

Procedure prihvata te iskrcaja tereta sa LNG brodova na LNG terminalu

Kralj, Matej

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:153742>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-25**



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

Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET

MATEJ KRALJ

**PROCEDURE PRIHVATA TE ISKRCAJA TERETA SA LNG
BRODOVA NA LNG TERMINALU**

ZAVRŠNI RAD

Rijeka, rujan 2024.

SVEUČILIŠTE U RIJECI

POMORSKI FAKULTET

**PROCEDURE PRIHVATA TE ISKRCAJA TERETA SA LNG
BRODOVA NA LNG TERMINALU**

**PROCEDURES OF CARGO ACCEPTANCE AND DISCHARGING
FROM LNG SHIP ON LNG TERMINAL**

ZAVRŠNI RAD

BACHHELOR THESIS

Kolegij: Tehnologija prijevoza tekućih tereta

Mentor: red. prof. dr.sc. Igor Rudan

Komentor: Ivan Vilić, mag. ing.

Student: Matej Kralj

Studijski program: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

JMBAG: 0112086163

Rijeka, rujan 2024.

Student: Matej Kralj

Studijski program: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

JMBAG: : 0112086163

IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI ZAVRŠNOG RADA

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom „Procedure prihvata te iskrcaja tereta sa LNG brodova na LNG terminalu“ izradio samostalno pod mentorstvom red. prof. dr.sc. Igora Rudana te komentorstvom mag. ing. Ivana Vilića.

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

Student

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M Kralj', is written on a white rectangular background.

Matej Kralj

Student: Matej Kralj

Studijski program: Nautika i tehnologija pomorskog prometa

JMBAG: 0112086163

IZJAVA STUDENTA – AUTORA O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG
ZAVRŠNOG RADA

Izjavljujem da kao student – autor završnog rada dozvoljavam Pomorskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci da ga trajno javno objavi i besplatno učini dostupnim javnosti u cjelovitom tekstu u mrežnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta. U svrhu podržavanja otvorenog pristupa završnim radovima trajno objavljenim u javno dostupnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta, ovom izjavom dajem neisključivo imovinsko pravo iskorištavanja bez sadržajnog, vremenskog i prostornog ograničenja mog završnog rada kao autorskog djela pod uvjetima Creative Commons licencije CC BY Imenovanje, prema opisu dostupnom na <http://creativecommons.org/licenses>

Student

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'MKralj', is written on a light-colored rectangular background.

Matej Kralj

SAŽETAK

Tema koja će se obraditi u ovom završnom radu je Procedure prihvata te iskrcaja tereta sa LNG brodova na LNG terminalima. U prvome dijelu završnog rada će se analizirati sve procedure koje su važne za iskrcaj tereta odnosno što se sve mora napraviti prije nego se započne sa operacijom iskrcaja. Objasniti će se obilježja od dvije glavne vrste tankova na LNG brodu će se analizirati procedure iskrcaja LNG tereta. U drugome dijelu će se analizirati sve što je bitno napraviti i koja je oprema na LNG terminalu potrebna za prihvata tereta sa broda.

Ključne riječi: Brod za prijevoz prirodnog ukapljenog plina(LNG), iskrcaj tereta, terminali za prihvata prirodnog ukapljenog plina(LNG), prihvata tereta, obilježja tankova.

SUMMARY

The topic of this final paper is Procedures of cargo acceptance and discharging cargo from LNG ships on LNG terminals. In first part of the final paper will be analyzed all procedures which are important for discharging cargo from LNG ships. Also in this part will be analyzed characteristics of two main type of tanks and procedures of discharging LNG cargo from ship. In second part will be analyzed all important things which are important to do and which equipment is required for accepting cargo from ship.

Keywords: LNG ship, discharging cargo, LNG terminals, cargo acceptance, characteristics of tanks.

SADRŽAJ

SAŽETAK	I
SUMMARY	I
SADRŽAJ.....	II
1.UVOD.....	1
2.PROCEDURE PRIPREME BRODA ZA ISKRCAJ TERETA PRIJE DOLASKA NA TERMINAL	2
2.1 PROCEDURE PRIJE DOLASKA NA TERMINAL	2
2.2PROCEDURE U BLIZINI TERMINALA	3
3.PROCEDURA TE PRIPREMA ZA ISKRCAJ TERETA IZ TANKOVA NA LNG BRODU	4
3.1 MEMBRANSKI TANKOVI	4
3.2 SFERIČNI TANKOVI.....	6
3.3 PRIPREMA ZA ISKRCAJ TERETA IZ TANKA.....	7
4.PROCEDURE ZA ISKRCAJ TERETA NA BRODU	9
4.1 ISKRCAJ TERETA SA POVRATNIM PARAMA.....	9
4.2 ISKRCAJ TERETA BEZ POVRATNIH PARA.....	11
4.2.1 <i>Ostatak tereta</i>	11
4.2.2 <i>Ispuhivanje</i>	12
5. SUSTAV AUTOMATSKOG ZAUSTAVLJANJA BRODSKIH OPERACIJA S TERETOM U NUŽDI	14
5.1. ESD SUSTAV ZA BRODOVE S UKAPLJENIM PLINOM	14
5.2. TESTIRANJE ESD SUSTAVA	16
5.3. POSTUPCI U SLUČAJU BLOKIRANJA I RESETIRANJA ESD SUSTAVA.....	16
6. LNG TERMINALI.....	18
6.1. BITNA TEHNIČKA OBILJEŽJA LNG TERMINALA	18
6.2. PROCEDURE PRIJE DOLASKA BRODA NA LNG TERMINAL	18
6.3. OPREMA LNG TERMINALA.....	21
6.3.1. <i>Iskrcajne ruke</i>	22
6.3.2. <i>Prihvatni tank</i>	22
6.3.3. <i>Evaporatori LNG-a</i>	24
6.3.4. <i>Kompresori isparenog plina</i>	25
6.3.5. <i>Re kondenzator</i>	25
6.4. OPĆENITO O LNG TERMINALU U OMIŠLJU	26
6.4.1. <i>FSRU brod</i>	26
6.4.2. <i>Obalni dio terminala</i>	27

6.4.3. Procedura prihvata i registriranja brodova na LNG terminalu u Omišlju	28
7. ZAKLJUČAK	34
LITERATURA	35
POPIS SLIKA	38
POPIS TABLICA	39

1. UVOD

Predmet koji se istražuje u ovom završnom radu su procedure koje se trebaju napraviti na LNG brodu za pripremu za iskrcaj tereta i za dolazak na LNG terminal te sva dokumentacija koja je potrebna za prihvat broda na terminal. Puni naziv za kraticu LNG je *Liquified Natural Gas* što u hrvatskom izričaju predstavlja ukapljeni prirodni plin (UPP). Rad je podijeljen u 7 poglavlja od kojih su 3 poglavlja najvažnija. Drugo poglavlje koje je jedno od 3 najvažnija poglavlja će obuhvaćati procedure iskrcaja tereta sa brodova, što sve brod mora napraviti prije nego uopće dođe na terminal, koje sve radnje brod mora napraviti prije nego će početi sa operacijom iskrcaja tereta. U prvome dijelu poglavlja razmatra se što brod mora napraviti prije dolaska na terminal dok će se u drugom dijelu ovoga poglavlja razmatra o postupcima na brodu u neposrednoj blizini terminala. Treće poglavlje koje je drugo od 3 najvažnija poglavlja u ovome radu je podijeljeno u 3 dijela. U prvome dijelu poglavlja obrađena su obilježja membranskih tankova, u drugome dijelu obrađena su obilježja sfernih tankova (Kvaerner Moss) dok se u zadnjem dijelu ovoga poglavlja razmatra o pripremi za iskrcaj tereta iz tanka. U četvrtom poglavlju koje je jednako važno kao drugo i treće poglavlje obrađene su procedure iskrcaja tereta na brodu odnosno što sve treba pregledati da iskrcaj bude proveden na najsigurniji način. Ovo poglavlje će biti podijeljeno u 2 dijela, a sastoji se od sljedećih dijelova: iskrcaj tereta sa povratnim parama te iskrcaj tereta bez povratnih para.

Tema koja je obrađena u petom poglavlju je sustav za automatsko zaustavljanje brodskih operacija s teretom u nuždi (Emergency Shut Down – ESD). Poglavlje je podijeljeno u 3 dijela u kojima će se obrađivati ESD sustav za brodove s ukapljenim plinom, testiranje ESD sustava te postupci u slučaju blokiranja i poništavanja ESD sustava. Šesto poglavlje završnome radu je podijeljeno u 4 dijela. U prvome dijelu su obrađene bitne tehničke karakteristike terminala, dok će se u drugome dijelu obrađene procedure odnosno što brod mora napraviti da mu se odobri dolazak te će se u trećem dijelu obrađivati oprema koju ima LNG terminal. Nakon toga u četvrtom dijelu poglavlja analizirana su obilježja LNG terminala u Omišlju. U dijelu koji se baviti analizom LNG terminala u Omišlju prikazana su i razložene temeljne procedure i obilježja koja su bitna za obavljanje brodskih operacija na odgovarajući način kod razmatranog terminala. Na samome kraju ovoga rada su objašnjene procedure prihvaćanja i registriranja broda prilikom dolaska na LNG terminalu u Omišlju.

2. PROCEDURE PRIPREME BRODA ZA ISKRCAJ TERETA PRIJE DOLASKA NA TERMINAL

Operacija pripreme broda za iskrcaj tereta je od velikog značaja te se ona dijeli u dva dijela. Prvi dio pripreme za iskrcaj tereta počinje nekoliko dana prije nego brod dođe na sam LNG terminal dok drugi dio pripreme za iskrcaj tereta počinje neposredno prije nego brod dođe na terminal.

2.1 PROCEDURE PRIJE DOLASKA NA TERMINAL

Ove procedure obavljaju se tijekom plovidbe LNG broda koji pun tereta plovi prema iskrcajnom LNG terminalu. Procedura se mora obaviti prije nego brod dođe na terminal, a procedura se sastoji od sljedećih radnji:

- Priprema i odobrenje plana tereta od strane zapovjednika, uključujući raspored ventila.
- Izračun gaza, naprezanja i stabilnosti broda tijekom operacija s teretom.
- Linije tereta moraju biti provjerene, prohodne i ispravne, posebnu pozornost treba posvetiti ventilima i cijevima koje se ne koriste često. Nakon suhog doka ili održavanja treba posvetiti pozornost i na mogućnost da pribornice nisu pravilno zategnute.
- Provjeriti usklađenost ventila na daljinsko upravljanje sa lokalnim stanjem.
- Pumpe tereta, pumpe za pothlađivanje i motori se moraju testirati, ako je moguće, a rezultati testova se bilježe u brodski dnevnik, također treba provjeriti rad balastnih ventila i pumpi.
- Protupožarna oprema, uključujući crijeva, pištolje za suhi prah i drugu odgovarajuću opremu treba provjeriti je li u potpunosti ispravna te staviti na odgovarajuće mjesto.
- Dostupna dovoljna količina dušika za rad tijekom operacija s teretom za nadolazeće putovanje, oprema s dušikom (generator dušika, trostupanjski kompresor, kondenzator dušika) je ispravna, spremna za uporabu.

- Alarmi u slučaju da je nešto u teretu izvan zadanih parametara su ispravni i spremni za uporabu, primjerice alarm za dostignuće ili prekoračenje maksimalne vrijednosti tereta u tanku koji se aktivira na 95% visine tanka te alarm za prelijevanje koji se aktivira na 98% visine tanka¹.
- Alarmi u slučaju prelijevanja i (Emergency Shut Down sustav - ESD) su testirani i ispravni.

