koja ne omogućuje eksploziju (ispod 5 %)[2].

Inertnim plinom naziva se plin ili smjesa plinova koji ne gore i ne podržavaju gorenje. Tipični predstavnik inertnog plina je dušik. To je jedini plin koji se može koristiti za sve vrste tereta. Posebno je efikasan čisti dušik, ali se na brodu koristi samo u izuzetnim prilikama jer

jenjegova proizvodnja u većim količinama skupa. Izuzetno se koristi na tankerima za prijevoz kemikalija, koji na palubi imaju posebne tankove za njegovo skladištenje[1].

Prema *IMO* propisima, inertni plin koji se dovodi u tankove tereta, mora imati nadtlak 200 do 600 mm stupca vode, manje od 5% kisika i temperaturu koja ne smije prelaziti 50°C. Može sadržavati manje količine sumpornog dušika, vlage i nečistoće. Kod upotrebe inertnog plina mora se voditi računa o vrsti tereta, sustavu inertnog plina i njihovoj kompatibilnosti.

Izbor uređaja za dobivanje inertnog plina na brodu ovisi o vrsti tereta koji prevozi. Za dobivanje inertnog plina na brodu može se koristiti generator inertnog plina, ispušni plinovi iz kotlova i ispušni plinovi pomoćnih motora za koje mora postojati uređaj za dogorijevanje kisika ako je u smjesi iznad 5%. Na tankerima za prijevoz kemikalija redovito se ugrađuju generatori inertnog plina koji proizvode inertni plin s malim sadržajem kisika, veće čistoće i bez sumpora[1].

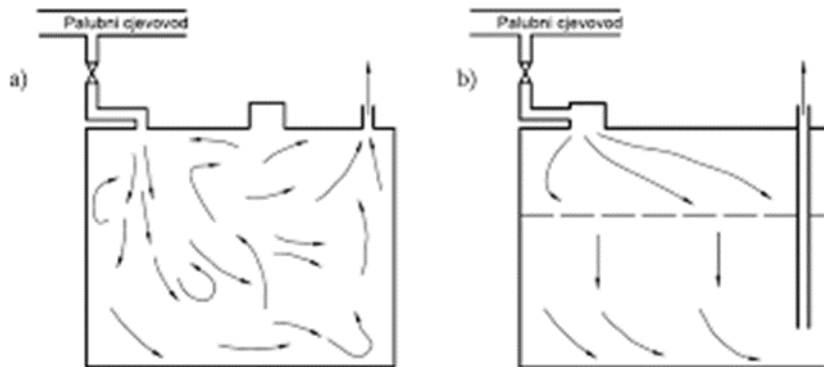
Dva su načina inertiranja tankova tereta na tankerima za prijevoz ulja:

- Inertiranje tankova potiskivanjem,
- Inertiranje tankova miješanjem atmosfere u tanku.

Inertiranje tankova potiskivanjem – kod ovog načina inertni plin ulazi u tank malom brzinom i potiskuje eksplozivne pare, koje kroz odušnik izlaze u atmosferu (slika 7. b). Brzina ulaska inertnog plina u tank mora biti mala da ne dođe do nekontroliranog miješanja inertnog plina i para tereta. Kako je inertni plin lakši od para ugljikovodika, zadržava se iznad njih i potiskuje ih prema dnu tanka. Zapaljive pare odvođene se u atmosferu kroz otvore za ventilaciju. Na ovim otvorima mjeri se postotak kisika i kada on iznosi manje od 5 % smatra se da je tank inertiran[1].

Inertiranje tanka miješanjem atmosfere u tanku – za razliku od inertiranja potiskivanjem, kod ovog načina inertni plin ulazi u tank velikom brzinom (slika 7. a). Zbog velike brzine inertni plin s lakoćom dolazi do dna tanka i miješanjem se stvara homogena smjesa inertnog plina i zapaljivih para, koja iz tanka izlazi kroz ventilacijski otvor na vrhu tanka. Inertiranje tanka miješanjem traje kraće nego kod potiskivanja, a koncentracija eksplozivnih para smanjuje se progresivno s vremenom. Ovim načinom istovremeno se može inertirati manji broj tankova, jer je za potpuno miješanje potrebna relativno velika brzina plina. Tijekom inertiranja tankova potrebno je na više mjesta u tanku i na različitoj visini

mjeriti sadržaj kisika i eksplozivnih para kako bi se sa sigurnošću utvrdilo da je inertiranje uspjelo i da ne prijete opasnost od eksplozije[1].

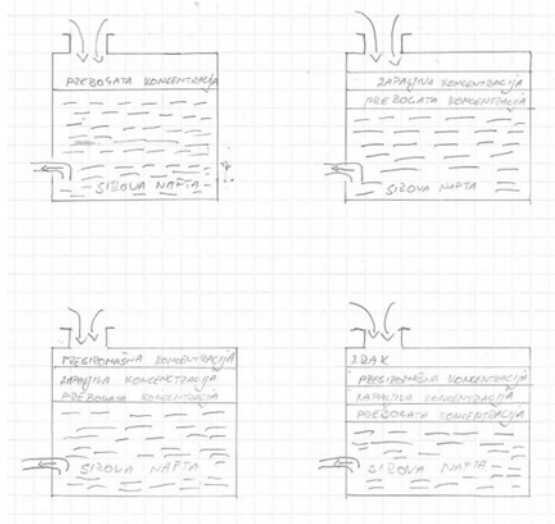


Slika 7. Inertiranje tanka miješanjem i potiskivanjem.

Izvor: [12]

Ako je tank inertiran prilikom iskrcaja tereta, ne postoji opasnost od eksplozije zbog miješanja plinova tereta s kisikom u zraku. Sustav inertnog plina mora biti uključen, a inertni plin se uvodi u tank s malim nadtlakom[1].

Slika 8. prikazuje moguće koncentracije plinova prilikom iskrcaja tereta bez korištenja inertnog plina. Može se zaključiti da je opasnost od eksplozije kod iskrcaja znatno veća nego kod ukrcanja tereta. Zato se prazan prostor u tanku mora ispuniti inertnim plinom i to bez prisustva zraka, što znači da uređaj inertnog plina mora raditi punim kapacitetom. Pri korištenju ventilatora inertnog plina treba provjeriti da je dotok svježeg zraka potpuno zatvoren, jer bi u protivnom učinak inertiranja bio smanjen, a opasnost od požara i eksplozije znatno povećana[1].



Slika 8. Zone koncentracije u tanku za vrijeme iskrcaja tereta bez inertiranja.

Izvor: Izradio student prema [1]

3.3.SUSTAV PRANJA TANKOVA SIROVOM NAFTOM (C.O.W.)

Nakon iskrcaja ulja, u tankovima ostaju talozi koji se sastoje od parafinskih i asfaltnih materijala. Ove supstance potrebno je ukloniti jer smanjuju učinkovitost ispumpavanja tereta i kapacitet tankova, te mogu kontaminirati teret koji će se sljedeći put krcati u tank. Kako bi se to spriječilo uvedeno je pranje tankova sirovom naftom [1].

Postupak pranja sirovom naftom sastoji se u tome da je dio tereta sirove nafte koji se iskrcava provede kroz sustav za pranje i snažnim mlazovima isperu površine tankova. Tako se sirovom naftom očisti površina tanka da nakon toga nije potrebno naknadno ispiranje vodom.

Prednosti pranja sirovom naftom su brojne, a neke od njih su[1]:

- Smanjeno zagađenje mora,
- Skraćuje se vrijeme čišćenja tankova,
- Manje je ručnog čišćenja taloga kojeg obavlja posada,
- Bolja kvaliteta iskrcanog tereta,
- Smanjena količina morske vode u emulziji s naftom koja se iskrcava u rafinerijama,
- Manja korozivnost nego pri pranju morskom vodom.

Osim značajnih prednosti ovaj postupak ima i nedostataka[1]:

- Neprikladnost nekih vrsta tereta na COWs obzirom na viskozitet i skrućivanje,

- Produljeno vrijeme iskrcaja tereta,
- Isparavanje lakših frakcija sirove nafte.

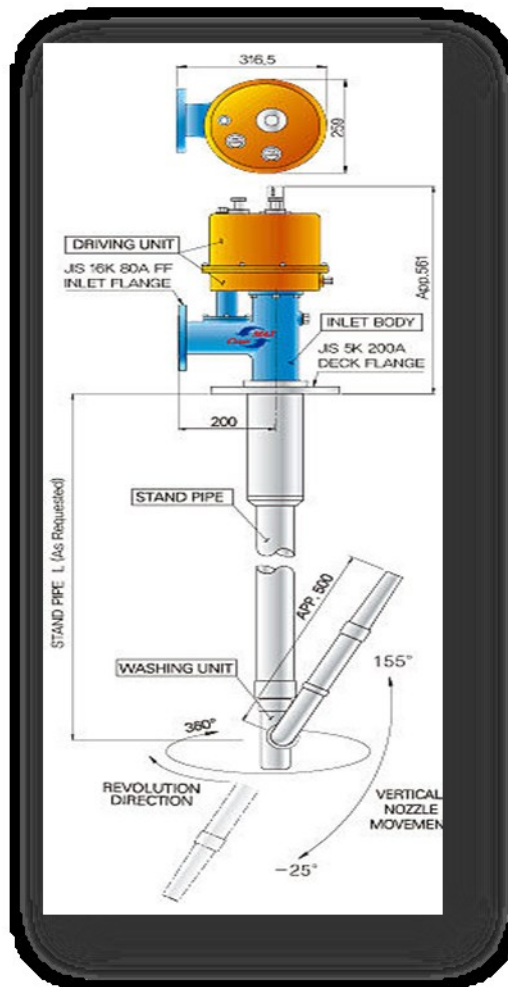
Prema zahtjevu *IMO*a, broj i raspored strojeva za pranje tankova treba omogućiti da je 85% stranica tanka i 90% dna tanka i horizontalnih površina konstrukcije tanka izloženo neposrednom kontaktu medija iz strojeva za pranje[16].

Strojevi za pranje tankova su najčešće izrađeni od nehrđajućeg čelika ili bronce (slika 9). Moraju biti trajno pričvršćeni i izrađeni u skladu sa zahtjevima *IMO*a. Njihove radne karakteristike su regulirane promjerom mlaznica, radnim tlakom i vremenom trajanja pranja. Svaki stroj za čišćenje tankova mora pokrivati određeno područje tanka tereta kako bi omogućio efikasno čišćenje u vremenskom periodu određenom prema Priručniku za rad i opremu. Također, moraju biti postavljeni u svaki tank u zahtjevanom broju i određenom položaju ovisnom o konfiguraciji unutrašnje strukture tanka tako da zadovoljavaju propisane zahtjeve. Broj i položaj strojeva u svakom tanku mora biti takav da se sva vertikalna i horizontalna područja isperu, odnosno očiste izravnim udarom stroja[9].

Svaki tank ima područja koja su zaštićena pregradama od direktnog udara stroja za čišćenje. Ta područja nazivaju se zasjenjena područja. Kako bi se smanjio broj zasjenjenih područja vrlo je važno postaviti strojeve u određenom broju i na određena mjesta u tanku. Stoga *IMO* propisuje da horizontalna zasjenjena područja ne smiju premašiti 10% ukupne horizontalne površine tanka, a vertikalna zasjenjena područja ne smiju premašiti 15% ukupne vertikalne površine tanka. Ako pogonski uređaji strojeva za čišćenje tankova nisu integrirani sa strojem za čišćenje tankova, mora se osigurati dovoljan broj pogonskih jedinica kako bi se osiguralo da se za vrijeme programiranog pranja tankova pogonske jedinice ne premještaju više od dva puta od prvobitnog položaja, što zahtijevaju specifikacije *IMO*a. Pogonski dio strojeva na palubi smješten je iznad palube dok je ulazna cijev obično produljena za 3,5metara ispod palube[9].

Ulazne cijevi mogu biti s jednostrukom ili s dvostrukom mlaznicom. Mlaznice dvostrukog tipa su dizajnirane tako da bi smanjile odzivne momente. S druge strane, mlaznice jednostrukog tipa su direktne i zbog toga se smatraju učinkovitijim za čišćenje, koje se u tom slučaju odvija u kraćem vremenskom periodu i sa manjim protokom nafte. Također, prema *IMO*u, strojevi na palubi s jednostrukom mlaznicom moraju imati pokazivač okretaja i kutnog gibanja stroja izvan tanka. Konstrukcija strojeva za pranje tankova na palubi mora biti takva

da su sredstva na vanjskoj strani tanka tereta, koji kada je u tijeku pranje sirove nafte, označavaju rotaciju i luk kretanja stroja[9].

