

Antti Lipponen

ALUKSEN BUNKRAUS ERILAISELLA POLTTOAINEELLA SATAMASSA JA MERELLÄ

Opinnäytetyö
Merenkulun koulutus

2020



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Antti Lipponen	Merenkulun insinööri (AMK)	Elokuu 2020
Opinnäytetyön nimi		79 sivua 9 liitesivua
Aluksen bunkraus erilaisella polttoaineella satamassa ja merellä		
Toimeksiantaja		
XAMK Merenkulun ja logistiikan TKI		
Ohjaaja		
Alexander Shaub, Xamk Justiina Halonen, Merenkulun ja logistiikan TKI		
Tiivistelmä		
<p>Opinnäytetyössä tutkittiin aluksen bunkraus eli tankkausprosessi erilaisella polttoaineella satamassa ja merellä. Työssä bunkraustapoina oli aluksen bunkraus terminaalista, rekasta, bunkkerialuksesta satamassa ja merellä sekä LNG-konttibunkraus. Työssä päätutkimusongelmana oli selvittää, miten merenkulun kolmen eri polttoaineen bunkraus suoritetaan laivalla, sekä mitä bunkrausoperaatiot sisältävät ja miten ne eroavat toisistaan. Nämä kolme eri polttoainetta olivat MDO, HFO ja LNG. Lisäksi työssä selvitettiin polttoaineiden ominaisuuksia, kansainväliset ohjeet ja määräykset, eroavaisuuksia satamassa ja merellä, turvallisuusasiat, ympäristöasiat sekä miehistön toiminnot. Tutkimuksen tavoitteena oli parantaa bunkrausprosessin tietoisuutta ja turvallisuutta. Lähtökohtana työssä oli suorittaa bunkrausprosessi huomioiden kansainväliset ohjeet ja määräykset, turvallisuusasiat sekä ympäristöasiat.</p> <p>Tutkimusmenetelminä työssä käytettiin laivaharjoitteluista kerättyä ja kuvattua materiaalia, jo olemassa olevia sähköisiä materiaaleja sekä IMO:n julkaisemaa kirjallisuutta. Tutkimuksen perusteella MDO- ja HFO-polttoainelaatujen bunkrausprosessi eroaa jonkin verran, verrattuna LNG-bunkraukseen. Suurin syy tähän on nesteytetyn maakaasun erilaiset ominaisuudet ja polttoaineen kryogeeninen lämpötila. Tämän takia nesteytetyn maakaasun bunkrausprosessi on laajempi ja vaatii enemmän suunnittelua etukäteen. Tutkimuksen perusteella suurin osa bunkrauksista suoritetaan sekä saatetaan päätökseen ilman ongelmia, mutta joissain tapauksissa jotain menee pieleen. Usein vaaratilanne johtuu polttoaineen toimittajan liian korkeasta pumppausnopeudesta. Perussyyy useimmiten tähän tilanteeseen johtuu vastaanottavasta aluksesta, jossa tilanteen sallitaan etenevän liian nopeasti.</p> <p>Huolellisella riskienarvioinnilla sekä tehokkailla valvontatoimenpiteillä voidaan ehkäistä tai ainakin minimoida onnettomuudet sekä ympäristövaikutukset. Lisäksi bunkrauksessa käytettävien letkujen ja laitteiden säännöllisellä testaamisella voidaan välttää vaaratilanteita. Tutkimuksen perusteella bunkrausprosessin turvallisuuteen ja onnistumiseen vaikuttaa huomattavasti bunkrauslaitteiston kunto, vallitsevat sääolosuhteet, miehistön koulutus ja kokemus sekä käytettävissä oleva aika.</p>		
Asiasanat		
Bunkraus, nesteytetty maakaasu, turvallisuus, ympäristö		

Author	Degree	Time
Antti Lipponen	Bachelor of Engineering	August 2020
Thesis title		
Bunkering of the ship with different fuels in port and at sea		79 pages 9 pages of appendices
Commissioned by		
XAMK Logistics, Marine Technology and Transport RDI		
Supervisor		
Alexander Shaub, Xamk Justiina Halonen, Logistics, Marine Technology and Transport RDI		
Abstract		
<p>In this thesis investigated bunkering or the refueling process of the ship with different fuels in port and at sea. The bunkering methods was bunkering from the terminal, truck, bunker vessel in port and at sea, and LNG container bunkering. In this thesis the main research problem was to clarify how the bunkering of three different marine fuels was performed on board, as well as what the bunkering operations involve and how they differ from each other. These three different fuels were MDO, HFO and LNG. In addition, the properties of fuels, international guidelines and regulations, differences in port and at sea, safety issues, environmental issues and crew operations were investigated. The objective of the thesis was to improve the awareness and safety of the bunkering process. The premise of the thesis was to perform bunkering process, taking into account international instructions and regulations, safety issues and environmental issues.</p> <p>The research methods used in the thesis were material collected and described from onboard training, already existing electronic materials and literature published by the IMO. According to the research, the bunkering process for MDO and HFO fuel grades differs some compared to LNG bunkering. The main reason for this is the different properties of liquefied natural gas and the cryogenic temperature of the fuel. Because of this, the liquefied natural gas bunkering process is more extensive and requires more planning in advance. According to the research, most of the bunkering are performed and completed without any problems, but in some cases something goes wrong. Often the hazard is due to the fuel supplier pumping rate is too high. The root cause of this situation is mostly due to the receiving vessel, where the situation is allowed to progress too quickly.</p> <p>Careful risk assessment and effective control measures can prevent or at least minimize accidents and environmental impacts. In addition, regular testing of hoses and equipment which used in bunkering can avoid dangerous situations. According to the research, the safety and success of the bunkering process is significantly affected by the condition of the bunkering equipment, the prevailing weather conditions, the training and experience of the crew, and the available time.</p>		
Keywords		
Bunkering, liquefied natural gas, safety, environment		

SISÄLLYS

KÄSITTEET JA LYHENTEET	6
1 JOHDANTO	8
2 POLTTOAINEET JA NIIDEN OMINAISUUKSIA	9
2.1 MDO – Marine Diesel Oil	10
2.2 HFO – Heavy Fuel Oil	11
2.3 LNG – Liquefied Natural Gas	13
3 BUNKRAUSPROSESSI	16
3.1 Kansainväliset ohjeet ja määräykset	17
3.2 LNG-bunkrauksen kansainväliset ohjeet ja määräykset	19
3.3 MDO- ja HFO-bunkraus	21
3.3.1 Ennen bunkrausta	21
3.3.2 Bunkrauksen aikana	29
3.3.3 Bunkrauksen jälkeen	32
3.4 LNG-bunkraus	35
3.4.1 Saapumista edeltävä suunnitteluvaihe	36
3.4.2 Ennen bunkrauksen aloittamista	37
3.4.3 Bunkrauksen aikana	39
3.4.4 Bunkrauksen jälkeen	40
4 BUNKRAUSTAVAT JA EROAVAISUUDET SATAMASSA JA MERELLÄ	42
4.1 Aluksen bunkraus LNG:llä siirrettävästä kontista	43
4.2 Aluksen bunkraus satamassa suoraan terminaalista	45
4.3 Aluksen bunkraus satamassa rekasta	48
4.4 Aluksen bunkraus satamassa bunkkerialuksesta	50
4.5 Aluksen bunkraus merellä bunkkerialuksesta	53
5 TURVALLISUUSASIAT	56
6 YMPÄRISTÖASIAT	62
7 MIEHISTÖN TOIMINNOT	66

8	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS.....	70
9	TUTKIMUKSEN TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	71
	LÄHTEET	73

KUVALUETTELO

LIITTEET

Liite 1. HFO-tankin peilaustaulukko

Liite 2. Bunkrauksen tarkastuslista

Liite 3. Bunker Delivery Note

Liite 4. LNG Bunker Delivery Note

Liite 5. IAPH LNG-bunkrauksen tarkastuslista, rekasta laivaan, osa B

KÄSITTEET JA LYHENTEET

Bunkkerialus on laiva, joka toimittaa satamassa tai merellä polttoainetta vastaanottavalle alukselle.

Bunkkeriasema on laivalla tila, jossa on muun muassa polttoainelinjojen manifoldit ja jossa suoritetaan esimerkiksi polttoainetäydennykset.

Bunkraus tarkoittaa aluksen tankkaamista eli polttoaineen täydentämistä tankkeihin.

ERS Emergency Release System – Hätävapautusjärjestelmä. Käytetään LNG-bunkrauksessa hätätilanteessa letkujen irrottamiseen.

ESDS Emergency Shutdown System – Hätäpysäytysjärjestelmä. Käytetään tarvittaessa LNG-bunkrauksen keskeyttämiseen hätätilanteessa.

HFO Heavy Fuel Oil – Raskas polttoöljy. On polttoainetyyppi, jota käytetään merenkulussa.

IMO International Maritime Organization – YK:n alainen kansainvälinen merenkulkujärjestö.

ISM International Safety Management Code – Kansainvälisellä turvallisuusjohtamissäännöstellä tarkoitetaan alusten turvallista toimintaa ja ympäristön pilaantumista ehkäisevää säännöstöä.

Inertointi on prosessi, jossa aine muunnetaan syttyvästä tai reaktiivisesta tilasta turvalliseen, syttymättömään ja epäreaktiiviseen tilaan. Inertointi toteutetaan korvaamalla happea tai kosteutta sisältävä ilma inertillä kaasulla.

LNG Liquefied Natural Gas – Nesteytetty maakaasu. On yksi merenkulun ympäristöystävällisimmistä polttoaineista.

LNGBMP LNG Bunker Management Plan – LNG-bunkrauksen hallintasuunnitelma. Sisältää muun muassa hätätoimintasuunnitelman, turvallisuusohjeet sekä polttoaineen määrää ja laatua koskevan sopimuksen.

MARPOL The International Convention for the Prevention of Pollution from Ships – Vuonna 1973 IMO:n hyväksymä merenkulun ympäristönsuojelua edistävä sopimus.

MDO Marine Diesel Oil – Meridieselöljy on yksi polttoainetyyppi, jota käytetään merenkulussa.

NTP Normal Temperature and Pressure – On kemiassa ja fysiikassa käytetty normaalilämpötila ja -paine. Lämpötila on $0\text{ °C} = 273,15\text{ K}$ ja paine on $1\text{ bar} = 100\ 000\text{ Pa}$.

Ship-Shore Link – Tarkoittaa turvallisuus kommunikatioyhteyttä laivan ja sataman välillä. Käytetään tarvittaessa bunkrauksen keskeytykseen, datan sekä puheviestinnän lähettämiseen. Olemassa erityyppisiä, yleensä sähkökaapeli tai radiotelemetria.