2.2 PROCEDURE U BLIZINI TERMINALA

Kada propisi terminala dozvoljavaju, potrebno je ohladiti brodske linije tereta prije dolaska na vez. Operacija hlađenja cjevovoda uobičajeno počinje 2 sata prije dolaska broda na terminal te je to zadnji korak u kompletnom procesu pothlađivanja tankova tereta. Teret se dovodi u linije tereta najčešće pomoću jedne pumpe za pothlađivanje (spray pumpe). Općenito pothlađivanje je proces koji se provodi na LNG brodovima iz razloga da se dovede cjelokupan sustav tereta na određenu temperaturu kako bi se izbjegli termalni šokovi. Membranski tip tankova se pothlađuje sve dok se ne dođe do prosječne temperature tanka od -130 °C dok se Moss tip tankova pothlađuje do temperature od -115 °C na ekvatoru. Sami proces pothlađivanja membranskih tankova od +40 °C do -130 °C traje obično 10 sati za 140 000 m³ dok kod Moss tipa tankova treba 24 sata za pothladiti 135 000 m³ od +40 °C do -115 °C. Iz tog razloga je također i različit postupak pothlađivanja kod Membranskih i Moss tankova.² Razlog postupka hlađenja cjevovoda tereta prije dolaska na terminal je taj da se uštedi vrijeme boravka broda u luci te skрати ukupno vrijeme potrebno za pripremu broda za iskrcaj. U svrhu sprječavanja nezgoda preporuča se protok kroz jedan tank za pothlađivanje (spray tank) i vraćanje nazad u isti tank da se izbjegne opasnost od prelijevanja.³

¹ Izvor: TANKER LEVEL AND GAS ALARM SYSTEMS (web izvor: <https://controltechnic.com/calibrations/tanker-level-gas-alarm-systems>, 04.09.2024.)

² Izvor: CARGO COOLING SYSTEM FOR MEMBRANE AND MOSS TYPE TANKS (web izvor: <https://sea-man.org/cargo-cooling-system.html#overview>, 08.09.2024.)

³ Izvor: PREPARATION FOR DISCHARGING LNG CARGO – Gas carrier crude (web izvor: <http://www.liquefiedgascarrier.com/preparation-for-LNG-discharging.html>, 20.06.2024.)

3. PROCEDURA TE PRIPREMA ZA ISKRCAJ TERETA IZ TANKOVA NA LNG BRODU

Operacija iskrcaja tereta na tankerima je zahtjevna operacija koja iziskuje mnogo opreza, a pogotovo kada se radi o teretu kao što je LNG iz razloga što se ne tolerira gubitak tereta. Zbog toga se mora pronaći prikladno rješenje da se spriječi gubitak tereta. Pripreme za operaciju iskrcaja s LNG broda odnosno prihvata tog istog tereta na LNG terminalu su poduzete i na LNG brodu i na LNG terminalu puno prije nego brod dođe na terminal. Da bi se uopće smjelo započeti sa teretnim operacijama postoji puno pravila koja se moraju poštovati. Prvo i osnovno pravilo koje se mora poštovati je: sigurnost na prvom mjestu, pogotovo kada se radi sa spojevima kao što je LNG. Malo manje bitni proces kao što je ukrcaj balasta se mora izvesti u isto vrijeme kao i iskrcaj tereta sa broda⁴. U nastavku ovoga teksta obraditi će se posebne procedure iskrcaja tereta iz tanka sa LNG broda i karakteristike pojedinih tankova. Dvije glavne vrste tankova na LNG brodu su:

- Membranski tankovi
- Sferni tankovi

3.1 MEMBRANSKI TANKOVI

Membranski su tankovi česti odabir na raznim LNG brodovima zbog svoje efikasnosti i kapaciteta. Sastoje se od primarne i sekundarne membrane koje su tanke i napravljene od materijala kao što su nehrđajući čelik i invar (36% niki-čelik) uz koji se stavljaju određeni izolacijski slojevi ovisno o tipu izvedbe tanka GTT No96 ili Mark III.⁵ Primarna membrana je u dodiru s teretom dok je sekundarna membrana namijenjena da štiti trup broda od utjecaja tereta u slučaju propuštanja primarne membrane.

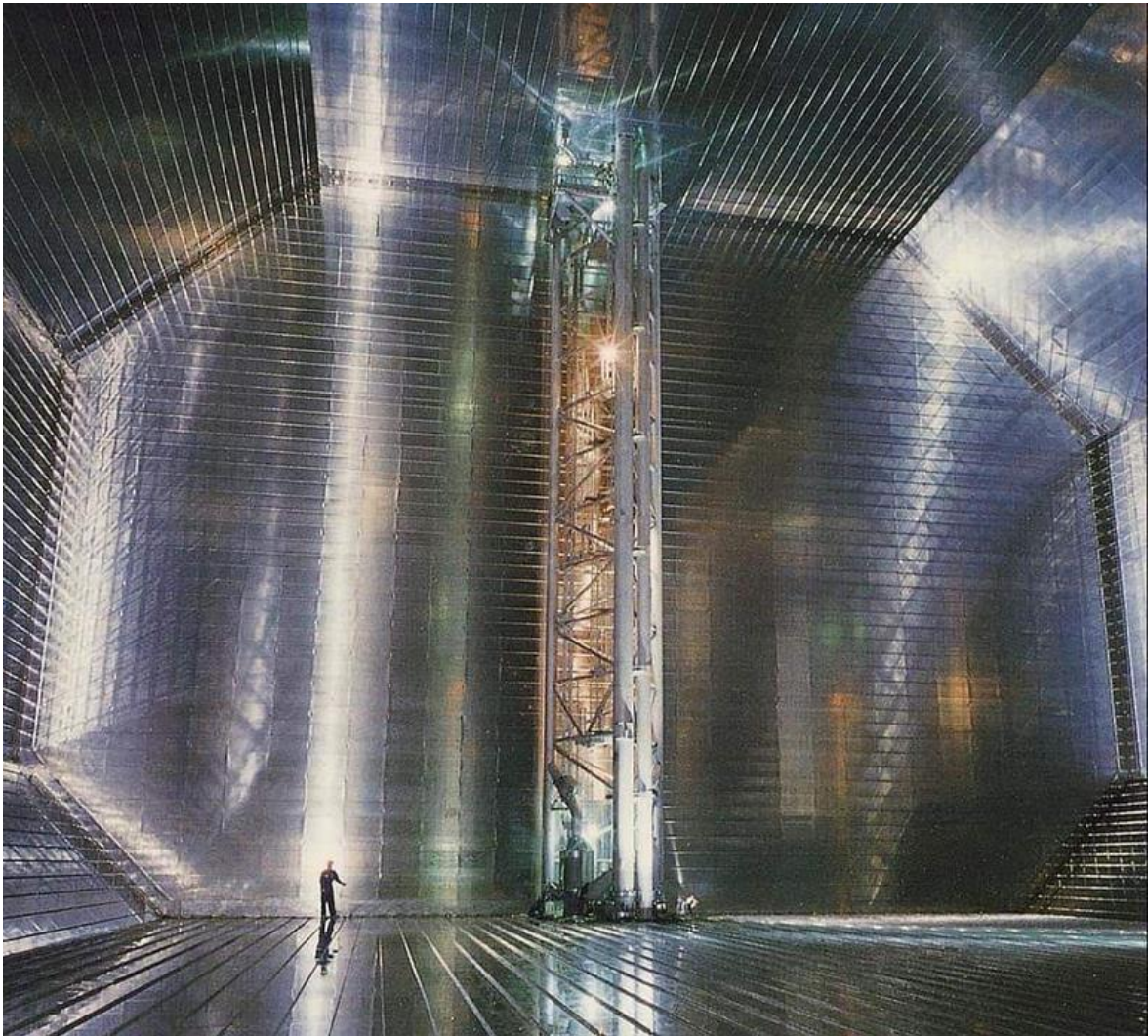
Prednosti membranskih tankova su sljedeće:

- Velika iskoristivost kapaciteta tanka.
- Učinkovita upotreba prostora u tanku.

⁴ LOADING AND UNLOADING LNG TANKERS (web izvor: <https://r-stahl.com/en/global/blog/post-detail/safety-first-loading-and-unloading-lng-tankers/>, 02.09.2024.)

⁵ UNDERSTAND THE MECHANICS – How do LNG ships work (web izvor: <https://www.wilhelmsen.com/media-news-and-events/industry-perspectives/2024/understand-the-mechanics-how-do-lng-ships-work/>, 03.09.2024.)

- Mala masa tanka.



Slika 1 Membranski tip tanka na LNG brodu

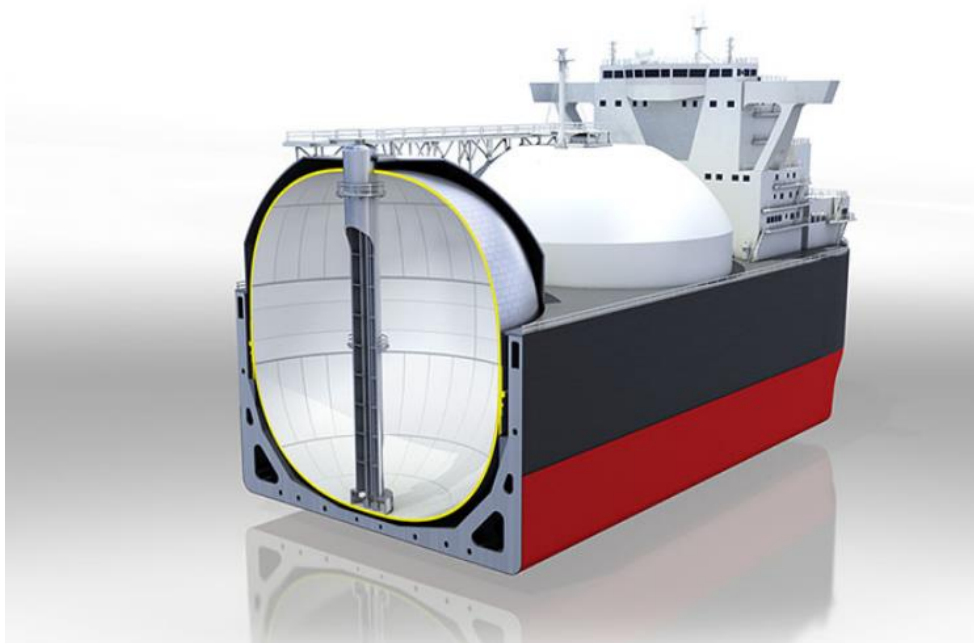
Izvor: <https://www.seacareer.com/blog/inside-lng-cargo-tank/>

Membranski tankovi imaju veliku iskoristivost kapaciteta unutar tanka iz razloga što su napravljeni tako da odgovaraju konstrukciji trupa broda te je na taj način kapacitet tanka maksimalno iskoristiv. Sposobnost membranskih tankova da odgovaraju u samu konstrukciju broda znači da se učinkovitije iskoristi dostupni prostor unutar teretnog tanka kada se uspoređuje sa sferičnim tankovima. Zbog tanke membrane i izolacijskih slojeva je sami tank ujedno i lakši premda se tu ne uzima u obzir masa broda i potencijalni rast potrošnje goriva.

3.2 SFERIČNI TANKOVI

Ovi tankovi imaju dizajn sfere odnosno kugle, također su poznati kao Moss tankovi (Kvaerner Moss). Ovo je drugi tip tankova koji se koristi na LNG brodovima. Ova vrsta tankova je poznata po svom sfernom obliku te je zbog toga sama struktura tanka veoma čvrsta te mogu izdržati tlak koji nastaje unutar tanka, materijal korišten pri izradi ovoga tanka je aluminijski. Moss tankovi su pojačani u dijelu tanka gdje su najširi, pojačani su sa ekvatorijalnim prstenom koji se zavari na koncentrični aluminijski nosač. Ovakvi tankovi imaju sekundarnu izolaciju koja je djelomična te se ona sastoji od pregrade koja štiti od prelijevanja te od posude koja služi za skupljanje tekućine koja se prelije. Inače su izolirani sa 21.5 cm pjene od polistirena. Kada se izrađuje izolacija, u cilju poboljšavanja izolacije se stavljaju 2 sloja izolacijskih ploča koje se rade od poliuretanske pjene te jedan sloj staklene vune s ulogom da spriječi pojavu pukotina u izolaciji koji se stavlja između slojeva izolacijskih ploča. Značajke sferičnih tankova su sljedeće:

- Vrlo čvrsta struktura
- Visoka rezerva sigurnosti.