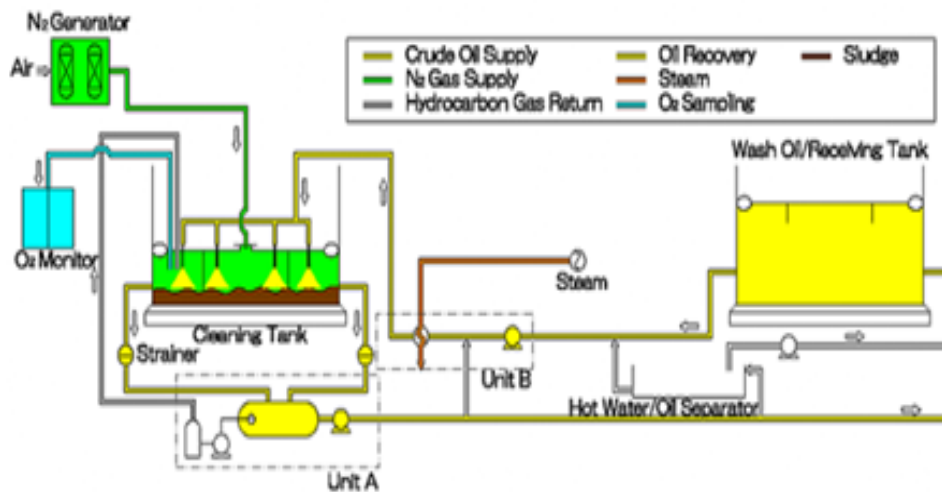


Slika 9. Stroj za pranje tankova s jednostrukom mlaznicom.

Izvor: [13]

Cjevovodi i svi ventili ugrađeni u sustav za pranje tankova moraju biti građeni od čelika ili nekog od ekvivalentnih materijala. Cjevovodi se mogu podijeliti na palubne i cjevovode u tanku. Na glavnoj palubi nalazi se cjevovod za pranje sirovom naftom s granama (*Branches*) koje vode do svakog stroja za pranje sirovom naftom (slika 10.). Razgranati cjevovodi od glavnog *COW* cjevovoda postupno smanjuju dimenzije (promjer cijevi) sve do *COW* strojeva da bi se izbjegao pad tlaka prilikom pranja tankova. Sirovu naftu moguće je proslijediti do glavnog *COW* cjevovoda s bilo kojeg cjevovoda tereta. Sustav cijevi ima promjer i debljinu prilagođenu za svrhu pranja, te potrebni kapacitet tlaka i protoka. Duljina cijevi je prilagođena na potrebnu duljinu, a cijevi su tako postavljene i konstruirane da ih je lako moguće odspojiti prilikom kvara ili održavanja. Za spajanje cijevi koriste se čelične prirubnice (*Steel flange*)

zavarene na krajevima cijevi. Glavni cjevovod treba biti konstruiran i imati zadane dimenzije tako da maksimalni broj strojeva može vršiti istovremenu operaciju pranja. Osnovna izvedba cijevi u tanku je bazirana na jednostavnosti. Cijevi se grupiraju i koliko je god moguće smještaju u blizini pregrada i koljena, te se iskorištavaju ukrepe i potpore kako bi se smanjila potreba za nosačima. Bitni dio sustava cjevovoda je mjesto gdje cijev ulazi u spremnik tereta. Ti otvori su smješteni kraj uzdužnih pregrada[9].



Slika 10. Sustav pranja sirovom naftom.

Izvor: [14]

Sisaljke koje se koriste za opskrbu stroja za pranje sirovom naftom moraju biti sisaljke tereta ili sisaljke specijalno predviđene za tu svrhu. Kapacitet sisaljki mora omogućiti istovremeni rad, odnosno opskrbu za maksimalni broj *COW* strojeva, što je naznačeno u *COW* priručniku posebno za svaki tanker koji ima *COW* sustav.

Sama operacija pranja tankova može biti izvršena na više načina. Metode koje se mogu koristiti za izvršenje ove operacije dijelimo na[9]:

- Jednostupanjsko pranje (*Single – stage COW*),
- Višestupanjsko pranje (*Multi – stage COW*).

Višestupanjsko pranje sastoji se od pranja vrha, dna i kompletnog pranja. Pranje vrha se izvodi tijekom iskrcanja tanka tako da se koristi isto ulje za pranje. Nakon završetka iskrcanja završava se i pranje. Odvojeno pranje vrha i dna pruža učinkovitije rezultate *COW*a, te skraćuje vrijeme pranja. Da bi se smanjilo zakašnjenje broda, učestalo se koristi dvostupanjsko pranje. To znači da se odvojeno peru dno i vrh tanka. Pranje vrha počinje kada je razina u tanku dovoljno niska, obično oko 1/3 kapaciteta tanka. Broj strojeva koji mogu

raditi kod istovremenog pranja vrha tankova ovisi o kapacitetu sustava. Ciklus pranja vrha bi trebao biti završen kada je tank skoro ispražnjen nakon čega se spajaju ejektori. Kada je tank u potpunosti ispražnjen započinje pranje dna. U ovom slučaju broj strojeva je ograničen usisnim kapacitetom ejektora, što je također propisano *COW* priručnikom. Kada je završeno pranje tanka, da bi se tank u potpunosti ispraznio, potrebno je ostvariti minimalni krmeni trim preporučen priručnikom za operacije tereta (*Cargo operations manual*).

Za razliku od dvostupanjske metode, jednostupanjska zahtjeva da tank bude potpuno ispražnjen prije nego se započne pranje. Također je potrebno koristiti ejektor prilikom pranja da razina tereta u tanku ne bi rasla i tako onemogućila adekvatno pranje dna. Strojevi moraju prekriti cijeli tank u svakom ciklusu. Maksimalan broj strojeva koji mogu istovremeno raditi ovisi o kapacitetu usisa ejektora. Pranje vrha tanka obavlja se pod kutom od 135° do 50° (60°), dok se pranje dna obavlja pod kutom od 50° (60°) do 0°. Prilikom pranja vrha tanka mora se koristiti ista vrsta ulja koja se nalazi u tanku, dok je kod pranja dna moguće koristiti različitu vrstu ulja, ako se za to posjeduje posebno odobrenje i ako brod u taložnom tanku ima različitu vrstu ulja. Kako bi pranje bilo što učinkovitije, održava se odgovarajući položaj broda, odnosno trim i kut nagiba ovisno o tome na kojoj se strani nalaze usisi cjevovoda u tankovima. Osim navedenog, treba spomenuti i mogućnost zatvorenog i otvorenog ciklusa pranja. Ako se radi o dostavi, odnosno protoku ulja iz tanka, te njegovom povratku u isti tank, radi se o zatvorenom ciklusu. Ako se uljenakon pranja tanka iskrcava s broda a ne šalje natrag u taložni tank (*Slop tank*) takav ciklus naziva se otvorenim[9].

Sustavi koji se koriste za iskrcaj tereta moraju se održavati u ispravnom stanju, bez oštećenja i kvarova. Prije samog iskrcaja potrebno ih je testirati kako bi se utvrdila spremnost broda za iskrcaj. Osim pripreme i testiranja sustava za iskrcaj tereta, prije dolaska broda u luku potrebno je razmijeniti podatke s terminalom na kojem će se teret iskrcavati, te obaviti sve pripremne radnje prije iskrcaja tereta.

4. PRIPREMNE RADNJE PRIJE ISKRCAJA TERETA NA TANKERU ZA PRIJEVOZ ULJA

Brod se prije dolaska u luku i početka operacije, bilo ukrcaja ili iskrcaja tereta, mora što bolje pripremiti, jer dobra priprema znači sigurnu i brzu operaciju. Prije dolaska u luku, brod razmjenjuje sve potrebne podatke s lučkim vlastima i terminalom. Podatci se odnose na dolazak broda u luku, vez broda i iskrcaj tereta. Također, treba obaviti i pripremu samog broda, odnosno broskog operativnog sustava. Brodski operativni sustav uključuje sve

instrumente i procedure vezane za navigaciju, vez broda, brodsku komunikaciju i operacije rukovanja teretom. Prije dolaska broda u luku, brodski časnik zadužen za iskrcaj tereta (obično prvi časnik palube) priprema plan iskrcaja tereta i provjerava ispravnost svih sustava i uređaja povezanih s teretom. Sigurnost broda, posade i morskog okolišavro je važna, pa se tako velika pažnja posvećuje sprječavanju onečišćenja mora, spremnosti i ispravnosti protupožarneopremei ispravnosti uređaja za mjerenje kisika, eksplozivnosti i otrovnih para.

4.1.RAZMJENA PODATAKA PRIJE DOLASKA BRODA U LUKU

Prije dolaska tankera u luku ili na terminal, obavlja se razmjena podatakabitnih za siguran boravak broda u luci i operacije s teretom. Podatci se u današnje vrijeme obično dostavljaju putem elektroničke pošte. Tu se dogovaraju zaduženja za određene radnje i načini njihovog izvođenja. Brod također treba dostaviti sve potrebne podatke sukladno važećim međunarodnim i nacionalnim zahtjevima i propisima.

Ako je moguće, sljedeće podatke zapovjednik broda treba javiti terminalu najmanje 24 sata prije dolaska samog broda[15]:

- Ime i pozivni znak broda.
- Država zastave broda.
- Najveća dužina i širina, te najveći gaz na dolasku.
- Procijenjeno vrijeme dolaska na određeno mjesto (peljarsku stanicu ili plutaču).
- Deplasman broda na dolasku, te ako ima teret, vrstu (klasu i UN broj) i plan smještaja tereta.
- Maksimalni očekivani gaz tijekom ukrcaja ili iskrcaja tereta.
- Podatke o sustavu inertnog plina – ako ga brod posjeduje (izjavu da su tankovi tereta inertirani (datum testiranja sustava i ispravnost rada sustava)
- Zahtjev za pranje tankova sirovom naftom.
- Oštećenja koja bi mogla utjecati na sigurnost operacije ili odgoditi početak rukovanja teretom.
- Ispravnost sustava pranja tankova sirovom naftom (datum zadnjeg testiranja).
- Detalji o brodskom cjevovodu –manifoldu (tip, veličina, broj, udaljenost centara spojišta).
- Plan operacije rukovanja teretom.

Terminal je odgovoran javiti brodu odgovarajuće podatke o luci što je prije moguće. Te podatke obično zapovjedniku šalje agent, ali može i osoba zadužena za komunikaciju na terminalu. Neki od podataka koje terminal javlja brodu su[15]:

- Salinitet i razina mora koja se očekuje prilikom veza.
- Maksimalni gaz i maksimalno nadvođe.
- Dostupnost tegljača i brodica za privez, kao i ostale informacije o terminalnim zahtjevima za korištenje tegljača i brodica za privez.
- Pojediniosti o obalnom vezu.
- Pozicija i postupak veza.
- Broj i ostale karakteristike cjevovoda – manifolda na terminalu.
- Informacije o korištenju sustava za kontrolu emisija para tereta (*Vapour Emission Control System – VECS*).
- Zahtjevi u vezi korištenja inertnog plina.
- Informacije o pristaništu, osiguranju prostora za brodsku skalu i dostupnost terminalne opreme.
- Informacije o specifičnosti tereta, operaciji rukovanja teretom i postojećim planovima u vezi operacije.

Razmjena podataka prije samog dolaska broda u luku ključna je za brz i siguran privez broda, te učinkovite i sigurne operacije prekrcaja tereta. Navedeni podatci služe brodu i terminalu za pravodobno planiranje radnja na siguran način.

4.2.PRIPREMA SIGURNOSNE OPREME PRIJE PRIVEZA BRODA

Mjere sigurnosti na tankeru uključuju pripremu protupožarne opreme, testiranje uređaja za mjerenje kisika, otrovnih i eksplozivnih para, te pripremu opreme za zaštitu morskog okoliša od onečišćenja. Prije samog dolaska broda u luku potrebno je odrediti prisutnost otrovnih plinova u tankovima tereta, te ventilirati i provjeriti kvalitetu zraka u pumpnoj stanici. Oprema za iskrcaj tereta zahtijeva detaljnu pripremu i provjeru kako bi se operacija odradila glatko i sigurno.