SMPEP Shipboard Marine Pollution Emergency Plan – Valmiussuunnitelma aluksen aiheuttaman meri ympäristövahingon varalle.

SMS Safety Management System – Turvallisuusjohtamisjärjestelmä on jokaisen varustamon kehitettävä, toteutettava ja ylläpidettävä järjestelmä. Jäsenelty ja dokumentoitu järjestelmä, jonka avulla yhtiön henkilöstö voi tehokkaasti toteuttaa yhtiön turvallisuus- ja ympäristönsuojelu ohjelmaa.

SOLAS International Convention for the Safety of Life at Sea – Kansainvälinen meriturvallisuutta käsittelevä sopimus. Sopimus takaa, että kaikki sopimuksen allekirjoittajamaissa rekisteröidyt laivat läpäisevät tietyt minimiturvallisuuksmääräykset, jotka koskevat alusten rakennetta, välineistöä ja laivan toimintaa.

SOPEP The Shipboard Oil Pollution Emergency Plan – Laivan öljyvahinkojen hätäsuunnitelma on ennaltaehkäisy-suunnitelma, joka on olemassa säiliöaluksilla yli 150 GT ja muilla aluksilla yli 400 GT.

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä tutkimuksen kohteena on aluksen bunkraus erilaisella polttoaineella satamassa ja merellä. Käsite bunkraus tarkoittaa aluksen tankkaamista eli polttoaineen täydentämistä tankkeihin. Työssä toimeksiantajana on toiminut Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun merenkulun ja logistiikan TKI. Bunkraus tulee tapahtumaan laivaan satamassa suoraan terminaalista, rekasta ja bunkkerialuksesta sekä merellä bunkkerialuksesta. Työssä tutustutaan laivan tankkaukseen, rekasta ns. truck-to-ship-menetelmällä satamassa sekä bunkkerialuksesta satamassa että merellä ns. ship-to-ship-menetelmällä. Lisäksi työssä sivutaan hieman LNG:n bunkrausta kontista. Merenkulussa käytettävät polttoaineet voidaan jakaa käytännössä kolmeen pääkategoriaan. Työssä tarkoituksena on tutustua näiden kolmen eri polttoaineen bunkrausprosessiin ja niiden eroavaisuuksiin. Nämä kolme eri polttoainetta ovat MDO, HFO ja LNG. Lisäksi työssä käsitellään ISO 8217 mukaan nimettyjä polttoainelaatujia, joiden bunkraukseen samat ohjeet pätevät.

Bunkrausprosessi on yksi toimenpide aluksella, joka on aiemmin ollut syynä useille onnettomuuksille. Polttoaineen bunkraus vaatii näin ollen erityistä varovaisuutta ja valppautta kaikenlaisten tulipalojen tai ympäristövahinkojen estämiseksi. (Bunkering is dangerous 2020.) Tämän takia työssä lähtökohtana on suorittaa bunkrausprosessi, noudattaen kansainvälisiä ohjeita ja määräyksiä sekä turvallisuus ja ympäristöasiat huomioiden. Työssä tutkitaan myös polttoaineiden ominaisuuksia, sekä miten niiden avulla voidaan ehkäistä vaaratilanteita etukäteen tai bunkrauksen aikana. Työssä on lisäksi huomioitu miehistön toimenpiteet bunkrauksen aikana. Tutkimuksen tavoitteena on parantaa bunkrausprosessin tietoisuutta ja turvallisuutta.

Keskeisiä menetelmiä työn toteuttamiseen on tutkia yleissopimuksia, kansainväliset ohjeet ja määräykset, laivalla bunkkeriaseman tutkiminen, jo olemassa olevan materiaaliin tutkiminen sekä kolmen eri polttoaineen bunkrausprosessiin tutustuminen. Bunkkeriaseman sekä MDO- ja HFO-polttoaineiden bunkrausprosessin tutkiminen suoritettiin vahtikonemestari harjoitteluiden yhteydessä. LNG:n bunkrausprosessin tutkiminen on tehty jo olemassa olevan kirjallisuuden perusteella.

2 POLTTOAINEET JA NIIDEN OMINAISUUKSIA

Merenkulussa käytettävät polttoaineet voidaan jakaa käytännössä kolmeen pääkategoriaan eli MDO, HFO ja LNG. Lisäksi MDO- ja HFO-polttoaineista on olemassa eri laatuja, joista on kerrottu tarkemmin. Merenkulussa käytettävät polttoaineet voidaan jakaa myös ISO 8217 mukaan, joista on kerrottu tarkemmin. Erilaisten polttoaineiden ominaisuudet on tiedostettava. Polttoaineiden ominaisuudet määräävät, miten eri polttoaineet käyttäytyvät ja miten niiden ominaisuudet vaikuttavat muun muassa bunkrauksen työturvallisuuteen. Polttoaineiden ominaisuuksien perusteella pystytään arvioimaan eri turvallisuusriskejä sekä hallitsemaan niitä. Polttoaineiden ominaisuuksilla on myös merkitystä tilanteessa, jossa polttoainetta on päässyt ympäristöön. Sillä polttoaineen ominaisuudet sekä määrä vaikuttavat torjuntamenetelmien lisäksi sen keräykseen, kuljetukseen, varastointiin ja loppukäsittelyn järjestämiseen. (SÖKÖSaimaa 2018.)

Bunkrauksen aikana olisi tärkeää pystyä arvioimaan jo etukäteen eri polttoaineiden käyttäytyminen ja miten siihen voidaan vaikuttaa. Tämä on erittäin tärkeää etenkin nesteytetyn maakaasun kohdalla. Lisäksi pitää pystyä LNG:n kohdalla erottamaan ominaisuudet sekä käyttäytyminen aineen eri olomuodoissa eli nesteenä, höyrynä ja kaasuna. (Karvonen 2013, 15.) Tärkeimmät erilaisten polttoaineiden ominaisuudet ovat: aineen olomuoto, haju, jähmepiste, kiehumispiste ja alue, leimahduspiste, ylempi ja alempi syttymis-/räjähdysraja, tiheys, itsesyttymislämpötila, kinemaattinen viskositeetti ja liukoisuus.

ISO 8217 mukaan laivojen polttoaineet jaetaan kahteen pääkategoriaan eli RM- ja DM polttoaineet. RM (engl. Marine Residual Fuels) polttoaineisiin kuuluu 11 eri polttoainelaatua. RM polttoaineet sisältävät laatuja pohjaöljypolttoaineista, pohjaöljystä valmistetut ja pohjaöljyyn blendatut polttoaineet. Puolestaan DM (engl. Marine Distillate Fuels) polttoaineisiin kuuluu seitsemän eri polttoainelaatua. DM-polttoaineet sisältävät laatuja tislatuista polttoaineista eli korkeamman jalostusasteen polttoaineita. RM-polttoaineisiin kuuluu siis polttoaineet IFO, MFO ja HFO. RM-polttoaineiden 11 eri polttoainelaatua ovat: RMA10, RMB30, RMD80, RME180, RMG180, RMG380, RMG500, RMG700, RMK380, RMK500 ja RMK700. Puolestaan DM-polttoaineiden seitsemän eri

polttoainelaatua ovat: MGODMX, MGODMA, MGODFA, MGODMZ, MGODFZ, MDODMB ja MDODFB. (Ibia bimco 2020.)

2.1 MDO – Marine Diesel Oil

MDO:sta (engl. Marine Diesel Oil) eli meridieselöljystä on olemassa eri polttoainelaatuja ja niillä on hieman erilaiset ominaisuudet. Nesteen valikoimista löytyy kolmea vähärikkistä laivapolttoainetta, nämä eri polttoainelaadut ovat Neste RMB, MGO DMA ja MDO DMB. Näiden polttoaineiden rikkipitoisuus on alle 0,1 prosenttia. RMB:n viskositeetti on hieman suurempi verrattuna MGO DMA- ja MDO DMB laatujen viskositeettiin. RMB:n viskositeetti on 8 – 12 mm²/s 50 °C:ssa. Kun taas puolestaan MDO DMB:n viskositeetti on 4 – 11 mm²/s 40 °C:ssa ja MGO DMA:n viskositeetti on 2 – 11 mm²/s 40 °C:ssa. Myös eri polttoainelaatujen jäähmepiste on hieman erilainen. MGO DMA -jäähmepiste on -5 °C/0 °C (talvi/kesä), MDO DMB -jäähmepiste on 5 °C/10 °C ja RMB -jäähmepiste on maksimissaan 30 °C. (Neste Marine myyntiesite 2017; SÖKÖSaimaa 2018.)

Neste RMB on nestemäisessä olomuodossa, väriltään ruskeaa ja sen hajua luokitellaan hiilivedyille ominaiseksi. Sen jäähmepiste on alle 30 °C ja sen kiehumispiste ja alue on 180 – 570 °C. RMB:n leimahduspiste on 60 °C ja sen alempi syttymis-/räjähdysraja on 1 % (arvioitu arvo) ja ylempi syttymis-/räjähdysraja on 6 % (arvioitu arvo). Sen höyrynpaine on enintään 1 kPa 38 °C:ssa ja suhteellinen tiheys on 0,96 @ 15 °C. RMB on huonosti veteen liukeneva, enintään 50 mg/l 20 °C:ssa. Sen itsesyttymislämpötila on noin 250 °C. RMB:n kinemaattinen viskositeetti on 30 mm²/s 50 °C:ssa. Arvioitu arvo kinemaattiselle viskositeetille 40 °C:ssa on 12 mm²/s. RMB:tä ei pidetä räjähtävänä ja se ei täytä luokituksen hapettava tunnusmerkkejä. Myöskään ei ole tunnettuja reaktiivisuusvaaroja liittyen tähän polttoainelaatuun. (Neste safety data sheet RMB 2017, 4-5.)

MGO DMA on nestemäisessä olomuodossa, väriltään punaista ja sen hajua on hiilivedyille ominainen ja mieto. Sen samepiste on alle 0 °C ja sen kiehumispiste ja alue on 150 – 370 °C. MGO DMA:n leimahduspiste on 55 °C ja sen alempi syttymis-/räjähdysraja on 1 % (arvioitu arvo) ja ylempi syttymis-/räjähdysraja on 6 % (arvioitu arvo). Höyrynpaine on enintään 1 kPa 40 °C:ssa

ja suhteellinen tiheys on 0,80 – 0,85 @ 15/4 °C. MGO DMA on huonosti veteen liukeneva, kuten RMB eli enintään 50 mg/l 20 °C:ssa. MGO DMA:n itsesyttymislämpötilaksi on arvioitu noin 240 °C ja sen kinemaattinen viskositeetti on 4,5 mm²/s 40 °C:ssa. MGO DMA:ta ei pidetä räjähtävänä ja se ei täytä luokituksen hapettava tunnusmerkkejä. Tähän polttoainelaatuun liittyen ei myöskään ole tunnettuja reaktiivisuusvaaroja. (Neste käyttöturvallisuustiedote MGODMA 2019, 5-6.)