Slika 2 Poprečni presjek sfernog tanka

Izvor: <https://ww2.eagle.org/en/news/press-room/ABS-Approves-New-MOSS-type-LNG-Tank-Concept.html>

Vrlo čvrsta struktura ovim tankovima omogućuje ravnomjerno raspoređivanje naprezanja što znači da je na svakom dijelu tanka jednako naprezanje te ih to čini iznimno otpornima na tlak koji nastaje unutar tanka te na vanjske sile koje djeluju na njega. Dizajn ovih tankova omogućuje veću sigurnosnu rezervu u slučaju izvanrednih situacija i nemirnoga mora⁶.

3.3 PRIPREMA ZA ISKRCAJ TERETA IZ TANKA

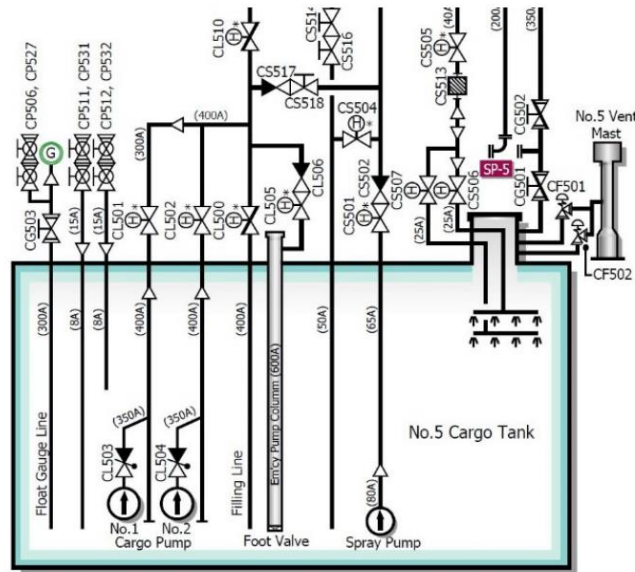
U ovome djelu će se obrađivati teretni sustavi i oprema koja je nužna za operaciju iskrcaja tereta iz tanka. Ventilima koji služe za operacije s teretom te balastnim ventilima se rukuje sa 2 odvojena hidraulična sustava. Svaki se hidraulični sustav sastoji od 2 glavne pumpe te od jedne pumpe za topiranje. Uobičajeno je dovoljna jedna pumpa za rukovanje ventilima tereta dok druga mora biti spremna za upotrebu (stand by) kada hidraulički tlak počne padati ispod najmanje dopuštene vrijednosti. Svi hidraulični teretni i balastni ventili testiraju se u svrhu provjere operativne ispravnost, odnosno vremena potrebnoga da se ventil otvori/zatvori. Određeni ventili se testiraju na način da se iz skroz zatvorenog položaja stave u skroz otvoreni položaj, dok se neki ventili testiraju na način da se otvore do nekog određenog postotka (npr. 45% otvoreni). Ventili koji se koriste u operacijama s teretom će se koristiti za kontrolu specifične brod-obala iskrcajne rate tereta te je zbog tog razloga izrazito važno testirati ventile prije dolaska na iskrcaj.

Također je važno testirati i ručne hidraulične pumpe koje se koriste u nuždi. Svi ventili kojima se ručno upravlja su testirani prije svake operacije s teretom te u specifičnim vremenskim intervalima u skladu sa unaprijed planiranim sustavom održavanja. Svaki tank tereta ima dvije glavne teretne pumpe te jednu pumpu za pothlađivanje. Sve pumpe prije testiranja moraju biti pregledane od strane časnika elektrotehnike. Nakon toga prvi časnik provodi testiranje glavnih pumpi. Svi parametri tokom testiranja su snimani te je sve to snimao IAS (Integrated Automation System). Tokom testiranja i operacije iskrcaja, iskrcajni ventili će biti prigušeni da se osiguraju optimalne performanse pumpi tereta. Također je potrebno pregledati sustav dušika prije svake teretne operacije.

⁶ UNDERSTAND THE MECHANICS – How do LNG ships work (web izvor: <https://www.wilhelmsen.com/media-news-and-events/industry-perspectives/2024/understand-the-mechanics-how-do-lng-ships-work/>, 03.09.2024.)

Dušik se koristi u sljedeće svrhe:

- Dovod dušika u izolacijske prostore.
- Pročišćavanje pare, tekućeg i plinskog cjevovoda.
- Gašenje požara u *mast riser*-ima.
- Brtvljenje okna pregrade kompresora visokog i niskog kapaciteta.



Slika 3 Shematski prikaz tanka tereta

Izvor: https://www.researchgate.net/figure/Cargo-pumps-and-valves-diagram-left-main-cargo-pump-right_fig6_325202953

Kompresori visokog i niskog kapaciteta koriste se kod ukrcaja tereta za povrat para LNG-a prema obali i strojarnici u svrhu reguliranja tlaka u tanku, moraju biti spremni za uporabu u nuždi u slučaju da se dogodi nekakav problem na terminalu tokom operacije iskrcaja⁷.

⁷ Piasecki T., Bejger A., Kozak M., Gawdzińska K. 2017. „Preparation of the cargo system for LNG discharge from a membrane steam turbine LNG vessel at an offshore LNG terminal“, p 95-99

4. PROCEDURE ZA ISKRCAJ TERETA NA BRODU

Općenito LNG nastaje od prirodnih izvora te je to jedan spoj plinova koji se sastoji od metana, etana, propana i male količine butana. Razlog ukapljivanja plina je taj što se na taj način može prevesti približno 600 puta više plina brodovima. Tekući LNG se sa broda na obalu pumpe pomoću potopljenih pumpi koje se nalaze na dnu svakoga tanka. Kako počinje padati razina tereta u tanku tako i tlak u tanku ima tendenciju pada što je rezultat iskrcaja tereta. Suprotno tome, u prihvatnome tanku na terminalu prilikom prihvata tereta se povećava tlak. Postoje dva načina iskrcaja tereta od kojih svaki ima svoju proceduru. Prvi način iskrcaja tereta je iskrcaj tereta sa povratnim parama sa obale (češći način iskrcaja) dok je drugi način iskrcaja tereta iskrcaj tereta bez povratnih para.

4.1 ISKRCAJ TERETA SA POV RATNIM PARAMA

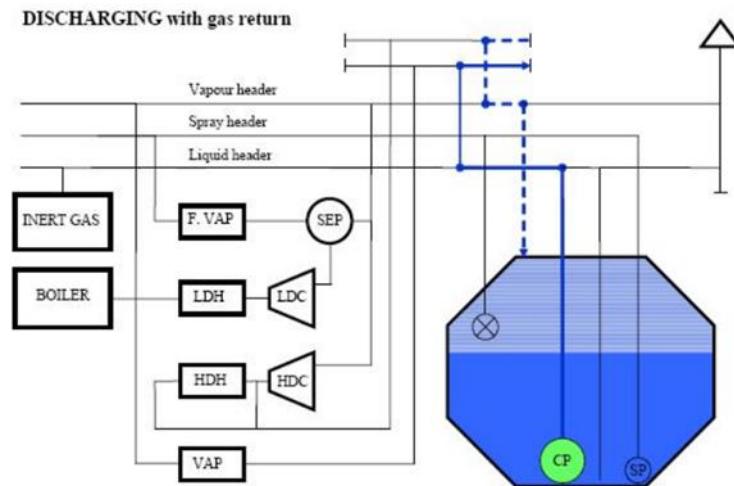
Sustav za rukovanje teretom na LNG brodu se sastoji od tankova tereta, pumpi, kompresora, cjevovoda pare i ventila. Nakon što su priključci (manifoldi) ohlađeni, potrebno je zaustaviti pumpu za hlađenje (engl. Spray pump) i potvrditi da su ručni/automatski ventili (manifolda) otvoreni te nakon toga ručno zatvoriti ventile za hlađenje. Za vrijeme procesa iskrcaja tereta, pare LNG-a se vraćaju na brod u cilju zadržavanja tlaka u tanku tereta. Prije nego što se pokrene pumpa tereta potrebno je potvrditi da su svi razvodni (engl.branch) ventili zatvoreni i da su svi ventili za protok tereta otvoreni. Također treba obavijestiti strojarnicu u svrhu provjere dostupnosti potrebnog broja generatora. Nakon toga se pokreću pumpe tereta prema određenim smjernicama. Jako je važno obavijestiti terminal prilikom startanja pumpe tereta zbog toga što se mora pratiti promjena tlaka koje se mogu očekivati u tankovima na terminalu radi prihvata tereta.

Uobičajeni postupak je takav da se startaju dvije pumpe tereta na jednom tanku, a zatim kreće operacija iskrcaja, a obično postupak traje 5 minuta. Sličan postupak se primjenjuje na ostale tankove s vremenskim razmakom od 5 minuta između dva tanka. Nakon što sve pumpe rade opterećenjem od 60% tada se polako povećava opterećenje pumpi do maksimalnog opterećenja sukladno dogovorenoj maksimalnoj iskrcajnoj rati. Najniži odnosno uobičajen tlak u tankovima tereta je 100 milibara iz razloga da se izbjegne kavitacija. U slučaju da tlak padne ispod 60 milibara, brod će zahtijevati da obala poveća količinu para koja će se vraćati na brod. Kad počne padati tlak u tanku, terminal koji prima teret počinje slati pare tereta natrag prema brodu što je rezultat zadržavanje odgovarajućeg

tlaka u tanku. Tokom ovoga procesa se ne koriste visokotlačni kompresori (High-Duty (HD)) već se koriste kompresori za povrat para sa terminala (engl. Return gas blower- RGB).

Za vrijeme iskrcaja tereta se treba motriti sljedeće:

- Razina tereta u tanku.
- Tlak u tanku tereta.
- Tlak i opterećenje motora pumpe tereta.
- Gaz, trim i nagib broda.
- Stanje broda glede stabilnosti.



Slika 4 iskrcaj tereta sa povratnim parama

Izvor: <http://www.liquefiedgascarrier.com/LNG-discharging.html>

Ako se planira iskrcaj bez ostavljanja tereta na brodu (tzv. Heel out) preporuka je da se razine tereta u tankovima razlikuju u svakom tanku u skladu s utvrđenim postupcima „spuštanja“ kako bi se omogućio iskrcaj maksimalne količine tereta. Prilikom završetka iskrcaja tereta potrebno je zatražiti od terminala da zaustavi povrat para na brod da bi se održao odgovarajući tlak u tanku. Nakon iskrcaja barem jedan ventil za protok ostaje otvoren u svrhu izbjegavanja stvaranja tlaka u cjevovodu. Nakon završetka iskrcaja se kreće sa propuhivanjem cjevovoda. Kada se završi iskrcaj i propuhivanje počinju se provoditi sljedeće radnje:

- Završno mjerenje nakon iskrcaja.
- Odsipanje prekrcajnih ruku i ako je potrebno odleđivanje,

- Zaustavlja se vodena zavjesa.
- Odsipanje komunikacijskog kabela (ESD)

4.2 ISKRCAJ TERETA BEZ POVRATNIH PARA

U današnje vrijeme se rijetko kada javlja potreba za iskrcati teret bez povratnih para.. Ako s obale ne dolaze pare LNG-a tada se na brodu održava tlak u tanku na način da isparivač (vaporizer) LNG-a proizvodi paru tako što LNG iz glavnog cjevovoda dolazi u isparivač gdje se pretvara u paru i šalje nazad u tank tereta.⁸ Nužno je održavati konstantan tlak u tanku iz razloga da se spriječi pucanje stjenki tanka. Maksimalni operativni tlak u tankovima tereta iznosi oko 22 kPa odnosno 0,22 bara. Dvije bitne operacije kod iskrcaja tereta su količina iskrceanog tereta o čemu ovisi tzv. ostatak tereta (*heel*) te ispuhivanje linija nakon završetka iskrcaja tereta o čemu će biti pisano u narednim podpoglavljima.