4.2.1. OPREMA ZA ODREĐIVANJE PRISUTNOSTI OTROVNIH I EKSPLOZIVNIH PLINOVA

Prilikom rukovanja teretom na tankeru, otrovne i eksplozivne pare tereta mogu ugroziti sigurnost ljudskih života i broda. Ako bi takve pare ušle u nadgrađe broda gdje ljudi borave mogu izazvati trovanje, a eksplozivna smjesa para može izazvati eksploziju i požar, ako bi nekim slučajem došla u kontakt s izvorom topline. Nadalje, prilikom ulaska u prostore koji su obično zatvoreni (*Enclosed spaces*), kao što je na tankeru na primjer pumpna stanica, koja je uvijek zatvorena, može doći do nedostatka kisika ili ulaska otrovnih i eksplozivnih para tereta. Iako pumpna stanica ima sustav ventilatora koji sišu zrak iznutra i izbacuju ga van, a svježi zrak ulazi s palube broda kako bi zamijenio isisani zrak, pare tereta, ako se nađu na palubi, vrlo lako mogu završiti unutra. Zato se prije ulaska u pumpnu stanicu, a i ostale zatvorene prostore na brodu, mora izdati posebna dozvola za ulazak (*Enclosed space entry permit, Pumproom entry permit*) koja obično vrijedi 12 sati od vremena izdavanja. Na taj način se povećava sigurnost i sprječavaju ozljede osoba. Prije izdavanja dozvole potrebno je izmjeriti količinu kisika u prostoru i količinu otrovnih i eksplozivnih plinova. Za mjerenje se koriste uređaji koji mjere količinu kisika, te uređaji koji mjere prisutnost plinova u postotku njihova volumena ili djelovima na milijun (*Parts per million – ppm*). Uređaji moraju imati ugrađeni alarm (zvučni i vizualni) koji se uključuje pri određenoj vrijednosti [16]. Pumpna stanica na tankerima opremljena je fiksnim uređajem za mjerenje postotka kisika i prisutnosti otrovnih i eksplozivnih plinova. Ipak, prije izdavanja same dozvole za ulazak, atmosferu u pumpnoj stanici potrebno je izmjeriti prijenosnim uređajima kako bi se osigurala točnost mjerenja. Svaki uređaj za mjerenje postotka kisika, te eksplozivnih i otrovnih plinova potrebno je testirati ili kalibrirati prije same upotrebe da bi se utvrdilo radi li pravilno. Za to se koriste specijalni plinovi u ispitnim bocama (*Test gas bottle*) kojih mora biti dovoljno za svaki uređaj koji brod ima. Testiranje uređaja mora se zabilježiti da bi se moglo sa sigurnošću utvrditi da je uređaj koji se koristi točan i siguran za korištenje.

Uređaji se mogu podijeliti na fiksne i prijenosne. Fiksni uređaji se koriste za mjerenje kisika, te otrovnih i eksplozivnih plinova u pumpnoj stanici, i mjerenje količine ugljikovodika u balastnim tankovima (dok je brod ukrcan, a balastni tankovi prazni). Zasloni fiksnih uređaja koji pokazuju trenutno stanje atmosfere u mjerenim prostorima nalaze se u prostoriji za nadzor tereta (*Cargo Control Room – CCR*).

Prijenosni uređaji za mjerenje mogu se podijeliti na [16]:

- Ručne detektore plina,
- Uređaji za mjerenje postotka kisika,
- Tankoskop (*Tankscope*),
- Univerzalni mjerni uređaj.

Ručni detektor plina (tragač plina) je instrument koji uz upotrebu ispitnih cjevčica (za različite plinove koristi se različite cjevčice), otkriva prisutnost i količinu otrovnih plinova (slika 11.). Važno je uređaj koristiti prema upustvima, jer se prisutnost različitih plinova, ili istih plinova u različitim količinama mjeri određenim brojem usisavanja pomoću mijeha. Sastoji se od kućišta s mijehom u koji se djelomično uvuče staklena ispitna cjevčica s kemijskim reagensom za određeni plin. Krajevi cjevčice se odlome prije upotrebe, a nakon određenog broja usisavanja mjeha reagens u cjevčici promjeni boju u određenoj dužini. Na mjestu cjevčice do kojeg promjenjena boja očitava se udio plina u *ppm* jedinicama [16]. Na tankerima se najčešće koristi za precizno određivanje prisutnosti sumporovodika (H_2S) i merkaptana ($(CH_3CH_2S)_2Hg$). Radi određivanja plina na dnu praznih tankova koristi se posebno savitljivo crijevo. Najvažniji dio uređaja je mjech koji mora biti neoštećen da bi osigurao usis atmosfere mjerenog prostora kroz staklenu cjevčicu. Ispravan rad uređaja može se lako provjeriti, i to da se začepi rupa u koju se umetne cjevčica i tako provjeri nepropusnost uređaja.



Slika 11. Ručni detektor plina.

Izvor: [17]

Mjerač kisika (*Oxygen meter*) je uređaj koji mjeri postotak kisika u prostoru. Pored brojčanog pokazatelja ovaj uređaj mora imati i zvučni i vizualni alarm koji se mora aktivirati ako je postotak kisika u mjerenom prostoru manji od 21%. Instrument može biti ugradbenog ili prijenosnog tipa. Mjerač kisika može biti napravljen u kombinaciji eksploziometrom

pamože mjeriti donju koncentraciju eksplozivnih plinova (*Lower Explosive Limit – LEL*). Instrument ima dvije skale, a prijenosnog je tipa [16].

Tankoskop je uređaj koji mjeri postotak para ugljikovodika u tanku (slika 12.). Koristi se za mjerenje tankova koji su inertirani odnosno postotak kisika ispod 5% volumena (*Confined Space Monitoring – CSM*). Za pravilan rad tankoskopa, vrlo važno je napraviti kalibraciju uređaja prije korištenja prema uputama propisanim od proizvođača, a za kalibraciju uređaja obično se koristi metan u ispitnim bocama [16].



Slika 12. Tankoskop.

Izvor: [18]

Univerzalni mjerni uređaj može mjeriti postotak kisika, donju granicu eksplozivnosti ili postotak para ugljikovodika, količinu ugljičnog monoksida (CO) i količinu sumporovodika (slika 13.). Univerzalni uređaj obično može raditi na dva načina, u inertnoj (*Confined Space Monitoring – CSM*) pri čemu se mjeri postotak para ugljikovodika, i normalnoj atmosferi koja ima 20,9 % kisika (*Combustible Gas Indicator – CGI*) pri čemu se mjere sve ostale vrijednosti. Prije svakog korištenja potrebno je testirati uređaj pomoću plinova koje je odredio proizvođač, a koji se nalaze u specijalnim ispitnim bocama. Postupak testiranja naznačen je u uputama za korištenje od proizvođača [16].



Slika 13. Univerzalni uređaj GMI Gasurveyor 500.

Izvor: [19]

Svaki tanker mora imati dovoljan broj osobnih uređaja za otkrivanje prisutnosti otrovnih plinova i količine kisika, a koje članovi posade tijekom operacija s teretom moraju nositi sa sobom tijekom dužnosti. Bitno je napomenuti da ovlašteni serviser mora kalibrirati i provjeriti svaki uređaj jedanput godišnje, ili kad se dogodi neki kvar ili pogreška pri radu. Svaki tanker mora imati popis uređaja koji su na brodu s datumima servisiranja i datumima zadnjeg testiranja, te popis ispitnih boca s datumom isteka i volumenom plina u njima.

Prije iskrcaja broda prijenosni uređajiza mjerenje plinova i kisika moraju se testirati, kalibrirati i provjeriti stanje baterija, te ako je potrebno nadopuniti ih ili promijeniti. Uređajima se utvrđuje postotak kisika u teretnim tankovima koji mora iznositi manje od 5%, te prisutnost sumporovodika kojeg mora biti manje od 5 ppm.

4.2.2. OPREMA ZA PROTUPOŽARNU ZAŠTITU

Protupožarni sustavi na tankeru projektiraju se i ugrađuju na osnovu odredbi SOLAS konvencije (*Safety Of Life At Sea*) pod nadzorom klasifikacijskih zavoda i izboru naručitelja broda. Uređaji za dojavu mogu se podjeliti u tri skupine[16]:

- Uređaji za otkrivanje i dojavu, odnosno ručni i automatski dojavljači,
- Požarni paneli na zapovjedničkom mostu, kontrolnim postajama,
- Zvučni i svjetlosni alarmni uređaji.

Općenito, svaki se brod može podjeliti u tri cjeline: skladišni prostor (skladišta ili tankovi), strojarnica i nadgrađe s nastambama. Brodska strojarnica je najrizičniji dio broda s aspekta požara jer se u njoj događa najveći broj požara. Dojava požara zasniva se na porastu

temperature (iznad 75 i 80°C), na detekciji dima i svjetlosnih senzora (fotoćelija) koji reagiraju na svjetlost izazvanu vatrom. Budući da se u suvremenim strojarnicama služba držanja straže ne vrši na tradicionalan način, svi indikatori dojave požara osim što su smješteni u strojarnici, ugrađeni su i na zapovjedničkom mostu, gdje je stalna straža. Za dojavu požara u skladištima najčešće se ugrađuju senzori koji reagiraju na prisustvo dima, a dojavljivači se nalaze i na zapovjedničkom mostu [1].

U prostorijama nadgrađa mogu se koristiti sve vrste spomenutih uređaja za detekciju požara. U slučaju požara oglašava se alarm, a potom svaki član posade postupa prema rasporedu za uzbunu u slučaju požara koji je dostupan svima na najvidljivijim mjestima na brodu i u svakoj kabini kod uzglavlja kreveta, zajedno s rasporedom za uzbunu prilikom napuštanja broda. Nakon utvrđivanja požara, njegova obujma, područja gorenja, donosi se odluka o načinu gašenja prema tipu broda i vrsti tereta [1].

Aparati za gašenje požara dijele se na: aparate na vodu, pjenu, prah i CO₂ aparate. Dužnost svakog člana posade prilikom ukrcaja na brod je upoznavanje s rasporedom protupožarnih aparata i njihovim tipom, te ostalom protupožarnom opremom, kako bi u slučaju požara, a u svezi s materijom koja gori, izabrao adekvatan protupožarni aparat i osobnu zaštitu [1].

Sustavi za gašenje požara razlikuju se prema sredstvu koje se koristi, a medij gašenja može biti: voda, prah, pjena i ugljični dioksid (CO₂). Sustav gašenja vodom čine protupožarna sisaljka vode (*Fire pump*) koja se obično nalazi u strojarnici, a ista je vezana i na pričuvnu sisaljku (*Emergency fire pump*) koja može biti smještena na pramcu, krmu ili sredini broda, protupožarni cjevovod, protupožarna savitljiva crijeva i mlaznice [1].

Brodovi od 500 bruto tona i više moraju imati najmanje jednu međunarodnu priključnicu s kopnom (*International Shore Connection*), a na raspolaganju se moraju nalaziti i uređaji s pomoću kojih se priključnica može koristiti na obje strane broda. Osim toga, tankeri za prijevoz kemikalija moraju uz sve ostalo imati prah za gašenje požara i pjenu odgovarajuću za vrstu tereta [1].

Princip rada CO₂ sustavaza gašenje požara je univerzalan na različitim vrstama brodova i brodskim prostorima. Na tankerima se CO₂ sustav gašenja požara koristi u prostorima strojarnice broda i pumpne stanice. Obično su dva mjesta na brodu odakle se CO₂ sustav može aktivirati: požarna stanica (*Fire control room*) i prostor gdje su same boce CO₂ uskladištene (*CO₂ room*). Načini korištenja, održavanja i testiranja sustava naznačeni su u

brodskim priručnicima za rukovanje s CO₂ sustavom i priručniku za izobrazbu gašenja požara (*Fire training manual*).

Sustav gašenja požara pjenom koristi se najčešće na tankerima za prijevoz sirove nafte i naftnih derivata. Postoje tri vrste pjene:

- Laka – za gašenje požara u strojarnici,
- Srednja – za gašenje požara u pumpnim stanicama,
- Teška – za gašenje požara na palubi.

Pjena se može prilagoditi potrebi gašenja mješanjem pjenila, vode i zraka u određenom omjeru. Na tankerima se za potrebe gašenja požara na palubi pjenom ugrađuje posebni cjevovod na palubi, koji je različit od cjevovoda za gašenje požara morem. Na njega su permanentno spojene mlaznice u obliku topova (*Foam monitor*) postavljene na posebno napravljenim uzdignutim platformama, radi olakšavanja gašenja požara. Na cjevovod pjene mogu se spojiti i obična savitljiva protupožarna crijeva s mlaznicama.

Prije dolaska broda u luku potrebno je testirati sve protupožarne sustave, te testirati cjevovode na moguće propuštanje. Kada se brod veže u luci, mlaznice sustava gašenja pjenom se pripremaju, na požarni cjevovod s morem se spajaju savitljiva crijeva, pali se protupožarna sisaljka i savitljiva crijeva se stavljaju pod tlak da bi bila spremna za hitnu uporabu. Na mjesto spoja broskog manifolda i obalnih ruka (*Loading arm*) donose se protupožarni aparati na prah velikog kapaciteta.