MDO DMB on nestemäisessä olomuodossa, väriltään kellertävää tai rusehtavaa sekä sen haju on hiilivedyille ominainen. Sen jähmepiste on 6 – 10 °C ja sen kiehumispiste ja alue on 150 – 420 °C. MDO DMB:n leimahduspiste on 60 °C ja sen alempi syttymis-/räjähdysraja on 1 % (arvioitu arvo) ja ylempi syttymis-/räjähdysraja on 6 % (arvioitu arvo). Höyrynpaine on enintään 1 kPa 38 °C:ssa ja suhteellinen tiheys on 0,9 @ 15 °C. MDO DMB on huonosti veteen liukeneva, kuten RMB ja MGO DMA eli enintään 50 mg/l 20 °C:ssa. MDO DMB:n itsesyttymislämpötila on sama kuin RMB:llä eli noin 250 °C. Sen kinemaattinen viskositeetti on 2,0 – 11,0 mm²/s 40 °C:ssa. MDO DMB:tä ei pidetä räjähtävänä ja se ei täytä luokituksen hapettava tunnusmerkkejä. Myöskään tunnettuja reaktiivisuusvaaroja ei liity tähän polttoainelaatuun. (Neste käyttöturvallisuustiedote MDODMB 2017, 5-6.)

2.2 HFO – Heavy Fuel Oil

HFO (engl. Heavy Fuel Oil) eli raskas polttoöljy on jalostusprosessin tislauksjäännös öljyä ja se on yksi merenkulussa käytettävistä polttoainetyypeistä. Nykyään raskas polttoöljy on tislauksen pohjaöljyn ja ohentimen seos. Sekoituksella hallitaan polttoaineen rikkipitoisuutta sekä viskositeettia. Raskaan polttoöljyn tiheys on lähellä veden tiheyttä tai vähän sen yläpuolella eli 991 – 1010 kg/m³ sekä sen viskositeetti on korkea. Raskaasta polttoöljystä on olemassa eri polttoainelaatuja, joista useimmiten käytetty on juuri raskas polttoöljy, laatu HFO 380. Raskaassa polttoöljyssä viskositeetti kerrotaan lyhenteen HFO jatkona. Eli esimerkiksi lyhenne HFO 380 tarkoittaa öljyn viskositeetin olevan maksimissaan 380 mm²/s 50 °C:een lämpötilassa. (SÖKÖSaimaa 2018.)

On myös olemassa HFO:n lisäksi MFO eli Medium Fuel Oil sekä IFO eli Intermediate Fuel Oil. Intermediate Fuel Oil:sta on myös olemassa eri polttoainelaatuja, joista useimmiten käytetty on IFO 180. Keskiraskaan polttoöljyn tiheys vaihtelee yleensä noin 890 – 910 kg/m³. Näiden polttoaineiden viskositeetti on raskasta polttoöljyä huomattavasti pienempi. Myös näissä polttoaineissa pätee sama kuin HFO:ssa eli lyhenne IFO 180 tarkoittaa polttoaineen viskositeetin olevan maksimissaan 180 mm²/s 50 °C:een lämpötilassa. (SÖKÖSaimaa 2018, 20-21.) On olemassa myös vähärikkinen versio HFO:sta esimerkiksi Nesteellä, Neste Marine 0,5. Lisäksi vähärikkisestä HFO:sta löytyy polttoainelaadut LS 40, LS 60, LS 80, LS 100, LS 180, LS 220, LS 300 ja LS 420.

Keskiraskas- ja raskas polttoöljy (laadut IFO 180 1% - HFO 380 1%) on nestemäisessä olomuodossa, väriltään mustaa ja haju on vahva sekä tunnusomainen. Jähmepiste on alle 30 °C ja kiehumispiste ja alue on 150 – 750 °C. Näiden polttoaineiden leimahduspiste on 65 °C ja alempi sekä ylempi syttymis-/räjähdysraja on noin 1 %:sta 6 %:iin. Höyrynpaine on enintään 1 kPa 38 °C:ssa ja suhteellinen tiheys on 0,99 @ 15/4 °C. Nämä polttoaineet ovat huonosti veteen liukenevia ja itsesyttymislämpötila on 400 °C. Näiden polttoaineiden kinemaattinen viskositeetti on yli 140 mm²/s 50 °C:ssa. Kyseisiä polttoaineita ei pidetä räjähtävänä, ne eivät täytä luokituksen hapettava tunnusmerkkejä ja myöskään ei ole tunnettuja reaktiivisuusvaaroja liittyen näihin polttoainelaatuihin. (Neste käyttöturvallisuustiedote Neste-raskaspolttoöljy Bunker 2018, 5-6.) Raskaalle polttoöljylle ominaista on, että sen on oltava oikean lämpöistä. Mikäli raskas polttoöljy on liian kylmää, niin se on käytännössä laipiotavaraa ja näin ollen mahdotonta bunkrata sekä käyttää polttoaineena aluksella. Tämä johtuu siitä, että HFO:n viskositeetti on korkea. HFO:n bunkraus lämpötila on näin ollen noin 40 – 50 °C. Riippuen aluksesta, mutta yleensä polttoainetta varastoidaan hieman viileämmässä tankeissa ja kun polttoainetta ollaan ottamassa käyttöön, aletaan kyseisiä polttoainetankkeja lämmitellä höyryllä. Yleensä käytössä olevan polttoainetankin lämpötila on noin 35 – 40 °C.

Vähärikkinen raskas polttoöljy (laadut LS 40 - LS 420) on myös nestemäisessä olomuodossa, väriltään mustaa ja sen haju on vahva sekä tunnusomainen. Jähmepiste, kiehumispiste ja alue, leimahduspiste, alempi ja ylempi syttymis-

/räjähdysraja sekä höyrynpaine ovat samat kuin yllä olevilla IFO 180 - HFO 380 -laaduilla. Sen sijaan suhteellinen tiheys vähärikkisellä raskaalla polttoöljyllä on noin 0,9 – 1,0 @ 15/4 °C. Tämä polttoainelaatu on myös huonosti veden liukeneva ja sen itsesyttymislämpötila on sama kuin IFO 180 - HFO 380 -laaduilla eli 400 °C. Sen sijaan kinemaattinen viskositeetti vähärikkisillä polttoainelaaduilla on yli 20 mm²/s 50 °C:ssa. Puolestaan Neste Marine 0,5 laadun kinemaattinen viskositeetti on 150 – 300 mm²/s 50 °C:ssa. Myös vähärikkisen raskaan polttoöljyn kohdalla pätee samat tiedot kuin IFO 180 - HFO 380 -laaduilla eli sitä ei pidetä räjähtävänä, ei täytä luokituksen hapettava tunnusmerkkejä ja ei ole tunnettuja reaktiivisuusvaaroja liittyen tähän polttoainelaatuun. (Neste käyttöturvallisuustiedote vähärikkinen Neste-raskaspolttoöljy 2018, 5-6.)

2.3 LNG – Liquefied Natural Gas

LNG (engl. Liquefied Natural Gas) eli nesteytetty maakaasu on nestemuodossa olevaa maakaasua. Nesteytetty maakaasu yleistyy meriliikenteen polttoaineena ja se on perinteisempiä dieseliä sekä raskasta polttoöljyä huomattavasti ympäristöystävällisempi vaihtoehto. Nesteytetyn maakaasun käyttö laivojen polttoaineena ei aiheuta käytännössä melkein mitään rikkipäästöjä ja pienhiukkasia. Palaessaan LNG tuottaa 87 % vähemmän typen oksideja sekä 9 % vähemmän hiilidioksidipäästöjä, mikäli verrataan nesteytettyä maakaasua merenkulussa käytettävään dieseliin. Näin ollen LNG vähentää huomattavasti alusten ympäristöä rasittavia päästöjä. Myös alusten aiheuttama melu on selvästi vähäisempää, mikäli se käyttää polttoaineenaan nesteytettyä maakaasua. Kuitenkin nesteytetyn maakaasun fysikaaliset ominaisuudet aiheuttavat useita vaaroja, jotka on otettava huomioon käsiteltäessä LNG:tä. (Port of Helsinki 2017, 2.)

Nesteytetyn maakaasun käyttö yleistyy myös Suomessa, kun uusia laivoja tulee varustamoille. Esimerkiksi Helsingin Satamassa LNG:tä on tankattu kestästä 2014 lähtien, kun Rajavartiolaitoksen Turva valmistui. Turvan pääasiallinen bunkrauspaikka on Vuosaarella ja Helsingin satamassa bunkraava Tallinkin Megastar täydennystankataan Länsisatamassa viisi kertaa viikossa. Lisäksi Helsingin satamassa käy muutamia muita nesteytettyä maakaasua polttoaineenaan käyttäviä aluksia. Alusten satamassa oloajat ovat lyhyet, joten

tankkauksen on oltava nopeaa ja turvallista. Suomessa pohjoisimmat LNG-aluksille soveltuvat terminaalit ovat Porissa ja Torniossa. Torniossa LNG-terminaali mahdollistaa nesteytetyn maakaasun käytön Perämerellä operoitaessa muun muassa jäänmurtaajilla. (Helsingin satama 2017; Port of Helsinki 2017, 6; Yle uutiset 2019.) Suurin osa uusista aluksista on LNG-käyttöisiä, mutta muutos on hidaskäyttö, sillä se vaatii varustamoilta alusinvestointeja. (Uudet alukset kulkevat LNG:llä 2017.) Alusta alkaen Norja on ollut edelläkävijä nesteytetyn maakaasun käytössä merenkulun polttoaineena. Vuonna 2017 DNV-GL:n mukaan LNG-käyttöisiä aluksia on ollut maailmanlaajuisesti lähes 100, joista yli puolet on ollut Norjassa. (LNG distribution 2020.)