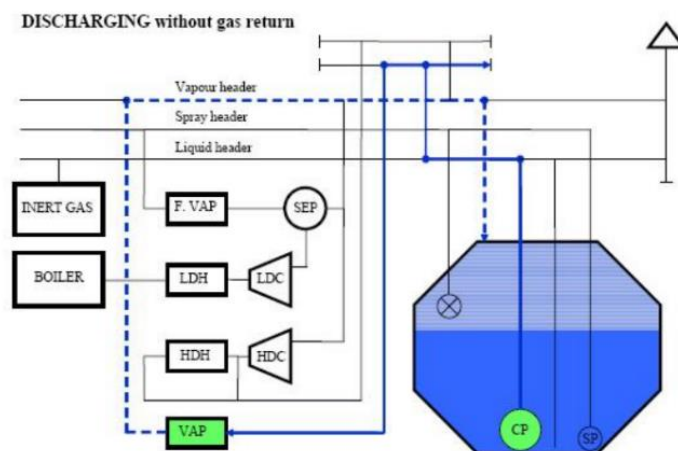
4.2.1 Ostatak tereta

Ovisno o trgovačkim zahtjevima brodova i posebnim zahtjevima unajmitelja, može biti potreban ostatak tereta (eng. *heel*). Ostatak tereta je proračunat u planu iskrcaja tereta te se pumpe tereta moraju zaustaviti na zahtijevanoj razini tereta u tanku (eng. *ullage*). Svaki brod ima posebne upute u operativnom priručniku gdje je navedeno detaljno potrebna količina i procedure koje se trebaju pratiti pri dovođenju tanka na određenu razinu. Ostatak tereta je potrebno pažljivo izračunati kako bi se osigurao maksimalni iskrcaj tereta u iskrcajnoj luci te potencijalnom dolasku broda u ukrcajnu luku sa ohlađenim tankovima. Sav LNG koji ostane u donjem dijelu prekrcajnih ruku i manifolda mora se propuhati u tankove uz pomoć pritiska dušika s obale. Manifoldi se pročišćuju dušikom dok ne bude prihvatljiv sadržaj ugljikovodika⁹ kako bi se uklonila eksplozivna smjesa. Na brodovima koji imaju membranske tankove na kraćim putovanjima prihvatljiv je mali *heel* u svakom tanku. Razlog zbog kojeg se ostavlja *heel* u tankovima tereta je održavanje temperature dna dovoljno niskom da bi se skratilo vrijeme potrebno za hlađenja tankova. Važno je znati da se *spray* pumpa može pokrenuti u bilo koje vrijeme na brodu tokom putovanja ako je razina heela u tanku dovoljna za startanje pumpe. Na dužim putovanjima je uobičajeno da se ostatak tereta

⁸ Izvor: ROBUST CONTROL OF PRESSURE FOR LNG CARRIER CARGO HANDLING SYSTEM VIA MIRROR-MAPPING (web izvor: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2018/7465391>, 05.09.2024.)

⁹ Izvor: ONBOARD PROCEDURES FOR DISCHARGING LNG CARGO – Gas carrier safety guide (web izvor: <http://www.liquefiedgascarrier.com/LNG-discharging.html>, 20.06.2024.)

nalazi samo u jednom tanku tereta te se isti koristi kao pogonsko gorivo i za hlađenje svih tankova.



Slika 5 iskrcaj tereta bez povratnih para

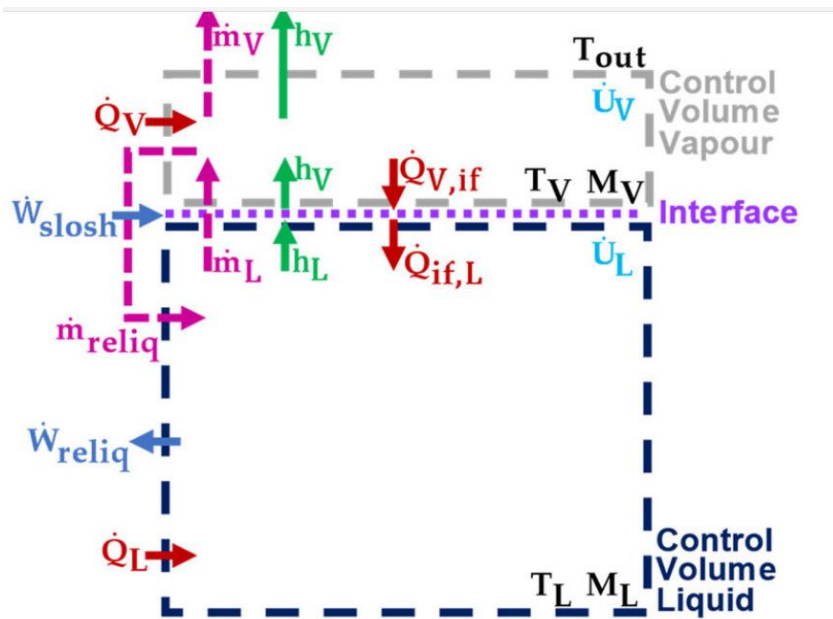
Izvor: <http://www.liquefiedgascarrier.com/LNG-discharging.html>

Dodatno hlađenje će biti potrebno ako je temperatura u tanku tereta veća nego temperatura koja se zahtjeva, ona obično iznosi oko -130 stupnjeva Celzijevih te se također moraju poštovati i zahtjevi terminala. Brod koji dođe u luku dolazi u luku s namjerom da ne mora čekati u luci na hlađenje tankova. Na brodovima s Moss tipovima tankova je uobičajeno da se *heel* nalazi samo u jednom tanku kao i u prijašnjem slučaju. U slučaju da je količina heela nedovoljna za hlađenje tankova iste će biti potrebno ohladiti sukladno vrsti broda za prijevoz LNG. Na kraćim putovanjima će brod sa sfernim tipom tankova zadržati ostatak tereta koji je raspoređen po svim tankovima. Na zadnjem iskrcaju prije planiranog odlaska za suhi dok, potrebno je napraviti *heel out*.

4.2.2. Ispuhivanje

Procedure za dreniranje linija manifolda i brodskih linija tereta su iste bez obzira da li se obavila operacija ukrcanja ili iskrcaja tereta. To se uobičajeno radi metodom „ubrizgavanja“ dušika. Nakon završetka operacije ukrcanja/iskrcanja operacija se provodi prije odspajanja prekrcajnih ruku. Nakon završetka iskrcaja *Emergency Shut Down* ventili manifolda su zatvoreni, a cjevovod raspršivanja koji se proteže od manifolda do tankova tereta preko povratnih ventila za raspršivanje se otvara. Ventil za hlađenje na svakom manifoldu mora biti zatvoren. U tom slučaju terminal podiže tlak unutar prekrcajnih ruku do određene razine (obično se kreće oko 4 kg/cm²). Ventil za rashlađivanje se otvara te se uz pomoću tlaka LNG i pare LNG-a koje se nalaze u prekrcajnoj ruci dovode do tanka tereta

kroz cjevovod raspršivača. Para koja se nalazi u cjevovodu pare se dovodi u tankove tereta kroz cjevovod pare pomoću dušika koji dolazi s terminala. Dreniranje se obično izvršava djelovanjem tlaka na svaku prekrcajnu ruku.



Slika 6 kontrola volumena tekućine i para

Izvor: https://www.researchgate.net/figure/Control-volume-for-liquid-and-vapour-phases-of-cryogenic-fuel-in-an-unsealed-container_fig2_359142783

Taj postupak se ponavlja sve dok u prekrcajnoj ruci ima tekućine i dok sadržaj ugljikovodika ne padne ispod 1% volumena. Činjenica koju je važno znati je da dopuštena koncentracija ugljikovodika ovisi o pojedinom terminalu odnosno njegovim zahtjevima. Dreniranje brodskih cjevovoda vrši se otvaranjem prenosnog ventila na manifoldu.

5. SUSTAV AUTOMATSKOG ZAUSTAVLJANJA BRODSKIH OPERACIJA S TERETOM U NUŽDI

Općenito sustav automatskog zaustavljanja brodskih operacija (Emergency Shut Down – ESD) je sustav koji služi tome da se smanje rizici od nezgode te ako kojim slučajem dođe do nezgode za smanjenje posljedica. Sustav mora biti aktiviran cijelo vrijeme dok su u toku operacije sa teretom. Ovo poglavlje će se podijeliti u tri dijela: ESD sustav za brodove s ukapljenim plinom, testiranje ESD sustava te postupci u slučaju blokiranja i resetiranja ESD sustava.

5.1. ESD SUSTAV ZA BRODOVE S UKAPLJENIM PLINOM

IGC¹⁰ code zahtjeva da se ovaj sustav nalazi na svim brodovima za prijevoz ukapljenih plinova. ESD sustav je obavezan na brodovima za prijevoz ukapljenog plina zbog toga što je bitan faktor u radu ostalih sigurnosnih sustava na brodu i terminalu. Jedini slučaj u kojem se isključuje sustav je kada se radi na održavanju ovog sustava, no to se radi u kratkim vremenskim intervalima. Svi članovi posade moraju biti upoznati gdje se ovaj sustav nalazi te kako se i pomoću koje metode aktivira na njihovom brodu. *Emergency Shut Down* je sustav brzog zatvaranja koji se može aktivirati ručno ili automatski te zatvara sve palubne ventile te zaustavlja rad svih uređaja koji su potrebni za operacije s teretom. Ovaj sustav aktivira zaustavljanje protoka tereta i para tereta s broda na terminal i obrnuto. Nakon aktiviranja isključivanja u nuždi obavezno se isključuju svi kompresori i pumpe tereta te se zaustavlja operacija prekrcanja tereta. Ove odredbe moraju osigurati potrebnu zaštitu, naročito u slučaju prelijevanja tokom drugih operacija koje uključuju pomak para i tereta na brodu. Bitno je za znati da operacije poput ponovnog ukapljivanja, pothlađivanja tereta mogu biti rutinske operacije na moru koje mogu dovesti do prelijevanja. Navedeni nedostaci su se uklonili uvođenjem ESD sustava. Pomoću ovoga sustava su se smanjili potencijalni rizici da pođe nešto po zlu tokom operacija s teretom između broda i terminala. Sustav omogućuje brzo i sigurno prekidanje prijenosa tereta s broda na obalu i obrnuto, izolacije brodskih i obalnih teretnih sustava neovisno da li je aktiviran ručno ili automatski. Terminali imaju drugu razinu zaštite koja omogućuje brzo odvajanje prekrcajnih ruku od broda. Ove dvije razine zaštite su poznate pod nazivima ESD-1 i ESD-2. ESD-1 je sustav koji se pokreće ili sa broda ili sa terminala i testira se najkasnije 2 dana prije dolaska te početka teretnih

¹⁰ IGC - International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk

operacija. U slučaju hitnosti poput požara ili velikog ispuštanja tereta, časnik na straži će odmah pokrenuti ESD-1 na način da će pritisnuti gumb ESD-a koji se može nalaziti primjerice na palubi, u nadzornoj prostoriji tereta (Cargo Control Room – CCR), na mostu te će se oglasiti alarm. ESD-1 aktivirati će se u sljedećim slučajevima:

- U slučaju gubitka napajanja na brodu (blackout).
- U slučaju visoke razine tereta u tanku.
 - ✓ Moss tankovi – 99,47%.
 - ✓ Membranski tankovi – 99%.
- Prenizak tlak u tanku tereta
- Kada je aktiviran sustav za gašenje požara.
- Hidraulični tlak vrlo nizak.
- Vrlo nizak kontrolni tlak zraka.

Aktivacijom ESD-1 sustava će prestati raditi sljedeća oprema:

- Niskotlačni(LD) te BOG (Boil-Off Gas) kompresori.
- Visokotlačni(HD) kompresori te povrat para.
- Pumpe tereta u svakome tanku tereta
- Pumpe za pothlađivanje (spray pumpe)

Kada se aktivira ESD-1 zatvaraju se sljedeći ventili:

- Ventili na manifoldima
- Svi ventili u tankovima tereta namijenjeni ukrcanju tereta
- Ventili raspršivača
- Svi ventili kojima se upravlja pomoću daljinskog upravljanja – ventili koji su ručno otvoreni će i dalje raditi.

Za razliku od ESD-1 sustava koji se može pokrenuti i s broda i s terminala, ESD-2 sustav se može pokrenuti samo s terminala te se može aktivirati ručno ili automatski. Ovaj sustav se aktivira kada se smatra da postoji rizik od oštećivanja prekrcajnih ruku radi pomicanja

broda na terminalu te u slučaju požara na terminalu. Sustav će automatski zatvoriti svaku prekrcajnu ruku uz pomoć suho-odvojive kuke koja se sastoji od 2 kuglasta ventila kojima se upravlja pomoću hidraulike. Između ta 2 ventila se nalazi brzo otpuštajuća kuka kojom se također upravlja hidraulički. Alarmi će biti vidljivi na brodu ako je primijećeno bilo kakvo pomicanje izvan postavljenog dometa.