4.2.3. OPREMA ZA ZAŠTITU OD ONEČIŠĆENJA MORSKOG OKOLIŠA

Kako je na tankerima povećana opasnost od onečišćenja morskog okoliša naftom, a posebno prilikom operacija s teretom, potrebno se pravovremeno pripremiti za moguću nezgodu. Tako se prije dolaska broda u luku obično radi vježba zaštite od onečišćenja morskog okoliša (*Oil spill drill, SOPEP drill*). Prilikom održavanja vježbe pregledava se sva oprema za zaštitu okoliša od onečišćenja te se ispravljaju mogući nedostaci. Kada se brod veže u luci, na područje manifolda koji je spojen s lučkim rukama donosi se oprema za zaštitu okoliša od onečišćenja. Oprema se sastoji od plastičnih lopata, metli, četki, upijajućih jastučića, vreća s piljevinom, gumenih rukavica, plastičnih zaštitnih naočala i praznih bačava. Oprema mora biti na mjestu prije početka same operacije s teretom, a drži se sve dok se ukrajne ruke ne odspoje od broskog manifolda. Prije početka samog iskrcaja tereta mora se testirati i sustav žurnog zaustavljanja sisaljki tereta (*Crude Oil Pump Emergency stop*), i to sa

svih mjesta gdje postoje prekidači. To su obično obje strane manifolda, ulaz u pumpnu stanicu, prostorija za nadzor stroja (*Engine control room*), prostorija za nadzor tereta i kraj svake sisaljke tereta posebno. Na taj način se osigurava žurno zaustavljanje iskrcaja ako se dogodi curenje tereta.

Oprema za određivanje prisutnosti otrovnih i eksplozivnih plinova, protupožarna oprema i oprema za zaštitu okoliša od onečišćenja moraju u svakom trenutku biti spremne za uporabu. Pravilnim korištenjem, održavanjem i redovitim inspekcijama naznačene opreme, te redovitim uvježbavanjem posade u korištenju iste, unaprjeđuje se sigurnost na moru.

4.3. TESTOVI I PROVJERE PRIJE DOLASKA BRODA U LUKU

Kako je već naznačeno, za uspješan iskrcaj tereta potrebna je dobra priprema. Prilikom pripreme rade se različiti testovi i provjerava se različita oprema. Neke od važnijih stvari koje se trebaju provjeriti i testirati su:

- Zatvoriti sve otvore za ventilaciju i vrata na palubi, strojarnici i nadgrađu.
- Brodski klimatizacijski uređaj stavlja se u djelomičnu recirkulaciju.
- Radi se test pritiska (*Pressure test*) teretnih cjevovoda, cjevovoda za pranje sirovom naftom (*COW line*) i cjevovoda za posušivanje (*Marpol line*).
- Usisni koš mora za cjevovod tereta (*Cargo sea chest*) testirati se na propuštanje i zaključava ako se neće koristiti.
- Provjeravaju se svi manometri na teretnim cjevovodima, nivokazi tankova te pokazivači gazova.
- Provjerava se razina tekućine u palubnoj vodenoj brtvi sustava inertnog plina (*I.G. Deck seal*) i razina tekućine u vakuumsko-prekotlačnom sigurnosnom ventilu (*P/V breaker*).
- Alarm sustava kaljužnih sisaljki se testira, a kaljuže se čiste.
- Pali se sustav ventilacije pumpne stanice i ako je kvaliteta zraka adekvatna izdaje se dozvola za ulazak u pumpnu stanicu.
- Testira se sepoluga za zatvaranje isisavanja zraka iz pumpne stanice (*Flooding damper*).
- Provjerava se razina ulja u tanku ulja za hidrauliku ventila, te ako je potrebno, nadolijeva se. Također je i obavezna provjera kutije hidraulike po palubi i pumpnoj stanici. Ako je gdje došlo do curenja, potrebno je počistiti.

- Provjerava se i testira oprema za mjerenje tereta: *Marine Moisture Control (MMC)* ili *Ullage/Temperature Interface (UTI)* i ručne sonde. Provjera *MMCa* ili *UTIA* (uređaji za mjerenje praznog prostora tanka – kala, temperature tereta i prisutnosti vode u teretu) uključuje vizualni pregled i promjenu zvuka uređaja u dodiru s uljem i vodom. Također je potrebno testirati i prikaz temperature te provjeriti stanje baterija.
- Provjeravaju se prijenosni komunikacijski uređaja (*Walkie-talkie*)
- Provjerava se da su svi izolacijski ventili cjevovoda za pranje tankova sirovom naftom (*COW line branch valves*) zatvoreni, te da su svi ventili uređaja za pranje sirovom naftom zatvoreni. Namješta se kut svih uređaja koji će se koristiti prilikom pranja na kut planiran za početak pranja tankova (najčešće je to kut od 50° prema 0°).
- Skidaju se sva pokrivala s vitala za vez, te se testiraju na ispravan rad.
- Testiraju se brodske dizalice.
- Na manifolde se stavljaju reduktori (*Reducer*) sukladno dogovoru s terminalom.
- Balastni tankovi koji će se puniti morem u luci isključuju se iz sustava za otkrivanje ugljikovodičnih plinova.

Sve naznačene testove i stanja opreme treba zabilježiti u odgovarajuće kontrolne liste i dnevnik radi adekvatnog praćenja izvođenja testova i praćenja stanja testirane i provejerene opreme.

5. ISKRCAJ TERETA NA TANKERU ZA PRIJEVOZ ULJA

Kod iskrcaja tereta važno je poznavati osobine tereta i moguće opasnosti koje mogu nastati tijekom iskrcaja, te slijediti propisane procedure. Svaki brod ima priručnik za operacije s teretom (*Cargo operations manual*) u kojem je objašnjeno i rukovanje balastom i priručnik za pranje sirovom naftom (*C.O.W. manual*). Osim ovih priručnika svaka kompanija zasebno je izdala naputke za sigurno rukovanje teretom utemeljene na Međunarodnom sigurnosnom vodiču za tankere i terminale (*International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals – ISGOTT*). Prilikom planiranja iskrcaja i njegovog trajanja potrebno je pažljivo slijediti propise i držati se plana što je više moguće. Plan iskrcaja tereta obično priprema prvi časnik palube u dogovoru sa zapovjednikom i u skladu s podacima dobivenim od lučkog terminala. U njemu je potrebno naznačiti ime (ili imena ako ih je više) tereta s podacima o gustoći i temperaturi, volumen i težinu tereta, raspored tereta u brodskim tankovima, planirani redosljed iskrcaja po

tankovima, sisaljke koje će se koristiti, gaz broda na dolaski, tijekom iskrcaja, te na polasku, plan balastiranja, mjere opreza koje će se poduzeti i ostale detalje u vezi same operacije kao što su redosljed otvaranja ventila, korištenje cjevovoda i slično (prilog 1., prilog 2. i prilog 3.)

Nakon što se brod sigurno veže za iskrcajni terminal postavlja se sredstvo kojim će se obavljati prijelaz osoba s broda na kopno i obratno. To može biti brodska ili obalna skala. Ako se postavlja obalna skala onda je dužnost posade broda postaviti zaštitnu mrežu oko skale kako bi prelazak osoba bio što sigurniji. Osoblje s terminala spaja pretovarne ruke na brodske manifolde uz pomoć posade broda prema unaprijed dogovorenom rasporedu. Posada broda prilikom iskrcaja mora imati svu raspoloživu dokumentaciju koje se mora pridržavati pri ruci, a kojoj pripadaju[16]:

- Lokalni propisi,
- Plan terminala,
- Upute za obavljanje operacije,
- Plan za akciju u slučaju izlivanja,
- Raspored osoblja na terminalu u slučaju izvanrednih prilika,
- Priručnik o sprječavanju zagađenja,
- Dnevnik operacije s teretom.

5.1.RAZMJENA PODATAKA NEPOSREDNO PRIJE ISKRCAJA TERETA

Kompletiranje sigurne i učinkovite operacije rukovanja teretom i balastom ovisi o dobroj suradnji, komunikaciji i koordinaciji između svih osoba koje sudjeluju u operaciji rukovanja teretom. Nakon što se brod sigurno veže u luci i postave se sredstva za pristup brodu s obale, u brodskom uredu sastaju se zapovjednik broda, prvi časnik palube koji je zadužen za rukovanje teretom, predstavnik lučkog terminala zadužen za teret (*Loading master*) i nezavisni nadzornik tereta (*Cargo surveyor*). Na sastanku se dogovaraju svi bitni detalji oko rukovanja teretom i boravka broda na lučkom terminalu:

Tako prilikom razmjene podataka tanker treba terminal obavijestiti o[15]:

- Specifikacijama tereta,
- Otrovnim komponentama tereta (prisutnost sumporovodika, merkaptana i ostalih otrovnih plinova) - ako ih ima,

- Svim drugim karakteristikama tereta na koje treba obratiti pozornost, na primjer, veliki pravi tlak isparina (*TVP – high true vapour pressure*),
- Plamištu produkta i njegovoj temperaturi, posebno kad je produkt nehlapljiv,
- Rasporedu tereta na brodu prema stupnju i količini,
- Količini i distribuciji taloga,
- Svakoju promjeni praznog prostora tanka – kala (*Ullage*) nakon ukrcaja,
- Maksimalnom kapacitetu iskrcaja i pritisku u cjevovodu tereta prilikom iskrcaja,
- Potrebi pranja tanka sirovom naftom,
- Procijenjenom vremenu početka i trajanja ukrcaja balasta.

Terminal treba obavijestiti tanker o sljedećem[15]:

- Vrijeme i redosljed iskrcaja tereta koji je prihvatljiv terminalu,
- Nominalne količine tereta za iskrcaj,
- Prihvatljivi maksimalni kapacitet iskrcaja (*Maximum cargo discharging rate*),
- Prihvatljivi maksimalni pritisak tereta na brodskoj/obalnoj teretnoj liniji,
- Sve dobavne (potisne) sisaljke koje će se koristiti,
- Broj, kapacitet i veličinu linija – cijevi tereta,
- Bilo koji nedostaci i ograničenja terminala,
- Komunikacijski sustav za kontrolu iskrcaja uključujući signal za zaustavljanje u slučaju ugroze (*Emergency stop*).

Na temelju razmijenjenih podataka odgovorni časnik i predstavnik terminala postižu dogovor, odnosno rade plan iskrcaja tereta koji mora biti u pisanom obliku. Plan iskrcaja između ostaloga mora sadržavati sljedeće[15]:

- Ime broda, vez, datum i vrijeme,
- Imena i potpise predstavnika broda i terminala,

- Podatke o svakom teretu (produktu): količina (volumen), broj obalnih tankova koji će se krcati, broj brodskih tankova koji će se iskravati, teretni cjevovodi koji će se koristiti prilikom iskrcaja, kapacitet iskrcaja (*Cargo discharging rate*), maksimalni dopušteni i radni pritisak cjevovoda tereta prilikom iskrcaja, maksimalna temperatura tereta prilikom iskrcaja,
- Ograničenja potrebna zbog elektrostatičkih mjera opreza i korištenja automatskih ventila za zatvaranje.

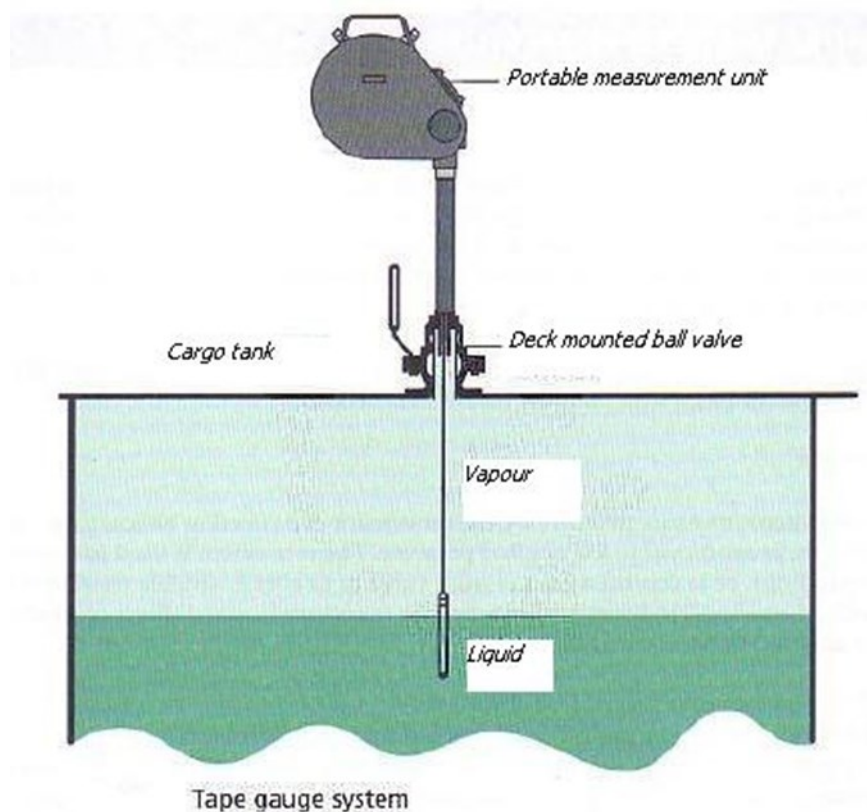
Predstavnici broda i terminala ispunjavaju i Brod/Obala sigurnosnu kontrolnu listu (*Ship/Shore safety check list*) u kojoj se navode važni detalji o sigurnosnim mjerama i postupcima na brodu i na terminalu.