Normaalissa ilmanpaineessa (NTP-olosuhteet) LNG pysyy nesteenä, mikäli sen lämpötila on $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$:ta. Kun nesteytetään maakaasua, se tiivistyy 1/600 osaan kaasusta (NTP). LNG:n tiheys on 0,45, jonka takia se tarvitsee saman energiamäärän saavuttamiseksi suuremmat varastointitilat eli aluksella tankit, kun verrataan sitä esimerkiksi HFO- tai MDO-polttoaineisiin. Nesteytetyn maakaasun tiheys onkin noin puolet perinteisen raskaan polttoöljyn tiheydestä. LNG pidetään yleensä nestemäisessä olomuodossa, sillä silloin sitä on helpompaa kuljettaa ja myös varastoida. Myös nestemäisessä olomuodossa LNG vie huomattavasti pienemmän tilan verrattuna, että se olisi kaasuna. Tuhat kuutiota nesteytettyä maakaasua vastaa noin 1370 kuutiota maakaasua. Kun LNG:n lämpötila kasvaa, sen höyrynpaine kasvaa ja nestetiheys pienenee. Nämä fyysiset ominaisuudet on otettava huomioon, sillä ne voivat lisätä varastotankin vaadittua tilavuutta ja painearvoa. Alhainen lämpötila tekee siitä kryogeenisen nesteen. Kaikki nesteet, joilla kiehumispiste on alle $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$:n lämpötilassa, luokitellaan ne kryogeenisiksi nesteiksi. (Karvonen 2013, 15; Port of Helsinki 2017, 9.)

LNG on pääasiassa metaania eli noin 80 % metaania ja loput etaaniseoksia. Maakaasu sisältää yhden hiiliatomin neljää vetyatomia kohti. Näin ollen sillä on paras energiasisältö hiiliyksikköä kohti fossiilisista polttoaineista. LNG ei aiheuta korroosiota ja se ei ole syövyttävää. LNG on melkein hajuton, väritön, myrkytön sekä ilmaa kevyempi kaasu. Kun verrataan LNG:tä maassa kotitalouksissa käytettyyn maakaasuun, niin kotitalous maakaasu ei ole hajuton. Tämä johtuu siitä, että kotitalouksissa käytettyyn maakaasuun on lisätty haju mahdollisen vuodon havaitsemiseksi. (Karvonen 2013, 16; Port of Helsinki

2017, 9.)

Kiehumispiste on aineen yksi tärkeimmistä ominaisuuksista, sillä se määrittelee pisteen, jossa aine muuttuu nesteestä kaasuksi. Mikäli verrataan puhdasta vettä, sen kiehumispiste on 100 °C:ta. Kun taas LNG:n kiehumispiste vaihtelee hieman riippuen sen koostumuksesta, kuitenkin yleisesti se on -162 °C:ta (NTP). Mikäli kylmä LNG kohtaa lämpimämmän ympäristön esimerkiksi vesi tai ilma, se alkaa kiehua ympäröivästä lämmöstä johtuen. Tämä on syytä ottaa huomioon LNG-bunkrauksen turvallisuudessa. (Karvonen 2013, 17.)

LNG ei ole olemassa täysin puhdas koostumukseltaan, joten sen tiheys vaihtelee noin 430 – 470 kg/m³. Tämän takia onkin syytä aina varmistaa polttoaineen toimittajalta oikea laatu. Ominaispaino tarkoittaa aineen suhteellista määrää. Jos kaasun tai nesteen ominaispaino on alle yksi, niin se kelluu vedessä. Mikäli ominaispaino tai suhteellinen tiheys on pienempi kuin ilma, niin kaasu leviää tiloissa ja pyrkii ylöspäin. Mikäli taas kaasun ominaispaino on yli yksi, kaasu pyrkii näin ollen alaspäin. Nesteytetyn maakaasun ominaispaino on noin puolet vedestä. Mikäli sitä vuotaisi mereen, niin se kelluu vedessä juuri tästä johtuen. Metaanin ominaispaino on 0,554 (NTP) ja näin ollen ilmaa noin puolet kevyempää eli se nousee nopeasti ilmakehään. (Karvonen 2013, 17-20.)

LNG ei sisällä happea ja onkin huomioitava, että se ei ole syttyvää kuten maakaasu. LNG:n ominaisuus on, että se alkaa heti höyrystyä vapautumisensa jälkeen, näin ollen on tärkeää tietää milloin höyryt ovat syttyviä. Metaanin alempi syttymisraja on 5 % ja ylempi syttymisraja 15 %. Kun ilman ja metaanin seos on tämän alueen ulkopuolella, niin seos ei ole syttyvää. LNG:n itsesyttymispiste on täysin riippuvainen vallitsevasta ilmanpaineesta ja ilman sekä metaanin seoksesta. Kuitenkin yleensä noin 10 % seos syttyy noin 540 °C:ssa. LNG tulipaloissa yleensä onkin suurin huolenaihe palosta syntyvä suuri säteilylämpö. Metaanin ideaalinen palamisosuus on 9,5 % kaasua ilmassa (NTP-olosuhteissa). Esimerkiksi kun LNG syttyy ideaaliosuhteessa, syttymisprosessi ei ole mikään räjähdys vaan etupäässä nopea palaminen. (Karvonen 2013, 17-20.)

Nesteytetyn maakaasun tulipalot on jaettu neljään eri palotyyppiin. Nämä neljä eri palotyyppiä ovat leimahduspalo, suihkupalo, allaspalo ja BLEVE. **Leimahduspalo** tapahtuu, kun kaasupilvi palaa avoimessa tilassa aiheuttamatta merkittävää ylipainetta. Tavallisesti leimahduspalossa palo kulkee takaisin vuoto-kohtaan. Leimahduspalo syntyy usein, kun kaasua on levinnyt laajalle alueelle samalla laimentuen. Jossain kohtaa muodostuu palamiskelpoinen seos ja saadessaan kipinän se syttyy. **Suihkupalo** voi syttyä paineessa olevan kaasuputken revettyä. Suihkupalo voi tapahtua myös kaasun tai nesteen vapautumisesta paineistetusta järjestelmästä. Virtausnopeus suihkupalossa on erittäin korkea ja se todennäköisesti vaurioittaa rakenteita ja laitteita. Suihkupalon seurauksena lämpötila nousee yli 1000 °C:seen, 10 minuutissa ja lämpövuosaattaa olla jopa 300 kW/m². (LNG bunkering procedure 2020; Nätti 2017, 21-25; Port of Helsinki 2017, 10.)

Allaspalo tapahtuu, kun nesteytettyä maakaasua on päässyt vuotamaan ja se haihtuu kaasuksi. Palavassa kaasu-ilma seoksessa se syttyy ja palaa joko vedessä tai maassa. Jos nesteytettyä maakaasua vuotaa mereen, on lämmönvaihto ja haihtuminen nopeita sekä tulipalo intensiivinen. Maahan vuotaneen nesteytetyn maakaasun haihtuminen on hitaampaa, joten tulipalo ei ole niin voimakas. Myös allaspalossa lämpötila nousee yli 1000 °C:seen, 10 minuutissa ja siinä lämpövuoto on noin 150 kW/m². Näin ollen suihkupalo on paljon vaarallisempi kuin allaspalo, sillä esimerkiksi siinä lämpövuoto on kaksinkertainen. **BLEVE** (engl. Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) eli höyryräjähdys on vaarallinen tilanne, joka voi tapahtua, mikäli suljetussa säiliössä olevaa nesteytettyä maakaasua lämmitetään. Räjähdyksessä johtuu kiehuvan nesteen ja höyryn laajenemisesta ja siitä syntyvä paineen nousu aiheuttaa säiliön halkeamisen. Räjähdyksessä johtaa paineen laskuun rajusti. Tämä johtaa nesteen nopeaan kiehumiseen, jolloin muodostuu suuri määrä höyryä ja se syttyy, mikäli se on syttyvyysalueella. On syytä huomioida, että BLEVE voi myös tapahtua, vaikka säiliössä oleva sisältö ei olisikaan syttyvää. (LNG bunkering procedure 2020; Nätti 2017, 21-25; Port of Helsinki 2017, 10.)

3 BUNKRAUSPROSESSI

Ennen bunkrauksen aloittamista suoritetaan aina tiettyjä tarkastuksia ja toimenpiteitä sekä valmistellaan jo etukäteen itse bunkrausprosessia. Nämä toi-

menpiteet kuitenkin vaihtelevat hieman eri polttoaineiden, laivojen sekä konepäälliköiden ohjeistuksesta riippuen. Myös bunkrauksen aikana ja bunkrauksen jälkeen on omat toimenpiteet, jotka käydään läpi.

MDO- ja HFO-bunkraus käsitellään samassa luvussa, sillä niiden bunkrauksen toimenpiteet eivät juuri eroa toisistaan. Suurimmat erot näillä polttoaineilla ovat bunkrauksen lämpötiloissa ja letkujen paksuuksissa. Päällisin puolin kuitenkin miehistön toimenpiteet ovat melko samanlaiset molempia polttoaineita bunkratessa. Myös ISO 8217 mukaan luokiteltavien muiden RM- ja DM polttoainelaatujen bunkraus tapahtuu, kuten MDO- ja HFO-bunkraus luvussa on kerrottu. LNG:n bunkrausprosessi on sen verran isompi ja erilainen, että se käsitellään ihan omana osuutena.

Polttoaineiden bunkraus laivaan on mahdollista suorittaa eri tavoin. Satamassa aluksen laiturin puolelta bunkrausta on mahdollista suorittaa sekä suoraan terminaalista että rekasta. Bunkraus voidaan suorittaa satamassa myös bunkkerialuksesta laivasta laivaan eli ns. ship-to-ship-menetelmällä, kun bunkkerialus ajaa laivan merenpuoleiselle kyljelle. Myös merellä bunkratessa, bunkraus tapahtuu bunkkerialuksesta. On myös mahdollista bunkrata bunkkerialuksen sijaan proomusta, jota liikutetaan hinaajan avulla. Lisäksi LNG:n kohdalla bunkrausta voidaan suorittaa siirrettävästä kontista. Bunkrauksessa on paljon muistettavaa, joten polttoainetäydennys on aina suoritettava oikean tarkastuslistan avulla.

3.1 Kansainväliset ohjeet ja määräykset

Polttoaineen kasvaneen hinnan ja jatkuvasti kasvavan meriympäristön suoje-
lun tietoisuuden takia alusten bunkraamisesta on kehittynyt erittäin tarkkaa
toimintaa lainsäädännön noudattamisen, polttoaineen laadun ja oikean mää-
rän takia. Bunkrausprosessiin on annettu kansainvälisiä säädöksiä, joita on
noudatettava. Oman aluksen yksityiskohtaiset ohjeistukset ja menettelytavat
on saatavilla aluksilla kansioista SMS (engl. Safety Management System),
SOPEP (engl. the Shipboard Oil Pollution Emergency Plan) ja SMPEP (engl.
Shipboard Marine Pollution Emergency Plan). Monilla varustamoilla on ole-
massa myös omat erityisvaatimuksensa bunkrausprosessin suorittamiseksi,
jotka ovat yksityiskohtaisempia kuin SMS, SOPEP tai SMPEP sisältämät vä-

himmäisvaatimukset. Nämä erityisvaatimukset ovat nähtävillä aluksilla yleensä nimellä yhtiön tai konepäällikön pysyväismääräys (engl. standing order) koskien bunkrausprosessia. (Ibia bimco 2020.)