5.2. TESTIRANJE ESD SUSTAVA

Prema IGC kodu ESD sustav i sigurnosni sustavi moraju biti testirani prije bilo koje operacije s teretom. Uobičajeno se ova operacija provodi kao dio testiranja prije dolaska na vez u vremenskom intervalu od 24 sata prije priveza. Ne moraju se testirati sva mjesta gdje se ESD sustav aktivira svaki put sve dok su obuhvaćena planom testiranja koji sadrži testiranja za cijeli sustav unutar određenog vremenskog perioda. Ovaj plan testiranja mora biti dio brodskog sustava planiranja održavanja. Priključci na ESD ventilima su dio testiranja prije dolaska broda u luku (pre-arrival testiranja) te kao dio testiranja prije prekrcaja tereta (pre-transfer testiranja). Ventili ESD sustava na brodu se moraju zatvoriti u vremenskom intervalu između 25 i 30 sekundi nakon aktivacije sustava, odnosno nakon ručnog aktiviranja sustava. Test u vezi otkrivanja postojanje tekućine u sustavu ventilacije treba biti proveden na efikasan način i vizualno u svrhu utvrđivanja ima li u ventilacijskom sustavu vode ili nečistoća u senzorskoj komori¹¹.

5.3. POSTUPCI U SLUČAJU BLOKIRANJA I RESETIRANJA ESD SUSTAVA

ESD sustav ima mogućnost aktivirati blokadu ili poništenje. Tokom normalnih operativnih postupaka ESD sustav će biti cijelo vrijeme aktivan, no mogu postojati slučajevi kada je potrebno isključiti dio sustava. Stanje „at sea“ će biti odabrano prije nego se prekine veza s kopnom nakon završetka teretnih operacija.

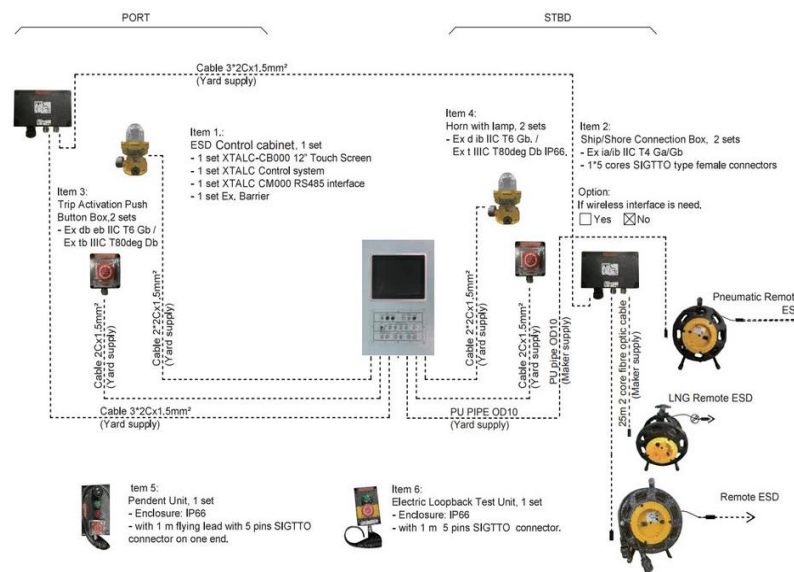
Stanje „at sea“ će imati učinak:

- Izolirati obalu od brodskog ESD-a.
- Zaustavlja pumpe tereta.
- Zatvara ventile na manifoldima.

¹¹ Izvor: SIGTTO-2021-ESD-SYSTEMS-PDF (web izvor: <https://www.sigtto.org/media/3457/sigtto-2021-esd-systems.pdf>, 07.09.2024.)

- Zatvara ventile za ukrcaj tankova tereta.
- Omogućuje rad kompresora koji se koriste za rad na niskim opterećenjima ako nije ESD aktivan ili se isključi sustav za rad na niskim opterećenjima.
- Omogućuje rad kompresora koji se koriste za rad na visokim opterećenjima ako nije ESD aktivan ili se isključi sustav za rad na visokim opterećenjima.

Prije početka bilo kakvih operacija s teretom, kada brod dođe u luku, stanje „at sea“ se mora prebaciti na stanje „in port“.



Slika 7 Emergency Shut Down sustav

Izvor: <https://www.xtronica.no/en/solutions/fluid-control-management/emergency-shutdown-system/>

Nakon bilo kakve aktivacije ESD sustava, sustav je potrebno resetirati. Prije samo resetiranja sustava mora se utvrditi razlog aktivacije ESD-a te otkloniti uzrok aktivacije. Prije resetiranja sustava, zapovjednik broda treba u potpunosti biti upoznat sa novonastalom situacijom te on mora odobriti resetiranje istoga. Bitno je napomenuti da u bilo kojoj situaciji u kojoj se sustav ne nalazi u normalnom operativnom stanju, ako nešto pođe po krivu s teretom na obali ili na brodu ESD sustav se neće aktivirati. To znači da se neće dogoditi potpuno isključivanje teretnog sustava te je to razlog nužnog resetiranja sustava kako bi se on vratio u svoje normalno operativno stanje.¹²

¹² Izvor: CARGO EMERGENCY SHUT DOWN(ESD) SYSTEM FOR LIQUEFIED GAS CARRIERS (web izvor: <http://www.liquefiedgascarrier.com/cargo-emergency-shutdown.html>, 21.06.2024.)

6. LNG TERMINALI

U ovome poglavlju analizirana su bitna tehnička obilježja LNG terminala, oprema terminala, tri bitna koraka glede operacija s teretom, postupci glede prihvata broda na terminalu, vrste tankova na terminalu te će se spomenuti sve bitne stvari o LNG terminalu u Omišlju. Na kraju poglavlja će se analizirati procedure prihvata i registracije LNG broda na LNG terminal u Omišlju.

6.1. BITNA TEHNIČKA OBILJEŽJA LNG TERMINALA

Ovaj dio rada će analizirati sva obilježja LNG terminala koja su bitna za operacije iskrcaja tereta. Svaki LNG terminal bi trebao imati sljedeće:

- Tankove za prihvata LNG-a, jedinice koje služe za ponovno rasplinjavanje, fiksne cijevi za iskrcaj, opremu za ukrcaj/iskrcaj te svu ostalu potrebnu opremu.
- Pristan koji uključuje mjesto za vez i objekt za privez odnosno bitve, visoki tlak u prekrcajnim rukama i visokotlačnu plinsku platformu.
- Priključni cjevovod plina i druga infrastruktura za plin koja se nalazi u području terminala
- Ostali uređaji, dijelovi, instrumenti, oprema, infrastruktura, dodaci, objekti koji se koriste za rad, upravljanje i održavanje terminala.

6.2. PROCEDURE PRIJE DOLASKA BRODA NA LNG TERMINAL

Prije nego što će brod uopće doći na terminal moraju se napraviti određene radnje kako bi se odobrio dolazak broda na terminal. Bitno je napomenuti da se te radnje moraju obaviti kronološki odnosno da se mora poštovati unaprijed određeni raspored operacija. Tih operacija za sami prihvata na brodu ima pet, a to su sljedeće operacije:

- Pripremiti potrebnu dokumentaciju za razmjenu informacija terminal-brod.
- Povezati na siguran način brod i terminal.
- Inspekcijski nadzor brodova glede sigurnosti.
- Testiranje sustava za iskrcaj i odobrenje broda.

- Odobrenje broda za postavljanje prekrcajnih ruku.

Priprema za razmjenu informacija terminal-brod je vrlo važna zbog aspekta sigurnosti. Brod mora dati informacije terminalu o putovanju (brzina, ETA i slično) zbog toga da se točno zna vrijeme dolaska broda na terminal. Najvažnija razmjena informacija u ovom procesu je razmjena informacija o kompatibilnosti broda sa terminalom. Terminal brodu mora nakon što brod da zahtjev za prihvata na terminalu mora poslati sljedeće:

- Informacije bitne za LNG brodove poput vremena priveza, spajanje s obalom i informacije u aspektu prihvata tereta.
- Opći *Ship Shore Safety Plan* koji je kompatibilan sa informacijama i procedurama neophodnim za popuniti koje se nalaze u IMO¹³ listi provjere u luci.

U svrhu potvrđivanja ne samo tehničke kompatibilnosti nego i procedure izvedbe potrebno se uvjeriti da brod i terminal znaju procedure glede sigurnosti vezane uz operacije manipulacije teretom. Nakon što je osoblje terminala pomno ispitalo navedeno, pristupa se utvrđenju tome da li brod po svojim tehničkim karakteristikama može uopće biti prihvaćen na terminalu. U svrhu toga je potrebno provjeriti sljedeće:

- Fizičku i tehničku kompatibilnost sa zahtjevima terminala.
- Aspekti glede sigurnosti i nautičkih čimbenika.
- Kompatibilnost sa sustavom komunikacije i ESD sustavom na terminalu.
- Mjerne tablice (*Gauge tables*) i *Custody transfer measurement*.
 - ✓ *Gauge tables* izdane od strane državnih vlasti i od zaduženog osoblja terminala prije prvog iskrcaja.
 - ✓ *Custody transfer measurement* sustav odnosno njegove specifikacije moraju biti u skladu sa *Group of Liquefied Natural Gas Importers Liquefied Natural Gas custody transfer handbook* preporukama.

Terminal može tražiti (vetting) inspekciju za brod u slučaju da brod po prvi put dolazi na određeni terminal. Ovu inspekciju izvodi terminal u skladu sa smjernicama za sigurnosni pregled (*Safety Inspection Guidelines*) koji je prihvaćen od strane terminala. Brod koji je prihvaćen na terminal nakon „vetting“ inspekcije dovodi u pitanje odgovornost pojedinih

¹³ IMO – International Maritime Organization

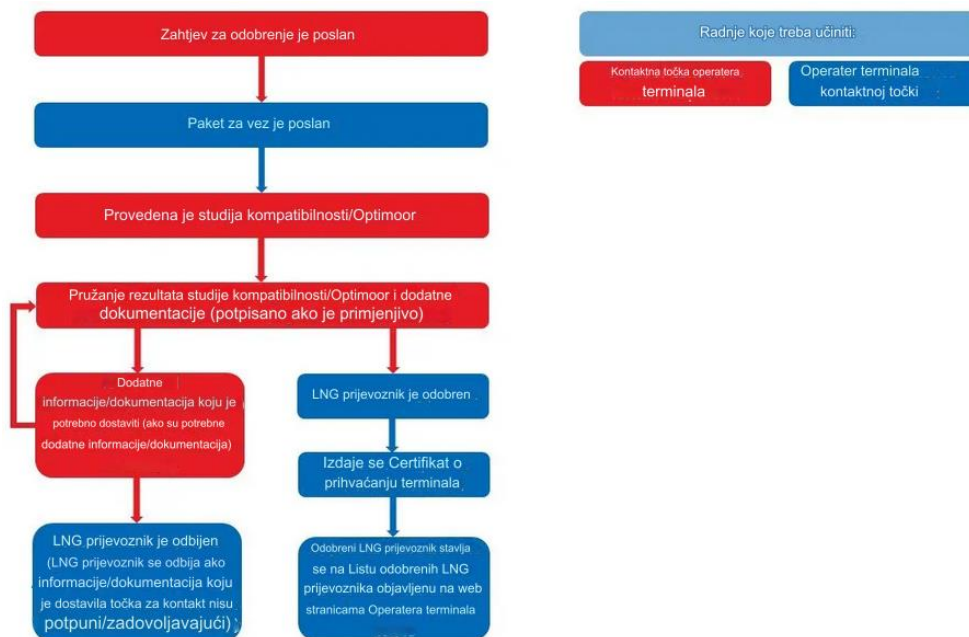
strana kao što je navedeno u ugovorima u svrhu da brod udovoljava svim zahtjevima i propisima te da članovi posade znaju koje su posljedice nepridržavanja tih propisa. Ove smjernice su u skladu sa smjernicama koje je zadao OCIMF (Oil Companies International Marine Forum). U tu svrhu je brod podvrgnut *Unloading* testu te brod nakon toga testa dobiva odobrenje od terminala ako brod prođe test. Prioritet ovoga testa je utvrditi da li posada broda razumije kako se izvode operacije na terminalu.