Navedeni podatci se razmjenjuju na unaprijed pripremljenim obrascima i svaka strana potpisom potvrđuje svoju suglasnost, te da je primila na znanje određenu činjenicu. Prije samog dolaska u luku, časnik zadužen za sigurnost provjerava sve sigurnosne sustave i uređaje kako bi brod bio spreman na moguće ugroze tijekom boravka u luci i operacija s teretom.

5.2.KONTROLA TANKOVA PRIJE POČETKA ISKRCAJA

Prije početka operacije iskrcaja tereta, prvi časnik u pratnji nezavisnog nadzornika tereta i rukovoditelja sisaljka mjerne razinu praznog prostora u tankovima tereta. Na temelju tih mjerenja i uz pomoć brodskih tablica o kalu (*Ullage tables*) izračunava se količinu tereta na brodu i potpisuje relevantni dokument pod nazivom izvješće o kalu (*Ullage report*). Prilikom kontrole tankova obično se uzimaju i uzorci tereta iz tankova. Dva su načina mjerenja kala na tankerima: ručno ili daljinski uz pomoć elektroničkih uređaja[20].

Ručno mjerenje obično se radi prije iskrcaja tereta, te se podatci dobiveni mjerenjem usporede s elektronički dobivenim podacima radi određivanja moguće pogreške elektroničkih mjernih uređaja. Kada je brod pun mjerenje se vrši pomoću *UTI* ili *MMC* uređaja kroz otvor za mjerenje kala (*Ullage point*) (slika 14.). Nadzornici tereta preferiraju ručno mjerenje kao najpouzdaniju metodu. Oni također mjere temperaturu tereta, a uzima se i uzorak tereta i mjeri količina vode u teretu ako je ima. Sve se to izvodi na brodovima koji imaju zatvoreni sustav ukrcaja i iskrcaja, bez ispuštanja para tereta iz tanka.



Slika 14. Ručno mjerenje razine tereta u tanku.

Izvor: [21]

Uvođenjem daljinskog mjerenja kala elektroničkim uređajima postojala je određena zabrinutost za njihovu učinkovitost. Međutim, stalna tehnološka poboljšanja u kombinaciji s boljim razumijevanjem proizvođača uređaja s problemima s kojima se susreću tankeri, rezultirala su proizvodnjom jako preciznih uređaja. Više je elektroničkih uređaja koji mogu mjeriti kalo tanka tereta, a najčešći su[22]:

- **Mehanički uređaj za mjerenje**(*Mechanical sounding gauge*)– pričvršćen jeza uporište na vrhu tanka i pluta na površini tereta, te vertikalnim pomacima mjeri promjenu razine tereta. Podatci se šalju u prostoriju za kontrolu tereta. Tamo se uz pomoć mjerenja proračunava količina tereta u tanku. Neki uređaji imaju i mogućnost očitavanja razine tanka na staklenom mjeracu razine (*Glass level gauge*).
- **Mjerač diferencijalnog tlaka** (*Differential pressure gauge*)– služi za mjerenje i prikazivanje razlike tlakova na dva položaja unutar tanka. Mjerač obično ima dva ulazna otvora spojena na položaje mjerenja tlaka unutar tanka.
- **Ultrazvučni mjerač** (*Ultrasonic gauge*)– daje izvrsnu točnost u mjerenju s maksimalnom pogreškom od +/- 5 milimetara. U svakom tanku nalazi se uređaj

koji odašilje ultrazvučne valove do razine površine tereta u tanku, te tako mjeri udaljenost tereta od radarskog uređaja. Siguran je za uporabu u eksplozivnoj atmosferi, amjerenja se očitavaju na zaslonima u prostoriji za kontrolu tereta.

Prilikom mjerenja kala, mjeri se i temperatura tereta i provjerava se količina vode u teretu (ako je ima). Temperatura se također može mjeriti ručno i daljinski. Ručno se može mjeriti pomoću *MMCa* ili *UTIa* koji imaju mogućnost očitavanja temperature. Obično se temperatura mjeri na tri razine unutar tanka, te se u izračunu tereta uzima srednja vrijednost. Daljinski se temperatura tereta može očitati pomoću specijalnih termometara unutar tanka koji šalju podatke u prostoriju za kontrolu tereta, što omogućuje operateru stalnu kontrolu. Količina vode se provjerava ručno, prilikom mjerenja kala, a koristi se ili *MMC* ili *UTI*. Oba uređaja daju karakterističan zvuk kada senzor na vrhu trake dođe u dodir s vodom. Za još točnije određivanje prisutnosti i količine vode, elektronička traka uređaja namaže se posebnom pastom za određivanje prisutnosti vode koja mijenja boju (obično iz oker u tamno crvenu ili iz tamno ljubičaste u svijetlo crvenu)[20].

Nakon završenih mjerenja kala, temperature i određivanja prisutnosti i vode u teretu, časnik zadužen za teret i nezavisni kontrolor tereta izračunavaju količinu tereta za iskrcaj. Nakon usklađivanja izračuna, brod je spreman za iskrcaj pa, terminal i brod otvaraju odgovarajuće ventile i pripremaju tankove. Nakon izvršenih priprema sve je spremno za početak iskrcaja koji počinje na dogovoreni signal preko radio uređaja.

5.3.ISKRCAJ TERETA

Na početku operacije iskrcaja prvi časnik mora obratiti pozornost na detalje iz kontrolnih listi (*Check list*) koje su se ispunile prilikom sastanka. Iskrajni ventili od sve tri teretne sisaljke moraju biti zatvoreni. Otvaranje ventila na manifoldu kao i startanje sisaljki može započeti tek nakon što je izvršena zadnja provjera brodsko/obalnog spoja cjevovoda i kada su zadovoljeni svi zahtjevi u pogledu protupožarne zaštite, te uvjeti za sprječavanje izlivanja ulja[20]. Nekoliko minuta prije samog početka rada, sisaljke se jedna za drugom zagrijavaju (*Warm up*), te su nakon toga spremne za pokretanje. Kada terminal obavijesti brod da je sve spremno za prihvatanje tereta i potvrđeno pravilno funkcioniranje sustava inertnog plina, može se započeti s iskrcajem tereta. Sve tri sisaljke tereta pokreću se postupno, jedna po jedna. Zatim se otvaraju iskrajni ventili postupno, počevši od 5%. Posada koja se nalazi na području manifolda provjerava curi li teretna spojevima prirubnica brodsko/obalnog spoja.

Ako postoji malo curenje, stežu se matice oko spojeva, a ako postoji obilno izlijevanje, operacija se zaustavlja dok se ne stanje ne riješi.

Na početku iskrcaja sisaljke polako iskrcajavu teret, provjerava se ispravan rad ventila kao i brtvljenje cijevi, te se postupno povećava iskrcajna brzina sve većim otvaranjem ventila. Polagano podizanje iskrcajne brzine traje sve dok terminal nema curenja tereta i unaprijed dogovoreni tankovi na terminalu se pune. Za to vrijeme, paralelno s otvaranjem ventila, podižu se okretaji sisaljki (*Pump revolutions - RPM*) sve dok se ne postigne željeni pritisak u cjevovodima na manifoldu. Tijekom pojačavanja rada sisaljki otvaraju se i ostali tankovi tereta predviđeni za iskrcaj po planu iskrcaja, te se provjeravaju sisaljke, manifoldi, teretni cjevovodi po palubi, itd. Kroz cijelu radnju kontroliraju se i uspoređuju vrijednosti očitane na manometrima u teretnoj kontrolnoj sobi i na manifoldima.

Operacija iskrcaja započinje od pramčanih tankova prema krmenim radi povećanja krmenog trima, što omogućuje bolji usis sisaljki tereta, te uspješnije posušivanje tankova.

Kada se obalni tankovi nalaze na velikoj udaljenosti od broda ili na brijegu, tada se često koriste jedna ili više dobavnih (potisnih) sisaljki (*Booster pump*) koje služe za dodatno pojačavanje tlačenja s obalnog cjevovoda, koje pomažu smanjiti depresiju iskrcajnog cjevovoda i ubrzavaju ukupnu operaciju iskrcaja. Početak rada ovih sisaljki obično je nakon početka iskrcaja. Primjeti li se veliki porast povratnog tlaka, hitno se zaustavlja iskrcaj i zatvaraju se ventili na manifoldu, jer u tom slučaju dobavne sisaljke umjesto da vuku teret iz broda, one ga guraju natrag[20].

Nakon pokretanja sisaljki i namještanja željenog tlaka na manifoldu, pazi se može li sustav inertnog plina dobavom pratiti iskrcajnu količinu tereta u jedinici vremena, odnosno treba li uključiti još jedan ventilator inertnog plina. Za vrijeme operacije iskrcaja nastoji se održati sve sisaljke tereta na istom broju okretaja i istom iskrcajnom pritisku. Također, cijelo je vrijeme potrebno održavati određeni trim. Na početku iskrcaja, odnosno za vrijeme iskrcaja pramčanih tankova, trim se može održavati samom regulacijom operacije iskrcaja. Kada se stvori veća razlika između pramčanog i krmenog djela broda, određeni trim se postiže balastiranjem. Brodovi posjeduju posebne balastne tankove i ako nema opasnosti od propuštanja tereta u njih, balastiranje započinje dok traje operacija iskrcaja tereta[20].

Prvi časnik pratipokazivače na raznim sustavima tijekom iskrcaja, te kontrolira trim, nagib broda, brzinu okretaja sisaljki tereta, pritisak u iskrcajne linije itd. Periodično tijekom iskrcaja (obično svakih sat vremena), dežurni časnik (*Duty officer*) upisuje bitne podatke u

dnevnik iskrcaja (*Discharging Log*) kao što su: okretaji i pritisak svake sisaljke tereta, količinu tereta na brodu, iskrcanu količinu tereta, kapacitet iskrcaja, zastoji u operaciji izazvani od strane broda ili obale i drugo. Količina iskrcanog tereta uspoređuje se skoličinom tereta koju je terminal primio, te se stanje prati iz sata u sat.

Noviji tankeri su automatizirani, pa se sustavima za iskrcaj tereta (slika 15.) upravlja iz prostorije za nadzor tereta, ali ipak dežurni časnik u prostoriji mora imati adekvatan kontakt s posadom na palubi.

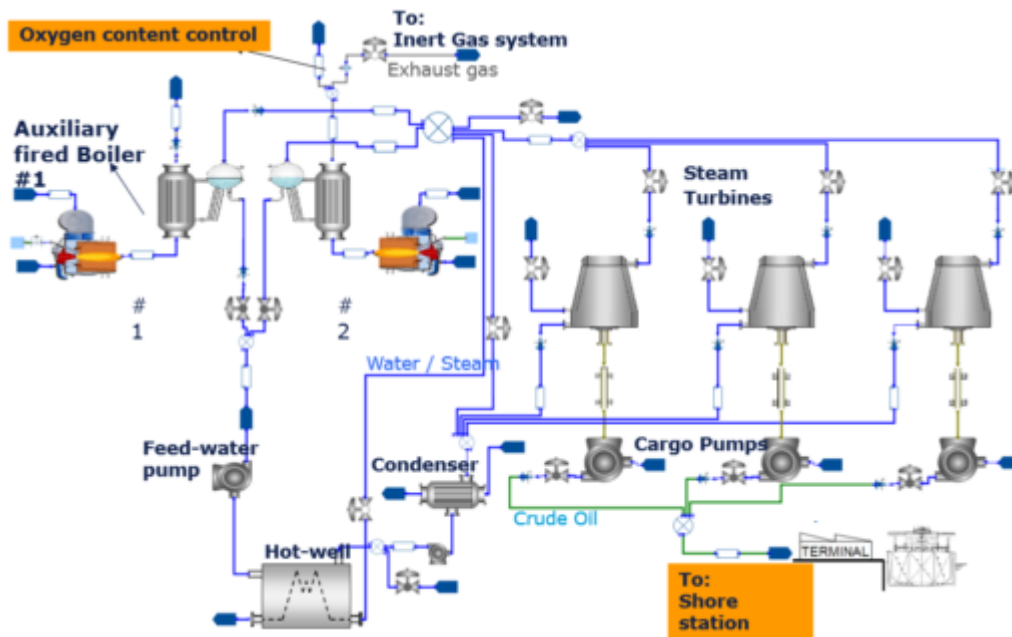
Na palubi se nalazi rukovatelj sisaljka koji se bavi otvaranjem i zatvaranjem, odnosno regulacijom ventila. Također, u unaprijed dogovorenim vremenskim intervalima, jedan od članova posade na straži silazi u pumpnu stanicu i vizualno kontrolira rad sisaljki, te vizualno provjerava stanje pumpne stanice, odnosno ima li negdje curenja tereta. Potrebno je naglasiti kako se svaki ulazak u pumpnu stanicu mora zabilježiti u važeću dozvolu za ulazak u pumpnu stanicu. Svaki put prije ulaska u pumpnu stanicu potrebno je izmjeriti količinu kisika u njezinoj atmosferi, te odrediti možebitno prisustvo otrovnih ili eksplozivnih plinova[20].