Bunkrausprosessia koskee seuraavat kansainväliset säädökset. Tärkeimmät ovat IMO:n MARPOL Annex I (engl. Regulations for the Prevention of Pollution by Oil) ja Annex VI (engl. Prevention of Air Pollution from Ships). MARPOL Annex I sisältää vaatimuksia öljytuotteille, josta löytyy määrittelyjä muun muassa öljypäiväkirjalle ja SOPEP:lle. MARPOL Annex VI ilmastonsuojeluliite sisältää vaatimukset, joita sovelletaan aluksella käytettäviin polttoaineisiin. Sen sääntö 14 asettaa rajat aluksella käytettäville polttoaineiden rikkipitoisuuksille sekä SOx päästöjen valvonta-alueilla (sääntö 14.4), että maailmanlaajuisesti (sääntö 14.1). Lisäksi sen sääntö 18.3 sisältää vaatimuksia, jonka mukaan aluksille toimitettu ja niillä käytettävä polttoaine ei saa vaarantaa alusten turvallisuutta tai vaikuttaa haitallisesti koneiden suorituskykyyn. Lisäksi IMO MEPC.1/Circ.508 (Bunker Delivery Note and fuel oil sampling) ja MARPOL 73/78 Annex VI, IMO:n ohjeistukset näytteenottoon polttoaineesta. SOLAS kappale VI sääntö 5.1 myös edellyttää, että aluksilla kuljetettaville öljytuotteille on oltava käyttöturvallisuustiedote (engl. Material Safety Data Sheet). Lisäksi Yhdysvaltain öljyvahinkolaki (engl. the Oil Pollution Act) eli OPA 90, annettu elokuussa 1990. Euroopan parlamentin ja neuvoston EU direktiivi 2005/33/EC, annettu 6. heinäkuuta 2005 direktiivin 1999/32/EC muuttamisesta meripolttoaineiden rikkipitoisuuden osalta. Ja lisäksi ISGOTT viides painos, luku 25.4.3. (Ibia bimco 2020; IMO 2018.)

IMO:n ohjeistuksien mukaan polttoaineen ostaja on vastuussa toimitettavan polttoaineen määrittelemisestä oikein. Puolestaan polttoaineen toimittajan vastuulla on toimittaa polttoaine, joka on sovitun erittelyn ja lakisääteisten rajoitusten mukaista. Polttoaineen toimittajan vastuulla on toimittaa vastaanottavalle alukselle Bunker Delivery Note sekä käyttöturvallisuustiedote, SOLAS yleissopimuksen määräyksen VI/5-1 vaatimusten mukaisesti. Vähimmäisvaatimusten eli Bunker Delivery Note ja käyttöturvallisuustiedote lisäksi polttoaineiden toimittajia suositellaan toimittamaan myös muita kyseistä polttoaine toimitusta tukevia asiakirjoja, kopioita ja laadun analysointiraportteja sekä tietoja ominaisuuksista, jotka voivat vaikuttaa polttoaineen käyttäytymiseen varastoinnin ja käytön aikana vastaanottavassa aluksessa. (IMO 2018.)

IMO:n määräysten lisäksi monilla valtioilla ja jopa yksittäisillä satamilla on olemassa omat pakolliset säännökset, jotka kattavat bunkrausprosessin. On erittäin tärkeää, että ennen minkään bunkrausprosessin aloittamista tarkastetaan paikalliselta agentilta ja polttoaineen toimittajalta määräyksiä koskevat paikalliset ohjeistukset ja säännökset.

Aluksen on otettava bunkrattavasta polttoaineesta erilaisia näytteitä, joita on säilytettävä aluksella. Laivan Marpol -näyte on säastettävä kunnes polttoaine on kokonaan käytetty, kuitenkin vähintään **12 kuukautta** toimituksesta. Näytteeseen liittyvä Fuel Delivery Note tulee säilyttää aluksella **vähintään kolme vuotta**. Tämä säädös tulee MARPOL Annex VI. Bunker Delivery Note on työssä, liitteenä 3 (Officer of the watch 2013). Myös LNG Bunker Delivery Note, liitteenä 4 (InforMARE 2014). Bunker Delivery Note on virallinen kuitti, josta ilmenee alukseen toimitettujen polttoaineiden laatu ja määrä. Polttoainetäydennys tulee merkitä laivan öljypäiväkirjaan sekä Engine Log Book ohjeiden mukaisesti. Bunkrauksen molempien osapuolten tulee täyttää seuraavat viisi asiakirjaa: polttoaineen näytteenottolomake, polttoaineen tietolomake, polttoainenäytteet kolme kappaletta, polttoaineen Marpol-näytettä yksi kappale sekä alkuperäinen Bunker Delivery Note. (Ibia bimco 2020; IMO 2018.)

Bunkrausprosessia koskee myös vuoden 1987 sääntö: Vaaralliset aineet satama-alueella (engl. Dangerous Substances in Harbour Area Regulations). Sen kappaleessa 3 Alusten merkinnät ja navigointi, osassa 8 Aluksella käytettävät liput ja valot, on määriteltä tarkemmin, miten varoitetaan muille vaarallisesta aineesta. Sen mukaan punainen lippu tai valo tulee olla mastossa bunkrauksen aikana. Bunkrauksen aikana käytetään signaalimastossa päivällä punaista lippua, kansainvälinen signaalilippu b. Puolestaan yöllä käytetään signaalimastossa ympäri näkyvää punaista valoa, joka näkyy yhtenäisesti vähintään kahden merimailin päähän. Punaista valoa kuuluu myös käyttää päivällä, mikäli näkyvyys on huono. (UK Legislation 2016.)

3.2 LNG-bunkrauksen kansainväliset ohjeet ja määräykset

Nesteytetyn maakaasun bunkraus ja sen määräykset eroavat muiden polttoainelaatujen bunkrauksesta, jonka takia ne käsitellään omana osiona. Nesteytettyyn maakaasuun ja sen bunkraukseen sovellettavat määräykset sekä

ohjeistukset jaetaan kansainvälisiin, kansallisiin ja satamakohtaisiin sääntöihin ja suosituksiin. Paikallisten viranomaisten sekä vastuussa olevan sataman pitää sallia nesteytetyn maakaasun polttoainetäydennys valitussa paikassa. LNG-bunkrausta koskee seuraavat kansainväliset määräykset: IMO:n IGC-koodi (engl. International Gas Code), joka sisältää määräyksiä tässä tapauksessa bunkkerialukselle tai aluksille, jotka kuljettavat LNG:tä lastina. Lisäksi IMO:n IGF-koodi (engl. International Gas Fuel Code), joka sisältää määräyksiä LNG:tä vastaanottavalle alukselle. IGF-koodi siis sisältää kansainväliset turvallisuusmääräykset aluksille, jotka käyttävät kaasuja tai muita matalan leimahduspisteen polttoaineita. IGF-koodi tuli voimaan 1. tammikuuta 2017. Lisäksi SIGTTO- ja OCIMF ohjeistukset LNG-bunkraukseen ja satamatoimintoihin. SIGTTO (engl. Society of International Gas Tanker & Terminal operators) 2003 (LNG operations in Port Areas), SIGTTO 2009 (ESD arrangements & linked ship/shore systems for liquefied gas carriers) sekä SIGTTO 2013 (Ship-to-Ship Transfer Guide for Petroleum, Chemicals and Liquefied Gases). OCIMF (engl. Oil Companies International Marine Forum) keskittyy ihmisille ja ympäristölle aiheutuvien haittojen ehkäisemiseen. (LNG bunkering 2015; LNG ship to ship bunkering 2011, 18-19; Port of Helsinki 2017, 12-14.)

Lisäksi nesteytetyn maakaasun bunkrausta koskevat seuraavat asetukset ja erityismääräykset. Kaikilta merenkulkijoilta vaaditaan IMO:n 2010 STCW-koodin mukainen koulutus. STCW-koodi on kansainvälinen yleissopimus merenkulkijoiden koulutusta, pätevyyskirjoja ja vahdinpitoa koskevista vaatimuksista 1978, sellaisena kuin se on muutettuna ja Manilan muutokset. Lisäksi ISO 20519:2017 sisältää vaatimuksia nesteytettyä maakaasua käyttävän aluksen bunkraamiseen. Myös IEC 60079-10-1:2015, osa 10-1 luokitukset alueille, joissa räjähtävää kaasua ilmakehässä. EU:n asetus 2016/425 henkilökohtaiset suojaimet. IACS sääntö 142, LNG-bunkrauksen ohjeistukset. IAPH 2015, LNG-bunkrauksen tarkastuslistat. SGMF 2015, LNG-bunkrauksen turvallisuus ohjeistukset. SGMF 2017, aluksen bunkraus LNG:llä, pätevyys ja arviointi ohjeet. EMSA 2018, ohjeistukset LNG:n bunkraukseen satamaviranomaisille ja hallintoelimille. (LNG bunkering 2015; Port of Helsinki 2017, 12-14.)

Lisäksi on olemassa kansallisia lainsäädäntöjä jokaisessa maassa, jotka säätelevät bunkrausprosessia. Näin ollen on syytä tutustua etukäteen kyseisen

maan lainsäädäntöön. Esimerkiksi Suomessa muun muassa Traficom, liikennevirasto sekä turvallisuus- ja kemikaalivirasto TUKES. Myös satamat voivat määritellä omia erityismääräyksiä. Esimerkiksi Helsingissä, Helsingin sataman antamat turvallisuusdirektiivit sekä Helsingin sataman satama-asetukset. (Port of Helsinki 2017, 12-14.)

3.3 MDO- ja HFO-bunkraus

Bunkrauksen henkilökuntaan kuuluu aluksella yleensä seuraavat henkilöt koneosastolta. Konepäällikkö, hän johtaa bunkrausta. Konemestari, on konevalvonnassa/konehuoneessa sekä muutenkin vastaa tankkien täyttymisestä. Bunkkeriasemalle menee vahtimies VHF-puhelimen kanssa ja hän sopii kommunikaatioyhteyden polttoaineen toimittajan kanssa. Lisäksi konehuoneessa on yksi henkilö peilaamassa täytettäviä tankkeja, yleensä konemestari hoitaa tai hän valtuuttaa toisen henkilön tähän tehtävään.