Prije početka iskrcaja potrebno je utvrditi sljedeće:

- Dovršen pregled i dovršena provjera *Ship Shore Safety Plan-a* (SSSP) u svrhu odgovarajućeg implementiranja dokumenta, uključujući gašenje požara, prijenos tereta, nadziranje tanka tereta, iskrcaj te operativne procedure i komunikacija.
- Završna verzija SSSP-a potpisana od strane zapovjednika broda i zadužene osobe na terminalu.
- Zapovjednik broda i zadužena osoba na terminalu provjeravaju sigurnosno sučelje brod-obala u skladu s listom provjere.

Ovisno o rezultatima testa terminal će odlučiti sljedeće:

- Hoće li brod biti ili neće biti prihvaćen na terminal.
- Da će brod biti prihvaćen na terminal ovisno o preinakama broda koje su taksativno navedene od strane terminala.
- Brod će biti prihvaćen na terminal u razdoblju od tri godine od datuma odobrenja bez daljnjih ispitivanja.



Slika 8 Procedure prihvata broda na terminalu

<https://lng.hr/en/lng-carrier-verification-process/>

Tijekom vremena potrebnog za odobrenje terminal će biti informiran o svim promjenama na brodu glede tehničkih, upravljačkih i sigurnosnih pitanja. Na temelju navedenih promjena, terminal će obavijestiti brod o tome kada će mu trebati novo odobrenje. Terminal će moći zatražiti dodatne sigurnosne inspekcije glede provjere da je brod i dalje u skladu sa sigurnosnim i operacijskim zahtjevima terminala. Ove inspekcije se mogu obaviti na mjestu gdje brod pristane na terminalu ili na bilo kojem drugom mjestu i u bilo koje drugo vrijeme.

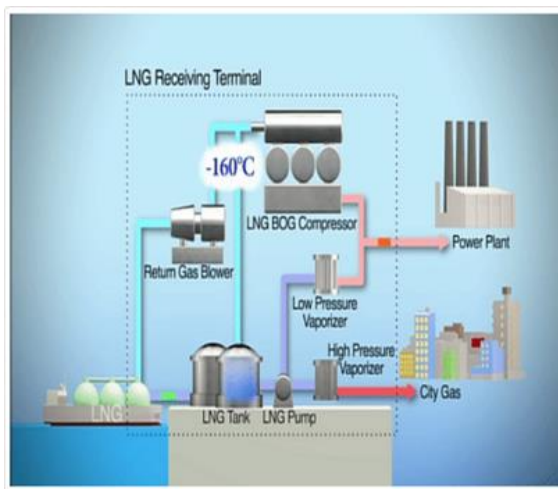
6.3. OPREMA LNG TERMINALA

Tema ovoga poglavlja je oprema koju mora imati LNG terminal koji prihvaća teret. Da bi terminal na odgovarajući način prihvatio teret mora imati sljedeću opremu:

- Iskrcajne ruke.
- Tank u koji će se prihvatiti teret sa broda.
- LNG evaporatore.
- Kompresori isparenog plina.
- Re kondenzator.

6.3.1. Iskrcajne ruke

Uobičajeno, nekoliko iskrcajnih ruku i 1 BOG (Boil-off Gas) povratna ruka su konfigurirane prema veličini terminala. Dvije iskrcajne ruke mogu biti iste ili različite veličine, no njihova konstrukcija i specifikacije su iste. Ako su iste veličine onda su lako zamjenjive. Za odabir iskrcajne ruke treba uzeti u obzir volumen LNG-a koji se iskrcava s broda i potrebno vrijeme da se obavi iskrcaj, u isto vrijeme se također gleda i razina pritiska, promjer cijevi, količina prema duljini postolja, nadmorska visina i uzgon pumpe koja služi za prijenos u tank na LNG brodu.¹⁴



Slika 9 BOG sustav

Izvor: <https://www.ihico.jp/compressor/en/products/recipientprocating/lngbog.html>



Slika 10 Prekrcajne ruke

Izvor: <https://www.cclpec.com/marine-loading-arm/lng-marine-loading-arm.html>

6.3.2. Prihvatni tank

Prihvatni tank za LNG teret je veliki tank na obali pod utjecajem atmosferskog tlaka i na maloj temperaturi te postoje dvije vrste: tank iznad površine te tank ispod površine. Unutarnji zid prihvatnog tanka je u direktnom kontaktu sa teretom odnosno LNG-om. Obično su građeni od legiranog čelika koji u sebi sadrži 9% nikla. Može također biti i cijeli tank od aluminija, nehrđajućeg čelika i pred napetog betona, a vanjski zid je napravljen od čelika koji u sebi sadrži ugljik ili pred napeti beton. Pred napeti beton se koristi zbog toga da se inducirana djelovanja unutar tanka suprotstave vanjskom opterećenju do željenog stupnja. Viseća, toplinsko izolirana i potporna platforma je na gornji dio stijenke je od aluminija, a krov tanka od čelika koji sadrži ugljik ili od betona. Materijali koji se koriste u

¹⁴ Izvor: MARINE LOADING ARMS MANUFACTURES SUPPLIERS – Design Service CHANGLONG (web izvor: https://www.lng.hr/wp-content/uploads/2021/06/Rules-of-operation_unofficial-translation-25052020-1.pdf, 21.06.2024.)

tanku su uglavnom ekspanzirani perlit, elastična staklena vlakna i opeke od pjenastog stakla. Na terminalima u današnje vrijeme postoje 3 vrste prihvatnih tankova:

- Jedno kapacitetni (jednostruki zatvoreni) tank
- Tank sa dvostrukim kapacitetom (dvostruki zatvoreni)
- Tank punog kapaciteta (Potpuno zatvoreni).

Unutarnja stijenka jednostrukog zatvorenog tanka je izrađena od legiranog čelika koji u sebi sadrži 9% nikla dok je vanjska stijenka izrađena od ugljičnog čelika. Pomoćni tank je tank koji služi za prikupljanje tekućine omeđen nižim zaštitnim nasipom čija je svrha sprječavanje prelijevanja LNG-a i širenja u slučaju nezgode u glavnom tanku. Usporedno s jednostrukim zatvorenim tankom, pomoćni tank dvostruko zatvorenog tanka je cilindrično betonskog zaštitnog zida koji je slične visine zidu i odvojen od glavnog tanka. Unutarnja stijenka potpuno zatvorenog tanka je izrađena također od legiranog čelika koji u sebi sadrži 9% nikla, filmom od nehrđajućeg čelika ili je izrađena od pred nategnutog betona, a vanjska stijenka se izrađuje samo od pred nategnutog betona. Zbog tog razloga vanjska stijenka ne samo da može spriječiti istjecanje LNG-a iz tanka nego može također i spriječiti eventualno toplinsko zračenje, i slično te zbog toga može imati ulogu i pomoćnog tanka. Svaki od 3 tipa tankova ima svoje prednosti i nedostatke. Kada se odabire vrsta tanka, treba se razmatrati nekoliko faktora. Ti faktori su sljedeći:

- Tehnologija.
- Ekonomičnost.
- Stupanj pouzdanosti.
- Pod prostor.
- Uvjeti lokacije.
- Razdoblje izgradnje.
- Utjecaj na okoliš.

Projektirani pritisak prostora za plin je izrazito važan parametar za velike tankove za skladištenje na atmosferskom tlaku i niskim temperaturama, posebno za tankove koji su namijenjeni za terminalno skladištenje. Kako napreduje znanost i tehnologija tako napreduje i dizajn pritiska za prostore s plinom takvih tankova raste iz godinu u godinu. Konkretno,

tank može podnijeti veći pritisak zbog svojih unutarnjih strukturalnih karakteristika. Primjerice, unutarnja stijenka nadzemnog nisko temperaturnog tanka punog kapaciteta je izrađen od filma nehrđajućeg čelika, a vanjska stijenka je izrađena od pred napetog betona. Zbog toga je stopa dnevnog isparenja 0,08 %.



Slika 11 Prihvatni tank na LNG terminalu

Izvor: <http://global.chinadaily.com.cn/a/202112/29/WS61cbc19aa310cdd39bc7e0c6.html>

Svi otvori koji će se otvarati se moraju otvoriti na vrhu tanka zbog jednostavnog razloga a to je sprječavanje istjecanja LNG-a. Također se trebaju poduzeti mjere za sprječavanje prevrtanja tereta unutar tanka (rollover) zbog raslojavanja različitih tereta koji su različite specifične gustoće i u nekim slučajevima curenje topline iz tanka. Primjerice, zbog razlike u gustoći LNG-a koji se tek mora iskrcati s broda i LNG-a koji je već u prihvatnom tanku terminala, ulazni kraj iskrcajnog cjevovoda iskrcajne tekućine se može dovesti s gornje i donje strane s posebnim oprezom. Ako je gustoća LNG-a koji se treba iskrcati veća od gustoće LNG-a koji je već u prihvatnom tanku, onda tekućina mora ući na gornjoj strani tanka dok u suprotnom slučaju tekućina će morati ući na donjoj strani tanka.

6.3.3. Evaporatori LNG-a

U ovome poglavlju navesti će se vrste evaporatora te će se objasniti njihova funkcija evaporatora. Evaporatori LNG-a se mogu podijeliti na sljedeći način:

- Evaporator pločastog rebra.
- Evaporator školjke i cijevi.
- Evaporator srednjeg protoka.
- Evaporator otvorenog okvira.

- Evaporator potopljenog izgaranja prema različitim strukturama ili izvorima topline.

Tokom prijema LNG-a terminali uglavnom koriste evaporatore s vodenim raspršivanjem otvorenog okvira i evaporatore potopljenog izgaranja. Prvi koristi morsku vodu kao medij za grijanje. U tom slučaju je velika površina te mora postojati i sustav morske vode što znači veliko ulaganje, no troškovi rada samog sustava su niski i sustav je pouzdan. Za osnovne zahtjeve opskrbe zrakom, višestruke jedinice se mogu upotrebljavati paralelno. Drugi način je korištenje BOG-a koji izgara i grije. Prednosti ovakvih sustava su male investicije, brzo pokretanje i brza prilagodba LNG-a isparavanju no visoki su operativni troškovi i koristi se samo za provođenje regulacije. U evaporatoru s raspršivanjem vode otvorenog okvira, LNG teče okomito od dna prema vrhu, a morska voda se raspršuje od vrha prema dnu u cijevi. U svrhu izbjegavanja utjecaja na ekološku ravnotežu u okolnom morskom sustavu, temperaturna razlika između kraja gdje ulazi i gdje izlazi morska voda ne bi smjela prelaziti 7 stupnjeva Celzijevih, a u praksi je u kontroliranoj granici 4-5 stupnjeva Celzijevih. Obično je unutarnji dio cijevi izrađen od legure aluminija, a vanjski dio cijevi je izrađen od cinka. LNG koji se nalazi u cijevi za izmjenu topline i visoko turbulentna voda izvan cijevi u potpunosti izmjenjuju toplinu tako da se LNG zagrijava i isparava. Toplinska učinkovitost evaporatora može iznositi više od 95 % te je siguran i pouzdan.

6.3.4. Kompresori isparenog plina

S obzirom na to da prihvatni tankovi LNG-a imaju različite količine plinova koji isparavaju pod različitim načinima i uvjetima rada, postoje dvije vrste kompresora isparenog plina: Jedan kompresor je za uvjete iskrcaja izvan broda dok je drugi kompresor za uvjete normalnog iskrcaja. Kompresor za uvjete iskrcaja izvan broda je pogodan za mali volumen zraka i visoku ratu kompresije, dok je kompresor za uvjete normalnog iskrcaja prikladan za veliki volumen zraka te za srednju i nisku ratu kompresije.