Kada kalo u tanku dosegne vrijednost od oko šest metara, uz suglasnost terminala, može se započeti operacija pranja sirovom naftom gornjeg djela tanka, prema unaprijed pripremljenoj kontrolnoj listi za pranje tankova sirovom naftom. Pranje gornjeg djela tanka uključuje okret mlaznice od 50° do 150° za višestruku metodu (*Multi stage*), a osnovni uvjet jest šest metara kala u tanku. Inertni plin koji se isporučuje u tank prilikom pranja tankova sirovom naftom ne smije prelaziti 5 %, te se prije samog početka pranja količina kisika ručno mjeri na svakom tanku kojeg se planira prati sirovom naftom.

Kada teret u pramčanim tankovima dođe do određene razine (obično oko dva metra) zatvaraju se ventili koji spajaju sve cjevovode tereta (*Bottom crossover valves*), te se tako razdvajaju cjevovodi tereta. Time se postiže da svaka sisaljka iskrcava teret preko svog cjevovoda. Na taj se način lakše kontrolira svaka pojedina sisaljka. Kada razina tereta u tanku dođe na približno jedan metar, mora se paziti na usis sisaljke. Svakim sljedećim smanjenjem razine tekućine u tanku postupno se pritvaraju ventili tanka tereta, sve dok razina tekućine ne dođe na par centimetra, a tada se ventil potpuno zatvara.

Tada započinje pranje dna tanka sirovom naftom koristeći teret koji se nalazi u taložnom tanku koji je spojen na cjevovod pranja tereta sirovom naftom. Optimalno vrijeme za pranje svakog pojedinog tanka naznačeno je u priručniku za pranje tankova sirovom naftom (u praksi obično oko 45 minuta). Pranje tankova obično se obavlja s pomoću četiri

stroja (ovisno o brodu), od kojih svaki koristi pritisak od 8 bara na cjevovodu sustava pranja tankova sirovom naftom. U isto vrijeme završava se i operacija balastiranja. Posušivanje svih teretnih cjevovoda radi se ejektorima. Njihov se sadržaj odvodi u taložne tankove, što je razlog zašto se oni zadnji iskrcajavu. Nakon iskrcaja taložnih tankova, stapnom sisaljkom za posušivanje (*Stripping pump*) posušuju se sisaljka tereta kojom su se iskricali taložni tankovi i cjevovodi tereta. Nakon toga zaustavlja se sustav inertnog plina i javlja se terminalu da je iskrcaj tereta završen[20].



Slika 15. Oprema za rukovanje teretom na tankeru za prijevoz ulja.

Izvor: [23]

5.4.RADNJE NAKON ISKRCAJA TERETA

Nakon što su sve radnje u sklopu operacije iskrcaja tereta (iskrcaj, inertiranje, *COW*, posušivanje itd.) završene, smatra se da je sama operacija iskrcaja tereta kompletirana. U dogovoru s terminalom pristupa se odspajanju svih obalnih prekrcajnih ruku od manifolda. U slučaju ostatka male količine tekućeg tereta u cijevima, ono se odlijeva u posebne posude(*Drip Tray*) koje su postavljene uzduž cijelog manifolda, te sprječavaju izlijevanje ostatka tereta na palubu, odnosno u more. Iz te posude ostatak tekućeg tereta se prelijeva u određeni tank tereta koji je predviđen za tu svrhu.

Kod operacije iskrcaja tekućeg tereta gotovo je nemoguće iskrcati sav teret, te tako uvijek ostane ostatak tekućeg tereta (*Remaining On Bord - ROB*). Važno je odrediti njegovu količinu, a to se radi uz pomoć ručnog mjerenja. Ono se izvodi s pomoću određene trake

(*Sounding tape; Sounding rod*) koja se spušta kroz cijev za sondiranje, te se tako očitava ostatak tereta u centimetrima. Vrijednost ostatka tereta mora biti izražena u mjernim jedinicama za volumen, odnosno težinu, pa se zato koriste specijalne tablice (*Sounding table*). S postojećim trimom ulazi se u odgovarajuću tablicu i za očitane vrijednosti tereta u centimetrima određuje se vrijednost u metrima kubnim ili barelima. Ta se količina tereta ostavlja u tankovima te se uzima u obzir i zbraja prilikom sljedeće operacije ukrcanja tereta.

6. ZAKLJUČAK

Posljednjih desetljeća sve je veća aktivnost pomorskih organizacija usmjerena na sigurnost tankera kao i zaštitu mora i okoliša. Razlog tome je enormno širenje uljne industrije, a samim time povećanje dimenzija i korisne nosivosti brodova za prijevoz ulja i uljnih prerađevina. Isto tako, operacije rukovanja tekućim teretom postale su kompleksnije i složenije, što je razlog odabira teme ovog rada.

U radu je objašnjen postupak operacije iskrcaja tereta na brodu za prijevoz ulja i uljnih prerađevina, kao i ostali popratni uvjeti i radnje koje se moraju obaviti da bi operacija iskrcaja prošla uspješno i sigurno. Operacija iskrcaja tereta složena je i opasna radnja koja iziskuje jako dobru pripremu samog broda, terminala i svih sudionika koji su uključeni u nju, te dobru komunikaciju i razmjenu informacija između broda i obale. S obzirom na eksplozivnost i zapaljive karakteristike tekućeg tereta koji se prevozi, jako je važno konstantno pregledavati i mjeriti stanje u tankovima određenim mjernim uređajima kako ne bi došlo do opasnih situacija. Sustav inertnog plina od velikog je značaja i posvećuje mu se velika pozornost, jer pravilnim rukovanjem njime smanjuje se mogućnost eksplozije i zapaljenja. U radu je objašnjen i sustav pranja tankova sirovom naftom, koje se obavlja pri kraju iskrcaja tereta. Operacija iskrcaja tereta na brodu za prijevoz ulja i uljnih prerađevina mora se obavljati prema ugovorenom iskrcajnom planu, te s velikom pažnjom, jer je zaštita mora, okoliša, broda, a posebno zdravlje i sigurnost ljudi nemjerljivog značaja.

Literatura

1. Komadina, P., Tankeri, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka, 1994.
2. Hrvatska enciklopedija, <https://www.enciklopedija.hr/>
3. www.divgroup.eu/data/public/gallery/30/441.jpg
4. Belamarić, G., Brodovi za prijevoz sirove nafte, Split, 2012.
5. Klarin, Č., Tankersko brodarstvo, Pomorski fakultet u Splitu, Diplomski rad, Split, 2019.
6. http://www.fms-tivat.me/download/spec-radovi/Cupic_Mladen.pdf
7. https://www.bunkerist.com/en/wp-content/uploads/2016/03/1doublehulltankerjpg-3543788_p9.jpg
8. https://www.researchgate.net/figure/An-Example-of-a-Mid-Deck-Ship-During-Grounding-or-Allision_fig19_303565252
9. Markić, K., Proces pranja tankova na brodu za prijevoz sirove nafte, Pomorski fakultet u Splitu, Završni rad, Split, 2018.
10. <https://www.mpd-pumpe.hr/media/PTU.jpg>
11. https://player.slideplayer.com/90/14514888/slides/slide_26.jpg
12. [file:///C:/Users/Ivan/Downloads/003_267_grbcic_mrakovcic_hodak%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Ivan/Downloads/003_267_grbcic_mrakovcic_hodak%20(2).pdf)
13. https://img.nauticexpo.com/images_ne/photo-g/31694-7039857.jpg
14. http://system-kk-english.cts-co.net/product/img/img01_06.png
15. International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals (ISGOTT), International Chamber of Shipping, Oil Companies International Marine Forum, International Association of Ports and Harbors, 4th Ed. 1996.
16. Lovrić, D., Tehnologija prijevoza tekućih tereta, Pomorski fakultet u Splitu, Skripta za inertnu upotrebu, Split
17. <https://i1.wp.com/fb.ru/misc/i/gallery/44565/1632473.jpg>
18. https://i0.wp.com/www.crowave.com/blog/wpcontent/uploads/2017/10/gasalarm_07_01.jpg
19. https://www.gmiuk.com/wp-content/uploads/2013/01/5603_99405_08.pdf
20. Theofanis, Z., Tanker ship's discharging operation and crude oil washing, Merchant Marine Academy of Macedonia, Particular essay, 2017.
21. <http://www.chemicaltankerguide.com/tape-gauge-system.JPG>
22. <https://www.marineinsight.com/guidelines/sounding-and-different-methods-of-taking-sounding-on-a-ship/>

23. https://glomeep.imo.org/wp-content/uploads/2016/07/3_1_Picture-2-510x315.png

Popis slika

Slika 1. Tanker za prijevoz ulja.

Slika 2. Poprečni presjek tankera na glavnom rebru.

Slika 3. Tanker za prijevoz ulja s dvostrukim trupom i dnom.

Slika 4. Prikaz konstrukcije tankera za prijevoz ulja sa središnjom palubom.

Slika 5. Centrifugalna sisaljka.

Slika 6. Smještaj cjevovoda i sisaljki tereta.

Slika 7. Inertiranje tanka miješanjem i potiskivanjem.

Slika 8. Zone koncentracije u tanku za vrijeme iskrcaja tereta bez inertiranja.

Slika 9. Stroj za pranje tankova s jednostrukom mlaznicom.

Slika 10. Sustav pranja sirovom naftom.

Slika 11. Ručni detektor plina.

Slika 12. Tankoskop.

Slika 13. Univerzalni uređaj GMI Gasurveyor 500.

Slika 14. Ručno mjerenje razine tereta u tanku.

Slika 15. Oprema za rukovanje teretom na tankeru za prijevoz ulja.

Prilog 1. Plan krcanja tereta

M/T THORNBURY
Nassau, Bahamas

STOWAGE PLAN

629.803 BBLs (B/L)

Port: Pembroke
Date:
Voy: 362

CARGO GRADE
API @ 60 F / DEN @ 15 C
TEMPERATURE

EKOFISK C.O.
38,45 0,8322
68,6 °F 20,3 °C

A/P 200	ULL.	0,00	INN.	0,06	INN.	0,05	INN.	0,05	INN.	0,05	INN.	0,05	INN.	0,05	INN.	0,05	F/P BOSUN STORE
	6P	41	5P	42	4P	49	3P	47	2P	50	1P	19					
	0	ULL.	2,81	ULL.	2,31	ULL.	3,59	ULL.	2,28	ULL.	2,40	ULL.	2,54				
			7785		9419		8710		9479		9240		6033				
	SLP	0,0%	6P	88,9%	5P	91,9%	4P	84,6%	3P	92,0%	2P	92,3%	1P	90,3%			
	0	ULL.	0,00	ULL.	3,05	ULL.	2,34	ULL.	3,89	ULL.	2,90	ULL.	2,94	ULL.	2,65		
			7654		9402		8535		9117		8932		5989				
	0	6S	87,4%	5S	91,8%	4S	82,9%	3S	88,5%	2S	89,2%	1S	89,7%				
			0,06	INN.	0,05	INN.	0,05	INN.	0,05	INN.	0,05	INN.	0,05				
	SLS	0,0%	6S	41	5S	43	4S	49	3S	47	2S	50	1S	19			

C.O.T.	CBM
1P	6033
1S	5989
2P	9240
2S	8932
3P	9479
3S	9117
4P	8710
4S	8535
5P	9419
5S	9402
6P	7785
6S	7654
SLP	0
SLS	0
TOTAL:	100294
	87,7%

W.B.T.	CBM
F/Peak	0
1P	19
1S	19
2P	50
2S	50
3P	47
3S	47
4P	49
4S	49
5P	42
5S	43
6P	41
6S	41
A/Peak	200
TOTAL:	696
	1,7%

DRAFT	
FWD	12,20 m
MID	12,20 m
AFT	12,20 m
TRIM	0,00 m
LIST	Nil

REMARKS:

- Water ballast tanks quantity is approximately.
 - Quantities from loading port (vessel figure)
 629.343 BBLs (V/F)
 83117 MT (V/F)
 - Estimated time for discharging (min.MARPOL)
 16,4 HRS rate 7500 m3
 23,1 HRS rate 5000 m3

Nermir Hasanspahic
Chief Officer

Aarne Lindroos
Master

Izvor: Osobna komunikacija

Prilog 2. Plan iskrcaja tereta

DISCHARGING PLAN

SHIP: "THORNBURY" PORT: **MILFORD HAVEN** VOY: **349**

Detailed description of tank / line / valve operation	Other important remarks
---	-------------------------

ARRIVAL CONDITION:				For watch arrangements please refer to " WATCH LIST " posted in C.C.R.
CARGO		82995 MT		
BALLAST		934 MT		
FUEL OIL		840 MT		Ensure that all deck scuppers are tightly plugged and that all save-alls are plugged.
DIESEL OIL		206 MT		Oil spill response equipment to be prepared at both manifolds as well as portable fire-ext.
LUB OIL		68 MT		Fire pump will run during port stay and fire hoses rigged at manifold will be pressurized.
FRESH WATER		200 MT		Ensure that drip-tray drain valves are closed.
CONSTANT		450 MT		
LIGHT SHIP		16896 MT		For weather forecast and tide/current info please see attached sheets .
DISPLACEMENT		102589 MT		We don't have any info about bunkering or storing operations yet, if any I will let You know in ample time.
DEADWEIGHT		85693 MT		If loose lifting gear is to be used check it before use.
Arrival draft	fwd	12,10	m	
(Sea water)	aft	12,10	m	
	mid	12,10	m	
ORDER OF DISCHARGE				
SINGLE GRADE OF EKOFISK C.O. WILL BE DISCHARGED.				
For cargo tanks ullages and quantities see " Stowage plan "				
Vessel to take 36500 MT of segregated ballast concurrently with cargo discharging operations.				
				UTI-s checked:
				Overfill alarms tested:
				Bilges alarms tested:
EKOFISK C.O.				
CARGO API		38,63	"6A"	
CARGO TEMPERATURE		80,1	° F	P/V valves checked:
ESTIMATED DISCHARGING RATE		5500	m³/h	
ESTIMATED BALLASTING RATE		3000	m³/h	Liquid level in P/V breaker checked:

** At any time this discharging plan may be changed due to different circumstances that may appear.

MINIMUM DEPTH AT BERTH.....