3.3.1 Ennen bunkrausta

Ennen tulevaa bunkrausta konepäällikkö suunnittelee etukäteen, minkä verran hän tilaa polttoainetta. Tämä vaihe sisältää laskelmia ja tankki raportin tarkastelua, jotta ei tilata liikaa tai liian vähän polttoainetta. Hän myös suunnittelee, mihin tankkeihin polttoainetta otetaan.

Kun tilataan polttoainetta, on etukäteen määriteltävä tietyt parametrit, minkä mukaista sen on oltava. Polttoaineen erittelyt ja mahdolliset sitä koskevat vaatimukset on ilmoitettava ostotilauksessa ja sopimuksessa. Polttoainetta tilatessa ilmoitetaan polttoaineen määrä, vaadittava enimmäisrikkipitoisuus sekä polttoaineen on täytettävä MARPOL Annex VI säännön 18 vaatimukset. Ostotilaus ja sopimus sisältävät yksityiskohtaisen teknisen eritelmän polttoaineelle sekä hyväksyttävät laatuparametrit. Tilattu polttoaine määritellään ISO 8217 polttoainelaatujen mukaan. ISO 8217 määrittelyjä on olemassa eri versioita, eri vuosilta esimerkiksi 2005, 2010, 2012 ja 2017. Näin ollen uusimman eli ISO 8217:2017 määrittelyä suositellaan käytettäväksi. Muiden kuin ISO 8217 mukaisten polttoaineiden osalta sopimuksessa on vähintään määriteltävä, että tilattu polttoaine täyttää MARPOL Annex VI säännöt 18.3.1 ja 18.3.2 sekä SOLAS luvun II-2 vaatimukset. Mikäli tuote on lähellä ISO 8217, mutta se ei täytä tiettyjä parametreja, olisi nämä poikkeukset sovittava keskenään etukä-

teen ja täsmennettävä ostotilauksessa ja sopimuksessa. (IMO 2018, 12.) IMO:n asettamat päästörajat ovat tiukemmat päästökontroloiduilla alueilla, verrattuna muihin alueisiin. Päästökontroloiduilla alueilla polttoaineessa saa olla rikkiä vain 0,1 % ja muilla alueilla 1. tammikuu 2020 alkaen vain 0,5 %. Suurempi rikkipitoisuus polttoaineessa on sallittu vain, mikäli alus on varustettu pakokaasuja puhdistavalla rikkipesurilla.



Kuva 1. Bunkrauksen valmisteluja aluksella

Kuvassa 1 näkyy bunkrauksen valmisteluja aluksella etukäteen. Kuvassa on valmisteltu muun muassa bunkrauksessa tarvittavia näytepulloja sekä tarvittavia papereita on jo alustavasti esitötetty. Kun bunkrauspäivä lähestyy, voidaan jo etukäteen tehdä tiettyjä valmisteluja. Näihin valmisteluihin lukeutuu muun muassa papereiden valmistelut, miehistön informointi tulevasta bunkrauksesta sekä bunkrauksessa tarvittavien työkalujen valmistelu. Myös polttoainetankkeja voidaan yhdistellä etukäteen, tekemällä tilaa uudelle polttoaineelle. Eli pumpataan samanlaatuista polttoainetta vajaasta tankista, toiseen samanlaatuiseen tankkiin. Näillä esivalmisteluilla vältetään turha kiire bunkraus hetkellä.

Ennen bunkrauksen aloittamista tarkastetaan aluksen ympäristö, ettei meressä ole öljyä. Mikäli öljyä on, se merkitään ylös laivapäiväkirjaan, ilmoitetaan satamaan sekä polttoaineen toimittajalle ennen letkun kiinnittämistä. Aluksen trimmi ja heel tarkastetaan sekä ne kirjataan ylös. Kun itse bunkrausta ollaan aloittamassa, suoritetaan tarkastuslistan täyttö ja otetaan tuloste tankki raportista sekä tuloste tankkien tilanteesta konevalvonnan näytöltä, mikäli mahdollista. Ennen bunkrausta tarkastetaan tilatun polttoaineen mahtuminen tankkeihin ja tehdään bunkraussuunnitelma, missä järjestyksessä tankit täytetään. Tankki raportista ja tankkien tilanteesta konevalvonnan näytöltä on esimerkkikuvat HFO:n bunkrauksesta, ennen bunkrauksen aloittamista kohdassa miehistön toiminnot. Bunkrauksen tarkastuslista on liitteenä, liite 2 (HELCOM 2019, 6). Bunkrauksen tarkastuslista on säilytettävä bunkkerialuksella sekä vastaanottavalla aluksella vähintään kahden vuoden ajan ja se on oltava aina saatavilla (HELCOM 2019, 4).

Kaikki polttoainetankit peilataan käsin ja nollataan bunkrauksen virtausmittari. Tankit voidaan peilata käsin, käyttäen rullamittaa (kela) ja konehuoneesta avataan kyseisen polttoainetankin peilausputki, josta peilaus suoritetaan. Peilaus voidaan suorittaa joko käyttämällä sounding- tai ullage-taulukkoa. Tästä on esimerkkinä HFO-tankin peilaustaulukko liitteenä, liite 1. Yleensä peilaus suoritetaan käyttäen sounding-taulukkoa, jossa rullamitan pää laitetaan peilausputkesta tankkiin, aivan tankin pohjaan saakka. Kun kelataan mitta ylös, saadaan mitasta lukema kohdasta, johon asti mitta on kastunut polttoaineeseen. Ullage toimii taas päinvastoin eli kuinka paljon mitasta on kuivaa aluetta jäljellä, kyseisen tankin kohdalla. Tämä käy paremmin ilmi liitteenä olevasta peilaustaulukosta.

Ennen bunkrausta myös tankkien ylärajahälytykset tarkastetaan ja otetaan käyttöön. Aluksella on myös olemassa ylivuototankki, joka on yhteydessä polttoainetankkeihin. Ennen bunkrausta varmistetaan, että ylivuototankissa on tilaa sekä sitä voi tarvittaessa käyttää, tilanteen niin vaatiessa. Ennen bunkrausta on myös syytä varmistaa, että oman aluksen toisen puolen bunkkeri manifoldin venttiilit on suljettu ja sokeoitu. (Bunkering is dangerous 2020.) Bunkrausprosessiin liittyy erilaisia toimintatapoja, riippuen mistä ollaan bunkraamassa. Jos otetaan polttoainetta bunkkerialuksesta, pitää kansimiehistön avustaa aluksen kiinnityksessä laivan kyljelle. Asetetaan laivojen väliin fende-

rit (lepuuttajat) sekä kiinnitetään bunkkerialuksen köydet. Mikäli polttoainetta otetaan suoraan terminaalista tai rekasta, jää tämä toiminta kokonaan pois.

Ennen bunkrauksen aloittamista on syytä tietää, miten näytteenotto polttoaineesta suoritetaan. Polttoaineen näytteenotto suoritetaan yleensä laivan bunkkeri manifoldilla. On syytä huolehtia, että näytteenoton välineet ovat puhtaat. Polttoaineesta otetaan näytettä jatkuvasti tiputtamalla koko bunkrauksen ajan. Polttoainenäytettä voidaan ottaa joko manuaalisesti, jatkuvasti tiputtamalla tai automaattisesti siihen kuuluvalla laitteistolla. Kaikkien osapuolien pitäisi valvoa näytteenottoa koko bunkrauksen ajan. Näytettä otetaan riittävästi isoon astiaan, jotta sitä on riittävästi jaettavaksi näytepulloihin. Tyypillisesti yhteen näytepulloon menee 500 – 750 ml polttoainenäytettä, kuitenkin vähintään 400 ml. Bunkrauksen päätyttyä näytteenottoastiaa sekoitetaan ja näyte jaetaan osapuolien puhtaisiin pulloihin. Ohjeistuksien mukaan jokainen näytepullo täytetään enintään 30 % kerrallaan ja välillä sekoittaen, kunnes saavutetaan pulloon merkitty maksimikohta. Nämä näytepullot on sinetöitävä ja niihin otetaan osapuolien allekirjoitukset. Polttoaineesta otetaan yhteensä neljä eri näytettä. Näyte laivan testaukseen, laboratorio näyte, laivalla säilytettävä Marpol-näyte ja toimittajan näyte. On tärkeää muistaa, että kiistatapauksissa polttoaineesta otettuja näytteitä voidaan vaatia todisteiksi tuomioistuimessa. (Ibia bimco 2020; IMO 2018.)

Polttoainenäytteiden etikettien on oltava MARPOL Annex VI säännön 18.8 mukaisesti merkitty. Kaikkiin polttoainenäytteisiin on vähintään merkittävä seuraavat tiedot. Vastaanottavan aluksen nimi ja IMO-numero, bunkrauspaikka tai -satama, polttoaineen toimittajan nimi, polttoainetta toimittavan bunkkerialuksen, rekan tai laitoksen nimi, polttoaineen laatu, toimituspäivämäärä ja -aika, näytteenottomenetelmä kyseistä näytettä otettaessa, paikka josta näyte otettiin, toimittajan edustajan nimi ja allekirjoitus, vastaanottajan edustajan nimi ja allekirjoitus sekä sinetin numero. On syytä huomioida, että näytteen sinettejä tai etikettejä ei allekirjoiteta ennen kuin bunkraus on päättynyt. On myös huomioitava, että näytepullosta tarkastetaan sinetin kunto ja sinetin numeroiden paikkansapitävyys ennen BDN:n allekirjoittamista. (Ibia bimco 2020; IMO 2018.)

Marpol -näytteen vaatimukset ovat tiukempia kuin muilla näytteillä ja se on säilytettävä 12 kuukautta toimituksesta aluksella. Yleensä ennen polttoaineen käyttämistä lähetetään laboratorioon tutkittavaksi yksi näytepullo. Näin voidaan olla varmoja, että saatu polttoaine on oikeanlaatuista ja sovittujen määritelmien mukaista eikä sisällä aineita, jotka voivat heikentää suorituskykyä tai vaurioittaa konetta. Laboratoriotestien avulla varmistetaan myös oikeanlaatuisen polttoaineen käyttö, MARPOL Annex VI määrittelemän rikkirajan alueella. Satamavaltio viranomainen (engl. the port state control officer) voi tarkastaa, onko laivalla käytetty polttoainelaatu oikeaa, MARPOL-yleissopimuksen mukaista kyseisellä alueella. Mikäli aluksen polttoaineen toimitukseen käytetään useampaa kuin yhtä säiliöautoa tai bunkkerialusta, olisi silloin otettava erillinen näytteiden sarja kullekin säiliöautolle tai bunkkerialukselle sekä annettava erillinen Bunker Delivery Note. (Ibia bimco 2020; IMO 2018.)