6.3.5. Re kondenzator

Re kondenzator ima dvije funkcije: kondenzacija i odvajanje tekućine. Pod normalnim okolnostima, ispareni plin iz tanka ukapljuje se u rekondenzeru te se kondenzat vraća natrag u tankove tereta. Kada količina isparenog plina nije odgovarajuća, može se uvesti vanjski plin u rekondenzator kako bi tlak ostao u normalnim vrijednostima te se izvršila operacija ukapljivanja.

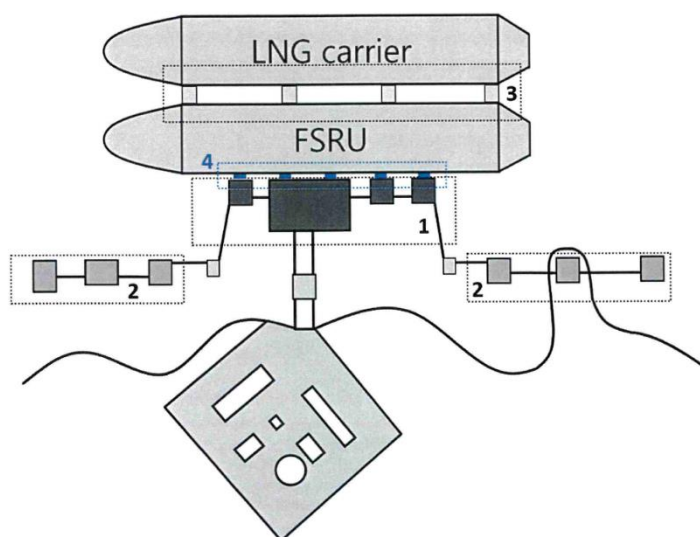
6.4. OPĆENITO O LNG TERMINALU U OMIŠLJU

U ovome dijelu će se analizirati opći podaci o LNG terminalu u Omišlju. Plutajući LNG terminal u Republici Hrvatskoj se nalazi u Omišlju na otoku Krku. Terminal ima geopolitičku i stratešku dimenziju u smislu jačanja Europskog energetskeg tržišta i povećanja sigurnog opskrbljivanja zemalja Europske Unije plinom, pogotovo opskrba zemalja jugoistočne Europe koje žele osigurati novu pouzdanu rutu za opskrbljivanje plina. Izuzetno je važan za Europsku Uniju i Republiku Hrvatsku. Uvršten je na popis projekata Europske Unije od zajedničkog interesa te je zbog toga dobio potporu od 101,4 milijuna eura. Dvije stvari koje čine terminal funkcionalnim su:

- *FSRU - Floating Storage and Regasification Unit* brod i
- Obalni dio terminala.

6.4.1. FSRU brod

FSRU – Floating Storage and Regasification Unit brod se sastoji od tankova LNG-a, opreme za ukrcaj/iskrcaj LNG-a te opreme za rasplinjavanje LNG-a. Svi postupci na brodu su nadzirani od strane zadužene osobe u *cargo control room-u* dok sigurnosni sustavi rade u slučaju pojave požara. FSRU ima 4 tanka za skladištenje tereta sveukupnog kapaciteta 140.206 m³, tri cjeline za rasplinjavanje s maksimalnom ratom rasplinjavanja od 338.000 m³/h.



Slika 12 Prikaz spajanja broda na FSRU u Omišlju

Izvor: <https://lng.hr/wp-content/uploads/2022/07/TUO-1-3-Terminal-Technical-Characteristics.pdf>

6.4.2. Obalni dio terminala

Sastoji se od glavnog pristaništa, mjesta za privez FSRU broda, kontrolnog tornja, sprave za brzo otpuštanje konopa, visokotlačnih iskrcajnih ruku, protupožarnog sustava i slično. FSRU privezan je na pristan i na njega su spojene visokotlačne iskrcajne ruke kroz koje prirodni plin ulazi u spojni cjevovod. Osim priveza, pristanište je namijenjeno za neizravan prihvat broda koji je tokom prijenosa tereta privezan bokom. Spojni plinski cjevovod nominalnog promjera 1.000 mm u kojem je radni tlak 100 bara je dugačak 4.2 km. Glavna funkcija mu je otprema prirodnog plina s terminala i isporuka u transportni sustav Republike Hrvatske. Spojni vodovod nominalnog promjera 90 mm i dužine 2.5 km je spojen na sustav javne vodoopskrbe na šahti uz državnu cestu D102. Glavna funkcija ovog sustava je opskrba LNG postrojenja vodom za sanitarne potrebe te održavanje kapaciteta tanka koji se koristi za protupožarni sustav terminala.

Glavna tehnološka obilježja LNG terminala u Omišlju	
Kapacitet LNG broda koji se može privezati na terminal	od 3.500 m ³ do 265.000 m ³
Ukupni kapacitet tankova	140.206 m ³
Maksimalna prekrcajna rata sa LNG broda	8.000 m ³ /h
Uobičajena prekrcajna rata sa terminala na brod	1.500 m ³ /h
Maksimalni kapacitet reuplinjavanja LNG-a	338.000 m ³ /h 2,9 upravljanje kontinuitetom poslovanja godišnje

Tablica 1 Glavna tehnološka obilježja LNG terminala u Omišlju

Izvor: <https://lng.hr/en/about-terminal/main-technical-characteristics-of-the-lng-terminal/>

U priloženoj tablici vidimo glavna tehnološka obilježja LNG terminala u Omišlju. Može prihvatiti sve brodove kapaciteta od 3.500 m³ do kapaciteta od 265.000 m³.

Maksimalna iskrcajna rata sa LNG broda na FSRU je 8.000 m³/h. Administrativni i sigurnosni protokoli će oduzeti otprilike 4 sata vremena prije nego započne sama operacija prekrcaja tereta. Tokom iskrcaja, FSRU može rasplinjavati LNG na maksimalnoj rati rasplinjavanja koja iznosi 338.000 m³/h dok je tokom iskrcaja minimalna iskrcajna rata jednaka 60.000 m³/h.¹⁵



Slika 13 Bitna obilježja rukovanja ukapljenim plinom

Izvor: <https://lng.hr/>

Na slici se mogu vidjeti određeni podatci koji su bitni za poslovanje LNG terminala u Omišlju. Tako je zanimljiva činjenica da je terminal prihvatio znatno manje LNG-a nego što ga je isporučio. Volumen prihvaćenog ukapljenog plina iznosi 13,729,369 m³ dok volumen isporučenog prirodnog plina iznosi 8,234,881,235 m³ što znači da je terminal isporučio otprilike 600 puta više LNG-a nego što ga je prihvatio što je ujedno i omjer u volumenu između tekućeg i prirodnog plina. Također je interesantno da volumen ukapljenog plina u tankovima iznosi 129,539 m³ što znači da je volumen ukapljenog plina u tankovima za više od 100 puta manji nego volumen prihvaćenog LNG-a. Još vrijedi napomenuti da je 99 brodova za prijevoz LNG-a pristupilo terminalu te 389 cisterni za prijevoz LNG-a cestovnim putem. Otprilike je došlo 4 puta više cisterni po LNG nego što je došlo brodova za iskrcaj LNG-a.¹⁶

6.4.3. Procedura prihvata i registriranja brodova na LNG terminalu u Omišlju

Procedura prihvata brodova na LNG terminalu treba biti izvedena na način da 3 strane međusobno surađuju u svrhu da se brod prihvati na LNG terminalu. U tu suradnju su uključeni zapovjednik LNG broda koji treba pristati, osoba koja izvodi poslove na terminalu odnosno FSRU brodu te lučke vlasti (Port Authority). Da se procedura pojednostavi, svaka

¹⁵ Izvor: ABOUT TERMINAL – LNG Hrvatska (web izvor: <https://lng.hr/en/about-terminal/>, 22.06.2024.)

¹⁶ Izvor: NASLOVNA – LNG HRVATSKA (web izvor: <https://lng.hr/>, 26.08.2024.)

od navedenih osoba se može smatrati da je POC (Point Of Contact) odnosno osoba koju će terminal ili lučke vlasti odrediti za komunikaciju za procedure prihvata i registriranja broda na LNG terminalu. To može biti jedna od sljedećih osoba:

- Krajnji korisnik.
- Predstavnik, unajmitelj, ili neka treća osoba sa LNG broda.
- Pomorski Agent LNG broda.
- Te svaka druga osoba koja ima opravdan interes.

Krajnji korisnik mora odrediti POC za sve procedure prihvata i registriranja broda na terminalu. POC može biti i višestruki uključivši sve osobe gore navedene koliko je moguće. Krajnji korisnik je u potpunosti odgovoran osobi koja izvršava poslove na terminalu (operator terminala) za sve što napravi bilo koja osoba koja je određena da bude POC. Dokumentacija koja se mora razmijeniti između POC-a, operatora na terminalu te lučkih vlasti sastoji se od 2 segmenta. Ti segmenti su:

- Prihvat LNG broda.
- Registriranje LNG broda.

Prihvat LNG broda je procedura u kojoj se razmjenjuju dokumenti o kompatibilnosti između broda i terminala. Ta dokumentacija se sastoji od dokumentacije o određenoj tehničkoj kompatibilnosti LNG broda sa terminalom te od dokumentacije koju POC treba dostaviti operatoru na terminalu za dobivanje pred odobrenja. Procedura ovjeravanja kompatibilnosti LNG broda sa terminalom te procedura prihvata broda se sastoji od raznih međusobno povezanih segmenata. Ti segmenti uključuju odobrenje o tehničkoj kompatibilnosti LNG broda sa terminalom, ovjera dokumentacije LNG broda sa potpisom uvjeta o uporabi dokumenta. Nakon što je LNG brod nominiran od strane krajnjeg korisnika, krajnji korisnik treba odrediti osobu s kojom će operator na terminalu komunicirati u vezi sa poslovima prihvata broda. Kada se sve obavi na odgovarajući način brodu se izdaje svjedodžba o prihvatu broda na LNG terminal (Terminal Acceptance Certificate - TAC). Svjedodžba o prihvatu broda izdana od odgovorne strane terminala vrijedi 2 godine od datuma izdavanja za svaki brod.

	tvrtka: : LNG Croatia LLC (LNG Hrvatska d.o.o.) Slavonska avenija 1B, Zagreb, Croatia	Verzija/revizija 1/1 !
	Objekt: : LNG terminal	Broj dokumenta: : TUO-8-1-1
	Naziv dokumenta: : Certifikat o prijemu terminala Vrijedi od: : 18.07.2022	Datum izrade: : 18.07.2022
		Stranica 1 od 1

U skladu s dokumentom o tehničkim karakteristikama terminala objavljenim na web stranicama Operatera terminala (www.lng.hr) te nakon uspješne razmjene svih potrebnih podataka i izrade Studije kompatibilnosti/optimoora, Operator terminala izdaje Potvrdu o primopredaji terminala kojom se imenovani LNG prijevoznik je odobren.

Podaci o odobrenom LNG prijevozniku dani su u sljedećoj tablici:

Naziv LNG prijevoznika:	
IMO broj LNG prijevoznika:	

Datum izdavanja (DD.MM.GGGG):	Potpisao:		
	Ime, Prezime	Potpis	Pečat tvrtke

Ova potvrda o prihvaćanju terminala vrijedi do dvije godine za ovaj specifični LNG prijevoznik, od datuma izdavanja potvrde, ako nije bilo fizičkih promjena izvršenih na LNG prijevozniku nakon izdavanja ovog certifikata. Ako dođe do fizičkih promjena na LNG prijevozniku unutar dvije godine od datuma izdavanja ove potvrde, obratite se operateru terminala za daljnje upute.

Ovaj dokument je vlasništvo LNG Hrvatska dpo (LNG Hrvatska d.o.o.). Ni cijeli niti bilo koji dio ovog dokumenta ne smije se objaviti drugima, reprodukovati, počezati u sustav za pretraživanje ili prenijeti u bilo kojim obliku bilo kojim sredstvom (elektroničkim, mehaničkim, reprogratskim snimanjem ili na drugi način) bez prethodnog pisanog pristanka vlasnika.