UNDER KEEL CLEARANCE TO BE KEPT MINIMUM 0.5 mtrs

DISCHARGING PLAN

SHIP: "THORNBURY"

Detailed description of tank / line / valve operation	Other important remarks
---	-------------------------

INITIAL LINE UP:	Before commencement of
Line up as follows:	discharging Emergency Stop for
DECK: open CL310, CL311, CL312 (CL307, CL308, CL309 are already open) close CL313, CL314, CL315	C.O.P.-s to be tested.
C.C.R.: CL009, CL010, CL011, CL012, CL013, CL014 are already open; open CL219, CL220, CL221.	If requested, cargo samples are to be taken prior commencement of discharging.
P/ROOM: all valves are initially closed, open CL201, CL203, CL205 and ballast valves BA222 and BA224	
I.G. System: all I.G. branches valves are opened and locked, open main I.G. valve on deck.	Cargo pumps max. discharging pressure is 12.5 kg/cm ² do not exceed it at any time - max.
Valve from Vacuum Pumps to Slop is also to be opened.	manifold pressure is 10kg/cm ² .
COMMENCEMENT OF DISCHARGING	We don't know yet max. allowed pumping pressure and max. allowed discharging rate, after meeting with Terminal Represent.
After completing meeting with terminal Representative where max. pumping rates and manifold pressures are agreed, as well as means of communication with terminal confirmed and tested, emergency procedures discussed and agreed and tanks inspection is completed and cargo samples are taken vessel will be lined up for discharging.	I will let You know.
First of all cargo pumps separators will be filled with cargo. Follow next procedure: crack open 4 port or starboard C.O.T. valve and open CL202. Set Aus. Rec. Valve to auto. When separator No. 1 is 50% full open Gas. Ext. Valve and close it when separator is completely full.	In case of failure of Inert Gas System discharging must be immediately stopped.
Open CL204 and when separator No.2 is 50% full open Gas. Ext. Valve and close it when separator is completely full. Then open CL206 and when separator No.3 is 50% full open Gas. Ext. Valve and close it when separator is full. During this operations keep monitoring Aus Vac. Pump Exhaust Press. If Exh. Press. High alarm appears check wether valve from Vacuum Pump to Slop is fully open.	Smoking onboard is permitted only in designated smoking areas
Inform E/Room about estimated time for commencing discharging operations. I.G.System will be started first. Once confirmed from terminal that they are ready to receive cargo start I.G. System. When "System Ready" light is on press "delivery to deck" button (green light will be on). Pressure will be set to 600 mmWG. If there is going to be line displacement at commencement of discharging (quantity and rate agreed) advice E/Room to start only C.O.P. No. 1. Open 4 P/S C.O.T. and use them for line displacement (trim will not be changed). Open manifolds and once C.O.P. No. 1 is started from E/Room open CL216	MSDS for cargo is provided in C.C.R.
	All crewmembers shall use appropriate P.P.E. at all times (refer to Form No. 058; P.P.E.; Matrix)
	Cargo tanks overflow alarm panel must be on during discharging operation.

** At any time this discharging plan may be changed due to different circumstances that may appear.

DISCHARGING PLAN

SHIP: "THORNBURY"

Detailed description of tank / line / valve operation	Other important remarks
slowly.	P/V valves are set to open at 1400 mmWG/-350 mmWG
Crew members will be posted as follows:	P/V Breaker settings are 1800 mmWG/-700 mmWG
discharging manifold: duty officer and duty A/B or Bosun	BM and SF are not to exceed 85% at any time.
seaside manifold: duty A/B	
deck lines: duty O/S	In case of any cargo leakages immediately press Emergency Stop Button for C.O.P.-s located at manifolds, P/Room entrance, P/Room bottom or C.C.R. and inform duty officer.
P/Room: Pumpman	Contain spilled oil on deck. Small spillages to be absorbed in saw dust and transferred to safe place
Keep C.O.P. no.1 on min. revolutions until conformed from terminal that they are receiving cargo, than start increasing revolutions until max. agreed rate/pressure for line displacement is reached.	Inform terminal and all other concerned parties.
Stop C.O.P. no.1 when line displacement is completed (shore or ship stop). Before stopping reduce revolutions to minimum and then stop the pump. As soon as line displacement calculations are completed and when confirmed from terminal that discharging can be resumed inform E/Room to start all 3 C.O.P.-s (one by one). Once pumps are started open all other C.O.T. valves. When terminal confirms that they are receiving cargo slowly start increasing pumps revolutions until reaching max. allowed pumping rate/max. allowed manifold pressure (if possible).	Emergency contact list is posted in C.C.R.
When max. discharging rate is reached proceed with routine checks and cargo watch as per instructions.	Keep monitoring pressures on both manifolds until reaching max. pumping rate.
Moorings are to be kept tight at all times, rainwater from deck (if any) to be drained in controlled manner - one crewmember standing by scupper and plugs it back as soon as rainwater is drained.	
Start ballasting by gravity approximately 2 hours after reaching full discharging rate. Line up as follows: open BA221, BA220, BA219, BA223 and after that open ballast tanks valves to keep vessel upright and trim about 3 meters.	Refer to "discharging sequences" for trim, drafts, stresses, etc.
During cargo watch following logs/check lists are to be filled out:	Trim, stresses, drafts, cargo discharging rate, ballasting rate, and all other required information are to be recorded every full hour, obtained from Loadicator (to be kept online-off line only for rates calculations and printouts).
-Pumping log	Loadicator to be kept at Sea Condition.
-Rate and stress record	
-Manifold valve integrity check	
-Pumps temps	
-Pumproom entry permit log	
-Cargo handling watch change over	
Besides all logs and check lists all operations and actions taken regarding cargo discharging and ballasting, moorings and unmoorings	At the end of each watch make

** At any time this discharging plan may be changed due to different circumstances that may appear.

DISCHARGING PLAN

SHIP: "THORNBURY"

Detailed description of tank / line / valve operation	Other important remarks
---	-------------------------

of bunker barges and provision barges will be recorded in Port Log Book.	printouts of Loading Summary and Stability Report.
When ballasting rate drops down below 3000 m ³ /h start ballast pumps. Line up as follows: close BA221 and BA223, open BA210 and BA213. Inform E/Room that ballast pump will be started and start one by one.	Always comply with Ship-Shore Safety Check List.
If there is need to stop discharging for shore tanks change do as follows: inform E/Room in advance that cargo pumps will be stopped, start reducing pumps revolutions in ample time, so You can stop pumps when requested from shore. Since bottom crossover valves are open leave only one cargo tank open, close all the others. Manifolds valves to remain open (if not instructed otherwise from terminal). Once confirmed from terminal that shore tank change is completed and that they are redy to re-start cargo operations advice E/Room to start all three cargo pumps one by one. Start opening cargo tank valves and keep monitoring manifold pressures. When terminal confirms that they are receiving cargo start increasing cargo pumps revolutions to achieve agreed pumping rate.	Hand hydraulic valves pump to be ready in P/Room and starboard side deck midship store. One UTI ready for immediate use on deck.
When 1 P/S cargo tanks reach ullage of about 16 meters start increasing trim and make list to port of about 0.6°-0.7°. Final trim for stripping to be around 6 meters. Use ballast for trimming and listing.	In case of fire: -raise alarm immediately -fight fire with aim to prevent spreading -inform terminal and maintain communications with terminal -cease all cargo and ballast operations and close all valves -standby to disconnect cargo arms -bring engines to standby
When first tank (1P/S C.O.T.) reaches about 1 meter sounding close bottom crossover valves: CL009, CL010, CL011, CL012, CL013, CL014 set both Vacuum Pumps to Auto, set cargo pumps discharging valves to Auto (all three) and open Gas. Ext. Valves (all three). Reduce cargo pumps revolutions for 50 r.p.m.-s. Keep valves on 1P/S, 2P/S, 3P/S fully opens (also open stripping valves); 4P/S, 5P/S, 6P/S keep 50% open (stripping valves closed) - slop tanks to be stopped on 10m ullage.	In case of contact with cargo: Eyes: immediately wash out with plenty of water Skin: remove contaminated clothing immediately and wash affected skin with soap and water
When 1P/S C.O.T. have around 150m ³ of cargo close port side tank valve to 50% in order to discharge starboard side tank first. If necessary reduce cargo pump revolutions(usually not needed). As soon as tank quantity is about 50 m ³ commence with hand dippings. Start to throttle cargo tank valve as soundings are reduced. When tank is empty close valves completely and start stripping port side tank. Same procedure to	

** At any time this discharging plan may be changed due to different circumstances that may appear.

SHIP: "THORNBURY"

Detailed description of tank / line / valve operation	Other important remarks
---	-------------------------

be followed on starboard tank. Once 1 P/S C.O.T. are dry open fully 4 P/S C.O.T. valves. During this stage it is important to have good trim (at least 3 meters, preferably 5 - 6.5 meters) and list to port (about 0.6°-0.7°). Pumpman will line up for cargo eductor before 2 P/S C.O.T. stripping starts. Open as follows: CL207, CL245, CL243, CL244 and CL229.	Moorings to be kept tight at all times. Pay special attention when start trimming vessel to maximum trim and list.
Use cargo pump to dry up as much as possible 2 P/S and 3 P/S (same procedure as for 1 P/S is to be followed). When 4 P/S stripping starts commence decreasing cargo pump no. 1 revolutions. When 4 starboard is completed crack open slop port valve and continue discharging 4 port. Decrease pump no. 1 revolutions to minimum.	Gangway watch to be at gangway at all times. All visitors ID-s to be checked. If any problems C.C.R. is to be informed.
As soon as 4 port tank is completed start cargo eductor. Open CL210 and close slop port valve and close CL202 and CL219. Open CL222 and CL231. Cargo eductor is ready. Increase cargo pump no. 1 revolutions until eductor driving pressure is about 9 bar. Commence stripping red line tanks (one by one) - use stripping valve. C.O.W. is also to be started at this stage. 4 P/S and 2 P/S C.O.T. will be washed this time (if more than 1 cm of sludge in other tanks is found during dipping that tanks will also be washed - in agreement with cargo surveyor). C.O.W. procedure: reduce cargo pump no. 1 revolutions to minimum, P/Man will open CL240, watchman on deck will open isolating valves on deck for cargo tank to be washed (4P/S); after confirming that isolating valves are open open machine valves, and once confirmed that everything is open slowly start increasing cargo pump no. 1 revolutions until reaching pressure of 8 bar in C.O.W. line and about 9.5 bar eductor driving pressure. Open cargo tanks (4P/S) stripping valves. Note that machines are already set to desired washing pattern. When C.O.W. is completed close CL240 and close isolating valves on deck as well as machine valves. Resume striping with eductor. Tank to be hand dipped to ensure that they are empty. Meanwhile 5 P/S and 6 P/S are still being discharged ashore.	C.O.W. checklist to be in use. Check oxygen level of tanks to be C.O.W.-ed before starting. Inform terminal about cowing intention. "C.O.W. in progress" signs to be posted.
When 5 P/S is completed stop C.O.P. No. 2. and close valves CL204 and CL220.	Chief Officer is in charge of C.O.W. operations. Duty Officer will be on deck checking Oxygen levels of tanks to be washed and line up for C.O.W. operations. Bosun/duty A/B to open C.O.W. line valves on deck - isolating valves and machine valves. Duty O/S checking C.O.W. lines for any signs of leakage. P/Man monitoring C.O.W.
When 6 P/S are completed stop C.O.P. No. 3 and close valves CL206 and CL221. Close manifolds and inform terminal that we commenced	machines and open/close valves in P/Room. Takes dippings of