Kuva 2. Esimerkki aluksen bunkkeriasemasta

Kuvasta 2 käy hyvin ilmi, millainen aluksen bunkkeriasema on. Bunkkeriasemalla sijaitsee muun muassa polttoainelinjojen manifoldit. Bunkkeriasemalla vahtimies avaa laivan bunkkeriaseman oven. Hän on vienyt bunkkeriasemalle mukanaan tarvittavat näytteenottovälineet, työkalut, radiopuhelimen yhteydenpitoa varten sekä aluksesta riippuen myös muita suojarusteita esimer-

kiksi pelastusliivit ja suojalasit. Bunkkeriasemalla on oltava öljyntorjuntakalusto valmiina ja SOPEP -kalusto tarkastetaan ennen bunkrausta. Myös tarvittava alkusammutusvälineistö on syytä valmistella etukäteen bunkkeriaseman lähelle. Vahtimiehen tulee olla koko bunkrauksen ajan bunkkeriasemalla vahdissa. Kun bunkrataan bunkkerialuksesta laivojen välissä on oltava esimerkiksi nostettava kulkusilta (gangway), jotta voidaan järjestää aluksien välille turvallinen kulku ja letku on helpompi ottaa laivaan. Oman aluksen polttoainelinja tarkastetaan tässä kohtaa. Kun polttoaineen toimittaja antaa bunkrausletkun, tarkastetaan että se on hyvässä kunnossa ja sopiva tähän tarkoitukseen.

Tämän jälkeen irrotetaan bunkkeri manifoldista suojalaipan pultit ja itse suojalaippa työkaluilla sekä irrotetaan suoja, letkun päästä ja kiinnitetään letku bunkkeri manifoldiin. Tähän väliin voi tulla myös laivasta riippuen näytteenotolaippa sekä tarvittavat tiivisteet. Joissakin tapauksissa polttoaineen toimittaja saattaa tulla tekemään letkun kiinnityksen manifoldiin. Tällöin valvotaan itse, että polttoaineen toimittaja kiristää kaikki pultit ja kytkentä on muutenkin asianmukainen. Lisäksi varmistetaan letkujen tukeminen esimerkiksi köyden avulla.

Ennen tätä on jo vaihdettu papereita keskenään, liittyen polttoaineen määrään, bunkrauspaineisiin eri vaiheissa sekä tilattuun polttoainelaatuun. Kirjallisesti sovitaan nopeus bunkrauksen aloittamiselle, aikana sekä lopettamiselle. Tässä vaiheessa yleensä polttoaineen toimittaja antaa hätäpysäytyspainikkeen tai äänitorven, jolla bunkraus voidaan keskeyttää tarvittaessa. Hätäpysäytyspainike on yleensä suoraan yhteydessä bunkrauksen siirtopumppuun. Ennen bunkrauksen aloittamista on syytä varmistaa, että hätäpysäytyspainike toimii. Tämä bunkrauksen pysäytys prosedyyri käydään läpi ennen bunkrauksen aloittamista sekä myös kommunikointitapa polttoaineen toimittajan kanssa bunkrauksen aikana. Näitä bunkrauksen pysäytys prosedyyrejä jokaisen on myös noudatettava, kuten niistä on etukäteen sovittu.

Tämän jälkeen tarkastetaan, että oman aluksen peilausjärjestelmä toimii oikein sekä hälytysraja on testattu. Myös ylivuototankin hälytysraja tulee olla testattuna. Myös tankkien maksimi bunkrauskapasiteetti on tiedossa. Mikäli aluksella on kannella tankkien valumaputket ja muita läpivientejä liittyen bunkraukseen, on ne oltava suljettuna ennen bunkrauksen aloittamista. Eli laite-

taan plugilla spygatit (engl. scupper) nk. valumisaukot kiinni bunkrauksen puolelta. Myös bunkkeriasemalla kaikki valuma-altaat on oltava puhtaat. Tankkien huohotusputkien kunto tarkastetaan ennen bunkrausta ja suojataan siten, ettei ne puhalla suoraan yli. Missään tapauksessa ei saa tupakoida tankkausalueen lähellä ja tulityöt bunkrauksen aikana lähettyvillä on kielletty. Komentosillalla työskentelevän henkilöstön on oltava tietoisia hyvissä ajoin bunkrausprosessista, sillä myös heitä tarvitaan.



Kuva 3. Signaalilippu b (punainen) mastossa bunkrauksen aikana

Kuten kuvassa 3 näkyy, ennen bunkrauksen aloittamista ilmoitetaan komentosillalle bunkrauksesta ja he nostavat signaalilipun b (punainen) tai punainen valo signaalimastoon, jotta muut tietävät bunkraus tapahtumasta. On myös varmistettava, että kaikki paikallisen lainsäädännön edellyttämät mahdolliset muut merkit liittyen bunkraukseen on hoidettu paikoilleen.

Kommunikointi testataan bunkkeriaseman ja konevalvonnan kanssa sekä vastaanottavan aluksen ja polttoaineen toimittajan välillä. Ennen bunkrauksen aloittamista tarkastetaan saapuvan polttoaineen laatu kaikkien osapuolien kanssa. Tämän jälkeen informoidaan vahdissa olevaa konemestaria bunkrauksen aloituksesta, että kaikki olisi valmiina. Hän vielä varmistaa konevalvonnasta tai konehuoneesta bunkrattavien tankkien venttiilien asennot, jotta polttoaine menee oikeisiin, bunkrattaviin tankkeihin. Konepäällikön on henkilökohtaisesti valvottava bunkrauksen toimenpiteitä ja varmistettava, että jokainen bunkraukseen osallistuva tuntee aluksen polttoainetankkien ja polttoainelinjojen järjestelyt kyseisellä aluksella. Ennen bunkrauksen aloittamista konepäällikön ja konemestarin tulee keskustella bunkrauksesta kasvotusten polttoaineen toimittajan kanssa. Tämä tapahtuu yleensä bunkraukseen liittyvien papereiden vaihdon yhteydessä.



Kuva 4. Konehuoneessa HFO-tankkien venttiilit

Kuvassa 4 näkyy konehuoneessa olevat HFO-bunkraukseen liittyvät venttiilit. Vasemmanpuoleisessa näkyy bunkkeriasemalta tuleva polttoainelinja, jonka venttiili avataan bunkrauksen ajaksi. Oikeanpuoleisessa näkyy kolmen eri HFO-tankin venttiilit ja alareunassa olevat venttiilit liittyvät tankkien bunkraamiseen. Eli näistä valitaan, mihin tankkiin halutaan polttoainetta menevän.

Kun kaikki valmistelut on tehty ja tarkastuslista täytetty asianmukaisesti, konemestari antaa vahtimiehelle luvan avata bunkkeri manifoldin pääventtiin ja

käskee vahtimiehen sanoa polttoaineen toimittajalle, että laivan puolesta bunkraus voidaan aloittaa. Tämän jälkeen polttoaineen toimittaja aloittaa bunkrauksen jo aiemmin sovitulla bunkrauksen aloitus nopeudella, nostaen sitten maksimi paineeseen. Bunkraus aloitetaan pienellä paineella, jotta nähdään että polttoainetta menee oikeaan tankkiin sekä mitään vuotoja tai muutaakaan hälyttävää ei esiinny. Bunkrauksen aloitusaika merkitään ylös, koska tieto tulee myöhemmin muun muassa aluksen öljypäiväkirjaan. Vahtimies ilmoittaa, että bunkraus on alkanut ja tarkkailee koko ajan, ettei mitään vuotoa tule letkusta tai liitännöistä bunkkeriasemalle tai mereen. Hän pysäyttää bunkrauksen välittömästi, mikäli huomaa jotakin poikkeavaa. Kun bunkraus on alkanut, vahtimies alkaa tiputtaa polttoainenäytettä hitaasti, koko bunkrauksen ajalta. Konemestari puolestaan seuraa bunkrausta konevalvonnasta koko bunkrauksen ajan, josta nähdään että bunkrattaviin tankkeihin tulee polttoainetta. Aluksen miehistön on seurattava bunkrattavia ja muita tankkeja, tarvittaessa peilaamalla, varmistaakseen että polttoainetta menee vain aiemmin sovittuihin tankkeihin.

3.3.2 Bunkrauksen aikana

Bunkrauksen aikana eri polttoaineilla on omat lämpötilat, jotta bunkraus onnistuu. Esimerkiksi HFO:n bunkraus lämpötila on noin 40 – 50 °C:ta. Mikäli HFO:n lämpötila on vähemmän, se ei välttämättä virtaa letkussa riittävän hyvin. Bunkrauksen aikana vahtimies tiputtaa polttoainenäytettä bunkkeriasemalla, koko bunkrauksen ajalta. Myös polttoaineen toimittaja voi ottaa omat näytteensä polttoaineesta. Bunkrauksen aikana vahtimies ja konemestari ovat yhteydessä radiopuhelimella ja keskustelevat näin, mikäli on tarpeen. Esimerkiksi konemestari voi informoida tankkien vaihdosta bunkkeriasemalle tai kysyä bunkrauksen paineita. Konemestarin tehtävä on valvoa koko bunkrauksen ajan konevalvonnassa tankkien täyttymistä ja hänen vastuulla on, etteivät tankit tule liian täyteen tai missään nimessä ylivuotoa. Yleensä vain yhden tankin täyttö kerrallaan on järkevää, sillä useamman tankin seuraaminen ja tarvittaessa peilaaminen lisää ylivuodon riskiä (Bunkering is dangerous 2020).