Slika 14 Terminal Acceptance Certificate od LNG terminala Omišalj

Izvor: <https://lng.hr/wp-content/uploads/2022/07/TUO-8-1-1-Terminal-Acceptance-Certificate.pdf>

Procedura registriranja LNG broda na terminalu se sastoji od 3 koraka. Ti koraci su: Podaci o luci ukrcaja, podaci o očekivanom vremenu dolaska (Estimated Time of Arrival - ETA), i pismo spremnosti (Notice of readiness – NOR). Podaci o luci ukrcaja su podaci koji se dostavljaju pri odlasku iz ukrcajne luke. ETA se dostavlja prije dolaska na peljarsku

stanicu. NOR se isto kao i ETA dostavlja prije dolaska na peljarsku stanicu. Svi ti podaci moraju biti na vrijeme dostavljeni od strane POC-a operatoru na terminalu. Nakon što se napravi procedura prihvata LNG broda na terminalu, mora se provesti procedura registriranja LNG broda na terminalu. Nakon što je brod odobren od strane operatora na terminalu, krajnji korisnik opet mora odrediti osobu koja će biti POC kojoj će se javljati sve informacije od strane operatora na terminalu glede procedure registracije broda. POC nakon toga treba popuniti zahtjev za registraciju te taj popunjeni zahtjev dostaviti operatoru na terminalu sa dokumentacijom o ukrcajnoj luci. Kada POC dostavi dokumentaciju o iskrcajnoj luci operatoru na terminalu, operator će mu poslati dokumentaciju koja mora biti potpisana na sastanku prije prekrcaja tereta. Dodatno pomorski agent treba biti obaviješten o odlasku iz ukrcajne luke zbog toga da unese podatke u Hrvatski integrirani Pomorski informacijski sustav (eng. Croatian Integrated Maritime Information System – CIMIS) i kontaktirati lučke vlasti. Kao dio pred odobrenja, POC mora poslati operatoru sljedeće podatke:

- Teretnicu.
- Izvješće prvog časnika o teretu koji je ukrcaj u ukrcajnoj luci.
- Manifest tereta.
- Svjedodžbu o porijeklu tereta.
- Svjedodžbu o kvaliteti tereta.
- Svjedodžbu o količini tereta.
- Listu o sigurnosnim preporukama s teretom.
- Svjedodžbu o aktivnostima na brodu u ukrcajnoj luci.
- Potvrdu zapovjednika o primitku dokumenata.

Uz navedenu dokumentaciju, mora se dostaviti sljedeća dokumentacija koja mora biti potpisana (ako je moguće) operatoru terminala, i to najkasnije 3 dana odnosno 72 sata prije dolaska na pilotsku stanicu. To su sljedeći dokumenti:

- Raspored iskrcaja – zahtjev krajnjeg korisnika ili POC-a operatoru terminala da se točno zna koja se količina tereta može iskrcati na terminal.
- Svjedodžba o sigurnosti.

- Svjedodžba o opasnim ili zagađujućim tvarima.
- Pismo sigurnosti.

POC treba poslati pismo spremnosti na mjesto priveza u sljedećim situacijama:

- Kada brod dođe na peljarsku stanicu
- Kada brod ima utvrđen raspored za peljarenje i tegljenje
- Kada je brod obavio sve formalnosti sa pomorsko agencijskim tijelima u skladu sa OCDD – *Ordinance of certificates, documents and data on maritime traffic and their delivery*
- Kada je spreman u svim segmentima, uključujući to da ima pripremljene priključke na lijevoj strani broda da dođe do priveza te da je spreman za operacije s teretom¹⁷

OBAVIJEST O SPREMNOSTI

Gospodi _____

Obavijest o spremnosti |

Imajte na umu da brod _____
nacionalnost: _____ pozivni znak: _____
je stigao u na u _____
sati, te je u svakom pogledu spreman za početak utovara/iskrcaja tereta
_____ u skladu s odredbama i uvjetima Charter-party/Bilješke o
rezervaciji od _____

Vrijeme se računa prema odredbama i uvjetima gore navedene Charter-Party/Rezervacije.

Molimo potvrdite primitak ove Obavijesti o spremnosti potpisom i vraćanjem priložene kopije. _____

Mjesto: _____ Datum: _____ sati.

Master/Agent

Slika 15 Pismo spremnosti

Izvor: <https://knowledgeofsea.com/notice-of-readiness/>

¹⁷Izvor: TUO 1-3- TECHNICAL TERMINAL CHARACTERISTICS (web izvor: <https://lng.hr/wp-content/uploads/2022/07/TUO-1-3-Terminal-Technical-Characteristics.pdf>, 26.08.2024.)

Potpisivanjem svjedodžbe o sigurnosti, svjedodžbe o opasnim ili zagađujućim tvarima te pisma sigurnosti zapovjednik LNG broda koji će se privezati slaže se sa sigurnosnim uvjetima i osiguranjem terminala i luke, što uključuje povezane obaveze i odgovornosti. Dokument treba biti potpisan od strane zapovjednika broda i lučkih vlasti prije nego što to POC pošalje operatoru terminala. Obavijest o ETI treba biti potvrđena, ažurirana ili podnesena glavnoj osobi na FSRU brodu i operatoru na LNG terminalu od strane POC-a u sljedećim intervalima:

- 96 sati prije trenutne ETA-e.
- 72 sata prije trenutne ETA-e.
- 48 sati prije trenutne ETA-e.
- 24 sata prije trenutne ETA-e.
- Od trenutka kada se očekuje da će brod doći na pilotsku stanicu u vremenskom intervalu manjem od 24 sata, očekivano vrijeme dolaska na pilotsku stanicu treba biti ažurirano svakih 6 sati.

7. ZAKLJUČAK

U ovome radu su se detaljno analizirali postupci nužni za iskrcaj tereta na LNG brodu. Tema ovoga rada je bila analizirati procedure glede prihvata broda na LNG terminalu i procedure iskrcaja tereta sa LNG broda. Prvo poglavlje koje se je obrađivalo je procedure na brodu koje se moraju napraviti za pripremiti brod za iskrcaj tereta. Tokom ovoga rada su se stekla znanja o obilježjima tankova na LNG brodu i o proceduri pripreme tanka tereta za iskrcaj. Ujedno su objašnjene procedure iskrcaja tereta na 2 različita načina ovisno o opremi na terminalima. Obrađen je sustav koji je namijenjen zaustavljanju brodskih operacija u slučaju hitnosti (Emergency Shut Down sustav). U drugom dijelu rada su analizirani LNG terminali, od bitnih tehničkih obilježja, opreme na LNG terminalu za prihvata tereta te koju svrhu ima pojedini dio opreme na LNG terminalu, što sve brod mora napraviti da bi mu se odobrilo pristajanje na terminal. Također se detaljno analiziralo koja su obilježja LNG terminala u Omišlju te poslovanje terminala. Na samome kraju rada su objašnjene procedure glede prihvata i registriranja broda na LNG terminalu u Omišlju koje su od ključne važnosti za obavljanje poslova glede operacija prihvata brodova na terminalu i poslova glede iskrcajanja tereta sa terminala na siguran i učinkovit način.

LITERATURA

1. RULES OF OPERATION OF LIQUEFIED NATURAL GAS TERMINAL - LNG Croatia LLC (web izvor: https://www.lng.hr/wp-content/uploads/2021/06/Rules-of-operation_unofficial-translation-25052020-1.pdf, 20.06.2024.)
2. PREPARATION FOR DISCHARGING LNG CARGO – Gas carrier crude (web izvor: <http://www.liquefiedgascarrier.com/preparation-for-LNG-discharging.html>, 20.06.2024.)
3. ONBOARD PROCEDURES FOR DISCHARGING LNG CARGO – Gas carrier safety guide (web izvor: <http://www.liquefiedgascarrier.com/LNG-discharging.html>, 20.06.2024.)
4. ON BOARD PROCEDURES FOR LNG DISCHARGE – PDF – Liquefied Natural Gas (web izvor: <https://www.scribd.com/document/425120654/on-board-procedures-for-lng-discharge>, 21.06.2024.)
5. CARGO EMERGENCY SHUT DOWN(ESD) SYSTEM FOR LIQUEFIED GAS CARRIERS (web izvor: <http://www.liquefiedgascarrier.com/cargo-emergency-shutdown.html>, 21.06.2024.)
6. MARINE LOADING ARMS MANUFACTURES SUPPLIERS – Design Service CHANGLONG (web izvor: https://www.lng.hr/wp-content/uploads/2021/06/Rules-of-operation_unofficial-translation-25052020-1.pdf, 21.06.2024.)
7. ABOUT TERMINAL – LNG Hrvatska (web izvor: <https://lng.hr/en/about-terminal/>, 22.06.2024.)
8. LNG RECEIVING TERMINAL PROCESS AND EQUIPMENT (web izvor: <https://www.hofmann-heatexchanger.com/wp->

- [content/uploads/2022/03/HFM-Knowledge-Bank-LNG-Receiving-Terminal-Process-System-and-Equipment.pdf](#), 23.06.2024.)
9. MAIN TECHNICAL CHARACTERISTICS OF THE LNG TERMINAL – LNG Hrvatska (web izvor: <https://lng.hr/en/about-terminal/main-technical-characteristics-of-the-lng-terminal/>, 23.06.2024.)
 10. NASLOVNA – LNG HRVATSKA (web izvor: <https://lng.hr/>, 26.08.2024.)
 11. TUO 1-3- TECHNICAL TERMINAL CHARACTERISTICS (web izvor: <https://lng.hr/wp-content/uploads/2022/07/TUO-1-3-Terminal-Technical-Characteristics.pdf>, 26.08.2024.)
 12. LOADING AND UNLOADING LNG TANKERS (web izvor: <https://r-stahl.com/en/global/blog/post-detail/safety-first-loading-and-unloading-lng-tankers/>, 02.09.2024.)
 13. UNDERSTAND THE MECHANICS – How do LNG ships work (web izvor: <https://www.wilhelmsen.com/media-news-and-events/industry-perspectives/2024/understand-the-mechanics-how-do-lng-ships-work/>, 03.09.2024.)
 14. Piasecki T., Bejger A., Kozak M., Gawdzińska K. 2017. „Preparation of the cargo system for LNG discharge from a membrane steam turbine LNG vessel at an offshore LNG terminal“, p 95-99
 15. TANKER LEVEL AND GAS ALARM SYSTEMS (web izvor: <https://controltechnic.com/calibrations/tanker-level-gas-alarm-systems>, 04.09.2024.)
 16. ROBUST CONTROL OF PRESSURE FOR LNG CARRIER CARGO HANDLING SYSTEM VIA MIRROR-MAPPING (web izvor: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2018/7465391>, 05.09.2024.)

17. SIGTTO-2021-ESD-SYSTEMS-PDF (web izvor: <https://www.sigtto.org/media/3457/sigtto-2021-esd-systems.pdf>, 07.09.2024.)
18. GUIDE TO ESD SYSTEM AND PERC-S ON LNG CARRIERS (web izvor: <https://sea-man.org/lng-esd-system.html#esd1>, 07.09.2024.)
19. CARGO COOLING SYSTEM FOR MEMBRANE AND MOSS TYPE TANKS (web izvor: <https://sea-man.org/cargo-cooling-system.html#overview>, 08.09.2024.)

POPIS SLIKA

Slika 1 Membranski tip tanka na LNG brodu	5
Slika 2 Poprečni presjek sfernog tanka	6
Slika 3 Shematski prikaz tanka tereta	8
Slika 4 iskrcaj tereta sa povratnim parama	10
Slika 5 iskrcaj tereta bez povratnih para	12
Slika 6 kontrola volumena tekućine i para.....	13
Slika 7 Emergency Shut Down sustav	17
Slika 8 Procedure prihvata broda na terminalu	21
Slika 9 BOG sustav	22
Slika 10 Prekrcajne ruke	22
Slika 11 Prihvatni tank na LNG terminalu.....	24
Slika 12 Prikaz spajanja broda na FSRU u Omišlju	26
Slika 13 Bitna obilježja rukovanja ukapljenim plinom.....	28
Slika 14 Terminal Acceptance Certificate od LNG terminala Omišalj	30
Slika 15 Pismo spremnosti.....	32

POPIS TABLICA

<i>Tablica 1 Glavna tehnološka obilježja LNG terminala u Omišlju.....</i>	<i>27</i>
---	-----------