** At any time this discharging plan may be changed due to different circumstances that may appear.

SHIP: "THORNBURY"

Detailed description of tank / line / valve operation	Other important remarks
<p>internal stripping and C.O.W. Discharging ashore is stopped at this moment.</p> <p>After completing stripping red cargo line, continue with blue cargo line. Close valve CL231 and open CL232. Before doing that reduce C.O.P. no. 1 revolutions to minimum and after everything is opened increase revolutions again. If some of tanks from line no. 2 are to be washed same procedure as for 4 P/S is to be followed. After completing stripping tanks from line no. 2 transfer to line no. 3 (yellow). Open valve CL233 and close CL232. Same procedures to be followed. When stripping is completed and all cargo tanks are dry as much as possible discharging ashore will be resumed. Slop tanks will be discharged. Line up as follows: open CL202, CL219, and both slop tanks valves, close CL210, CL229, CL222 and CL233. C.O.P. no. 1 revolutions to be decreased to minimum during line up and after everything is ready open red manifold and slowly increase pumps revolutions. Red crossover valve to be closed.</p> <p>Inform terminal that discharging ashore is resumed. First discharge port slop tank and after starboard slop. When slop tanks are emptied stop C.O.P. no. 1 and close red manifold. Inform E/Room that steam for stripping pump is needed. Open all 3 deck crossover valves. Stop both vacuum pumps. Pumps discharge valves (CL216, CL217 and CL218) to be set to manual and fully open.</p> <p>One crewmember will be standing by goose neck valves and one at red marpol valve. P/Man will go in P/room and open drains from all 3 lines/pumps. When everything is open and stripping pump is ready P/Man will inform C.C.R. If there are some small amounts of cargo remaining in slops stripping pump will be used to discharged it first. P/Man will open CL237 and for slop tank port open CL236 from C.C.R. Deck watch will open red marpol valve.</p> <p>Run stripping pump at about 30 strokes per minute. When port side is empty close CL236 and open CL235 for starboard slop. When stbd slop is empty as well stop stripping pump and close CL235 and P/Man to close CL237 and open CL234 and CL247. Once confirmed that line up is completed start again stripping pump. Open goose neck valves and all three drop valves on deck. Run stripping pump at about 30 strokes per minute. It should take approximately 25-30 minutes to dry</p>	<p>tanks when necessary.</p> <p>In case of any signs of leakage during C.O.W. immediately inform C.C.R. and stop C.O.W. operations.</p> <p>Eductor capacity is 350 m³/h and capacity of C.O.W. machines is 60 m³/h. 4 machines (2 tanks) can be washed at time.</p> <p>P/Room checks to be done on hourly basis. Personal gas meter kept in P/Room entrance - to be used by all personnel descending down in P/Room.</p> <p>Stripping pump capacity is 200 m³/h.</p> <p>Ensure that all valves are open before starting stripping pump.</p> <p>Deck watchmen will keep regular checks on deck to ensure that everything is in good order.</p> <p>If any problems or abnormalities immediately inform C.C.R.</p>

** At any time this discharging plan may be changed due to different circumstances that may appear.

DISCHARGING PLAN

SHIP: "THORNBURY"

DISCHARGING SEQUENCES

DISCH. SEQUENCE	CARGO TANK	ULLAGE		QTY. m ³	BALLAST TANK	SOUND.		DRAFT		STRESS	
								F	A	BM	SF
	1P	2,33	m	6116,9	1P	0,08	m				
	1S	2,34	m	6112,9	1S	0,08	m				
	2P	2,38	m	9251,1	2P	0,08	m				
	2S	3,09	m	8846,8	2S	0,08	m				
	3P	2,17	m	9543	3P	0,09	m				
	3S	2,62	m	9280,1	3S	0,09	m				
1	4P	3,51	m	8757,1	4P	0,10	m	12,1	12,1	48	30
	4S	3,71	m	8640,3	4S	0,10	m				
	5P	3,03	m	8999,6	5P	0,10	m				
	5S	3,31	m	8836,4	5S	0,10	m				
	6P	3,08	m	7637,1	6P	0,11	m				
	6S	3,27	m	7533	6S	0,11	m				
	SLP	4,52	m	682,9	APT	5,20	m				
	SLS	4,50	m	684,2	FPT	0,10	m				
	1P	8,80	m	3539,9	1P	2,14	m				
	1S	8,80	m	3539,9	1S	1,95	m				
	2P	8,43	m	5808,1	2P	1,03	m				
	2S	8,43	m	5808,1	2S	0,93	m				
	3P	8,10	m	6075,5	3P	1,20	m				
	3S	8,10	m	6075,5	3S	1,20	m				
2	4P	7,93	m	6176	4P	1,63	m	8,7	12,2	22	27
	4S	7,93	m	6176	4S	1,46	m				
	5P	7,75	m	6248,8	5P	2,15	m				
	5S	7,75	m	6248,8	5S	1,93	m				
	6P	6,80	m	5601,9	6P	5,25	m				
	6S	6,80	m	5601,9	6S	4,17	m				
	SLP	5,92	m	592	APT	5,20	m				
	SLS	5,92	m	592	FPT	0,10	m				

Remarks:

** At any time this discharging plan may be changed due to different circumstances that may appear.

DISCHARGING PLAN

SHIP: "THORNBURY"

DISCHARGING SEQUENCES

DISCH. SEQUENCE	CARGO TANK	ULLAGE		QTY. m ³	BALLAST TANK	SOUND.		DRAFT		STRESS	
								F	A	BM	SF
	1P	13,7	m	1603	1P	4,50	m				
	1S	13,7	m	1603	1S	4,50	m				
	2P	13,5	m	2904	2P	9,00	m				
	2S	13,5	m	2904	2S	9,00	m				
	3P	13,1	m	3140,7	3P	19,50	m				
	3S	13,1	m	3140,7	3S	19,50	m				
3	4P	12,8	m	3345,4	4P	19,50	m	7,4	11,7	27	13
	4S	12,8	m	3345,4	4S	19,50	m				
	5P	12,3	m	3585,4	5P	19,50	m				
	5S	12,3	m	3585,4	5S	19,50	m				
	6P	12,5	m	2576,7	6P	14,50	m				
	6S	12,5	m	2576,7	6S	11,00	m				
	SLP	10,0	m	340,4	APT	5,20	m				
	SLS	10,0	m	340,4	FPT	0,10	m				
	1P	NIL	m	NIL	1P	18,10	m				
	1S	NIL	m	NIL	1S	17,27	m				
	2P	NIL	m	NIL	2P	19,12	m				
	2S	NIL	m	NIL	2S	19,12	m				
	3P	NIL	m	NIL	3P	19,50	m				
	3S	NIL	m	NIL	3S	19,50	m				
4	4P	NIL	m	NIL	4P	19,50	m	5,7	8,7	78	51
	4S	NIL	m	NIL	4S	19,50	m				
	5P	NIL	m	NIL	5P	19,81	m				
	5S	NIL	m	NIL	5S	19,81	m				
	6P	NIL	m	NIL	6P	19,24	m				
	6S	NIL	m	NIL	6S	16,31	m				
	SLP	NIL	m	NIL	APT	5,20	m				
	SLS	NIL	m	NIL	FPT	0,10	m				

Remarks:

** At any time this discharging plan may be changed due to different circumstances that may appear.

DISCHARGING PLAN

SHIP: "THORNBURY"

Detailed description of tank / line / valve operation	Other important remarks																														
<p>cargo pumps and lines. Keep monitoring stripping pump strokes and adjust as necessary. After all 3 cargo pump separators and all lines are empty stop stripping pump. Inform P/Man that discharging is completed and that he can close all valves in P/Room. Stop I.G. and inform E/Room that discharging is compl. Deck watch will close red marpol and goose neck valves. Call terminal and inform them that discharging is completed. After inspecting 4 port or starboard cargo tanks drains can be opened and cargo arms drained before disconnecting.</p>	<p>Ensure that any oil collected at manifold during disconnecting cargo arms is drained to 4 P/S C.O.T.</p> <p>Ensure that half-drums used on manifold are dry and clean before they are stowed in deck midship store.</p> <p>Ensure that dirty/oily rags are properly disposed - not to be kept in deck stores.</p> <p>Quantity of H2S/Mercaptans in C.O.T. vapour spaces will be checked upon completion of loading operations.</p> <p>After completion of discharging make printout of departure condition from loadicator (print: 1.Loading Summary, 2.Stability Report, 3.Tank Report, 4.Longitudinal Strength Report)</p>																														
<p>DEPARTURE DRAFT:</p> <p>fwd 5,7 m</p> <p>aft 8,7 m</p> <p>trim 3,0 m</p>																															
<p>DEPARTURE CONDITION:</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>CARGO</td> <td>0</td> <td>MT</td> </tr> <tr> <td>BALLAST</td> <td>36.500</td> <td>MT</td> </tr> <tr> <td>F.O.</td> <td>840</td> <td>MT</td> </tr> <tr> <td>D.O.</td> <td>161</td> <td>MT</td> </tr> <tr> <td>L.O.</td> <td>68</td> <td>MT</td> </tr> <tr> <td>F.W.</td> <td>195</td> <td>MT</td> </tr> <tr> <td>CONST.</td> <td>400</td> <td>MT</td> </tr> <tr> <td>LT. SHIP</td> <td>16896</td> <td>MT</td> </tr> <tr> <td>DWT.</td> <td>38164</td> <td>MT</td> </tr> <tr> <td>DISPL.</td> <td>55060</td> <td>MT</td> </tr> </tbody> </table>	CARGO	0	MT	BALLAST	36.500	MT	F.O.	840	MT	D.O.	161	MT	L.O.	68	MT	F.W.	195	MT	CONST.	400	MT	LT. SHIP	16896	MT	DWT.	38164	MT	DISPL.	55060	MT	
CARGO	0	MT																													
BALLAST	36.500	MT																													
F.O.	840	MT																													
D.O.	161	MT																													
L.O.	68	MT																													
F.W.	195	MT																													
CONST.	400	MT																													
LT. SHIP	16896	MT																													
DWT.	38164	MT																													
DISPL.	55060	MT																													

** At any time this discharging plan may be changed due to different circumstances that may appear.

	Master	
C/O		2/O
3/O		4/O

Izvor: Osobna komunikacija

Prilog 3. Plan rukovanja teretom, balastom i sustavom pranja tankova sirovom naftom

M/T THORNBURY
Nassau, Bahamas

CARGO / BALLAST / C.O.W. HANDLING PLAN

Port: Pembroke
Date:
Voy: 362

Equipment in use	HOURS																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
C.O.P. #1						1W, 4W, SLS																									
C.O.P. #2						2W, 5W																									
C.O.P. #3						3W, 6W																									
Eductor (COP #1)																															
C.O.W.																															
Stripping pump																															
Ballast pump #1																															
Ballast pump #2																															
Ballast by gravity																															
I.G. fan #1																															
I.G. fan #2																															

Trim by stern : min. 3m / max. 6m
Sea water temperature: N/A
Wash temperature: N/A

CARGO LOADED TOTAL = 100294 m3

	Grade	Quantity cu.m.	API
Group 1	EKOFISK C.O.	29268	38,45
Group 2	EKOFISK C.O.	36993	38,45
Group 3	EKOFISK C.O.	34034	38,45

	On board quantity		Stress (sea cond. %)		
	Cargo	Ballast	BM max	SF max	Drafts
Stage 1	88%	2%	49%	28%	12.2 / 12.2
Stage 2	55%	32%	28%	14%	8.6 / 11.6
Stage 3	22%	70%	30%	15%	5.9 / 10.9
Dep.	0%	92%	84%	54%	5.7 / 8.7

DISCHARGING AND C.O.W.

- Discharge using COP's 1, 2 & 3
- COW in tanks: MARPOL min 40° - 0° - 40° bottom wash
- Restripp all empty tanks and lines
- Discharge Slops ashore and stripp last line over the Marpol line

Hours

00	to	15
12	to	13
12	to	15
15	to	16

DRAFT:

- Arr. draught E/K 12,20 m
- Dep. draught F= 5,70 m
A= 8,70 m

Manifold connections:

MAX. DRAFT ALONGSIDE:

OTHER REMARKS :

COW Min.MARPOL means
COT # 4P/S as heavy weather
ballast tanks + Slop P/S C.O.T.
Additionally if sludge found when
hand dipped, these tanks to be
washed too.
Hours of equipment in use is
approximatly calculated.

BALLAST

- By gravity 1 - 6 WBT
- By ballast pump #1 and #2 1 - 6 WBT
- By ballast pump as required 1 - 6 WBT
- Using both ballast pumps for WBT #1 & #2

1	to	5
5	to	12
12	to	15
15	to	16

C/O Nermin Hasanspahic

2/O Vedran Radman

3/O Josko Milisic

4/O Miro Sekula

Master Aarne Lindroos

Izvor: Osobna komunikacija