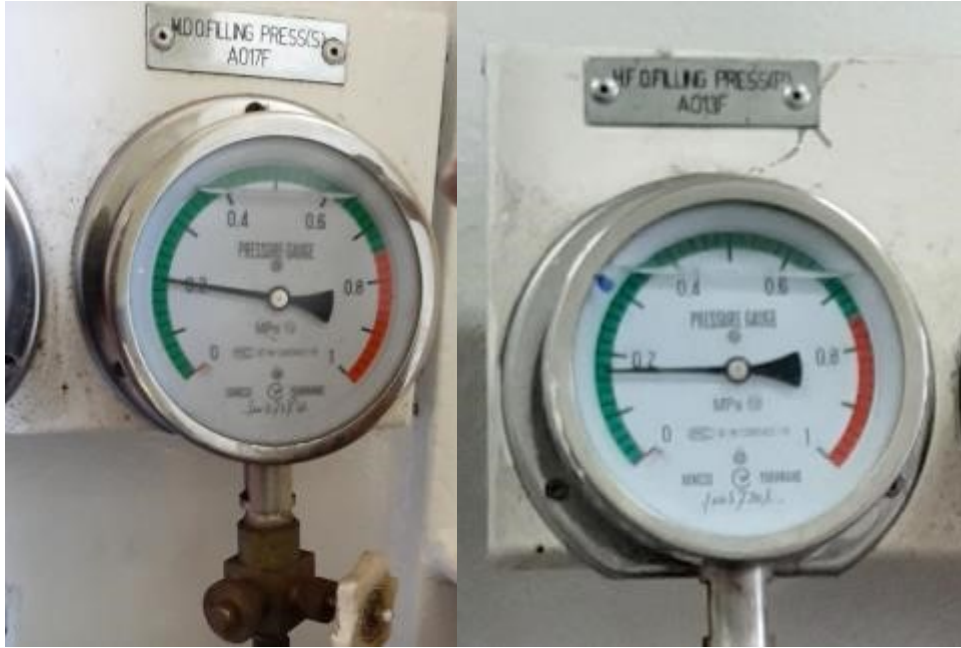
Bunkrauksen aikana konemestari itse tai hän valtuuttaa jonkun miehistön jäsenen peilaamaan tankkeja myös käsin. Vahtimies puolestaan valvoo tilannetta bunkkeriasemalla, seuraten näytteenottoa, bunkrauksen painetta, letkun

kuntoa, mahdollisia vuotoja, mahdollista tulipaloa sekä kommunikoi polttoaineen toimittajan kanssa. Vahtimies myös huolehtii laivasta laivaan bunkrauksessa laivan ja bunkkerialuksen välisestä kiinnityksestä sekä tarkkailee letkun kuormitusta ja väliin joutumista. Bunkrauksen aikana tehdään jatkuvasti yhteistyötä osallisten kanssa.



Kuva 5. Esimerkki MDO-bunkrauksesta rekasta satamassa

Kuvassa 5 on esimerkki aluksen bunkrauksesta MDO-polttoaineella satamassa rekasta. Kuvasta näkyy, miltä tilanne näyttää vastaanottavalla aluksella bunkrauksen aikana. Mikäli polttoaineen toimittaja on tunnettu ja luotettava, on myös mahdollista antaa polttoaineiden näytteenotto polttoaineen toimittajan tehtäväksi, jolloin hän antaa vastaanottavalle alukselle näytepullot bunkrauksen päätyttyä. Mikäli dieseliä otetaan vain apukoneiden käyttöön, yhden rekan bunkrausaika on yleensä noin 30 – 60 minuuttia.



Kuva 6. MDO- ja HFO-bunkrauksien aikana virtauksen paineita

Kuvassa 6 näkyy MDO- ja HFO-bunkrauksien paineita bunkrauksen aikana. Aluksella on käytössä MPa järjestelmä eli bunkrauksen paine molemmilla polttoaineilla bunkrauksen aikana on noin 0,2 MPa eli 2 bar. Bunkrauksen aikana paineiden seuranta on erittäin tärkeää.

Mikäli ongelmia tai epäilyjä ilmenee bunkrauksen aikana, on bunkraus lopetettava välittömästi. Konemestarin tulee lähettää kansivahtimies tankkien huohotusputkien läheisyyteen valvomaan, kun suoritetaan tankin viimeisin täyttö. Mikäli pohjatankkeja halutaan ajaa täyteen, on sovittava ja ohjattava bunkrauksen nopeutta kun 90 % määrä lähestyy ja ilmoitettava hyvissä ajoin muutoksista. Yleensä tankkien suurin sallittu täyttömäärä on 90 % ja kun tankkien taso saavuttaa suunnilleen maksimitason, polttoaineen toimittajan käsketään pumppaamaan alhaisella pumppausnopeudella polttoaineen määrän lisäämiseksi sekä toisen tankin vaihdon ajaksi. Bunkrauksen aikana tankkeja peilataan säännöllisin väliajoin sekä peilaustiheyttä lisätään, kun tankki on lähes täynnä. Monilla aluksilla on tankkeihin kaukopeilausjärjestelmä, joka kertoo tankin tason konevalvonnassa. Tähän kaukopeilausjärjestelmään on luotettava vain, mikäli tiedetään järjestelmän toimivan oikein. Erityisen varovainen on oltava, kun avataan uuden polttoainetankin venttiili ja suljetaan toinen täyttörajan saavuttava. (Bunkering is dangerous 2020.)



Kuva 7. HFO-bunkrauksen näytteenottoa bunkrauksen aikana

Kuvassa 7 on esimerkki HFO-bunkrauksen näytteenotosta. Kuvassa näytteenottolaippa tulee bunkkeri manifoldin ja letkun väliin. Joissakin aluksissa on mahdollisuus ottaa polttoainenäytettä suoraan bunkkeri manifoldista, jolloin kuvassa näkyvää laippaa ei tarvita. Joissakin aluksissa polttoainenäytettä on otettu vain bunkrauksen tietyltä ajalta esimerkiksi alussa tai lopussa. Kuitenkaan tämä ei ole kovin hyvä tapa, mikäli polttoaineen toimittaja vaihtaa tankkeja kesken bunkrauksen. Näin ollen ei voida varmistua polttoaineen laadusta, jos on vain näyte otettu tietyistä tankista saadusta polttoaineesta.

3.3.3 Bunkrauksen jälkeen

Kun bunkraus alkaa olla päättymässä, polttoaineen toimittaja yleensä sanoo, kuinka paljon on vielä jäljellä. Kun kaikki tilattu polttoaine on aluksessa, molemmat osapuolet tarkastavat tässä kohtaa oikean määrän. Mikäli polttoaineen määrä ei täsmää aiemmin sovittuun, vielä on helppo saada lisää letkun ollessa kiinni. Kun molemmat osapuolet ovat määrään tyytyväisiä voi vahtimies nyt sulkea näytteenoton ja hän irrottaa näytteenottoastian näytteenottolaipasta. Polttoaineen toimittaja yleensä kysyy, miten letku tyhjennetään. Tä-

hän on olemassa muutama eri tapa muun muassa letkun puhaltaminen ilmalla tyhjäksi tai imu. Yleinen käytäntö on puhaltaa ilmalla polttoainelinja putkistoon jääneen polttoaineen poistamiseksi. Tässä vaiheessa varmistetaan, että kaikkien peilausputkien korkit ovat kiinni ja on syytä tarkkailla niiden tankkien huohotusputkia kannella, joissa on paljon polttoainetta. Ilmapuhallus tehdään polttoaineen toimittajan ohjeiden mukaan. Hän voi esimerkiksi pyytää hieman avaamaan ja sulkemaan bunkkeri manifoldin venttiiliä. Kun letku on tyhjä, voidaan sulkea bunkkeri manifoldin pääventtiili, konemestarin ja polttoaineen toimittajan luvalla. Tämän jälkeen irrotetaan letku varovasti ja laitetaan sen päähän sokea ennen, kuin se annetaan takaisin polttoaineen toimittajalle. Myös bunkkeri manifoldiin laitetaan tarvittavat tiivisteet ja sokea takaisin paikoilleen pulteilla kiinni. Bunkrauksen päätyttyä jaetaan osapuolien näytteet ja pyydetään polttoaineen toimittajaa tarkastamaan näytteiden sinetöinti. (Bunkering is dangerous 2020.)

Mikäli aluksella on kannella tankkien huohotusputket, voidaan niiden sokeoinnit poistaa bunkrauksen jälkeen. Tässä kohtaa yleensä vastaanottavan aluksen päällystö ja polttoaineen toimittaja vaihtavat keskenään tarvittavia papereja ja kuittauksia, muun muassa Bunker Delivery Note ja vastaanotettu polttoainemäärä. Tämän jälkeen suoritetaan vielä viimeiset peilaukset kaikista tankeista, tarvittaessa käsin, jotta varmistutaan tankkien oikeasta polttoainemäärästä ja vapaa neste tilasta. Tämän jälkeen suljetaan kaikki tankkien täyttöventtiilit, joko konevalvonnasta tai konehuoneesta sekä laitetaan normaalitilaan kaikki hälytykset. Seuraavaksi suljetaan ja varmistetaan bunkkeriaseman oven lukitus. Tässä vaiheessa vahtimies suorittaa tarvittavat bunkkeriaseman siivoukset, jotka mahdollisesti johtuivat hieman valuneesta polttoaineesta. Hän myös palauttaa takaisin paikoilleen käytetyt työkalut. Bunkrauksen päätyttyä merkitään ylös lopettamisaika muun muassa öljypäiväkirjaa varten. Myös aluksen trimmi ja heel tarkastetaan sekä tarvittaessa korjataan. (Bunkering is dangerous 2020.)

Tämän jälkeen konemestari täyttää aluksen Engine Log Book ja varmistaa, että kaikkia bunkrauksen ohjeita on noudatettu. Aluksesta riippuen konemestari tai konepäällikkö allekirjoittaa bunkrauksen tarkastuslistan. Myös aluksesta riippuen konemestari tai konepäällikkö täyttää laivan öljypäiväkirjaan tarvittavat merkinnät bunkrauksesta ohjeiden mukaan. Yleensä konepäällikkö las-

kee vastaanotetun polttoainemäärän bunkrauksen jälkeen ja tekee merkinnät. Polttoaineen oikean määrän laskemisessa on otettava huomioon aluksen trimmi, heel sekä polttoaineen lämpötila. Polttoainemäärän tilavuus kasvaa lämpötilan noustessa, kun taas paino pysyy samana. Tämän takia polttoaine tilataan ja mitataan yleensä painon eikä tilavuuden avulla. Yhden celsiusasteen nousu vähentää tiheyttä $0,64 \text{ kg/m}^3$. Tämä korjausluku huomioidaan polttoainemäärän laskemisessa. (Bunkering is dangerous 2020.)

Bunkrauksen jälkeen ilmoitetaan komentosillalle, että bunkraus on päättynyt ja signaalilippu b (punainen) voidaan laskea tai punainen valo sammuttaa signaalimastosta. Tarvittaessa kansimiehistö avustaa bunkkerialuksen irrottamisessa ja poistaa bunkrauksen aikana olleet kieltokyltit. Tämä on käytössä esimerkiksi matkustajalaivoissa, joissa tankkausaluetta rajataan sekä kuulutetaan matkustajille bunkrauksesta. Ennen bunkrauksen aloittamista sekä bunkrauksen päätyttyä tarvittaessa ilmoitetaan paikallisille satamaviranomaisille tankkaustapahtumasta, mikäli se on kyseisessä maassa tarpeen. Kaikki bunkraukseen liittyvät paperit arkistoidaan ja bunkraukseen kuuluvat näytteet laitetaan niiden omille säilytyspaikoille.



Kuva 8. Esimerkki aluksella polttoainenäytteiden säilytyksestä

Kuvassa 8 on esimerkki aluksella säilytettävistä polttoainenäytteistä. Kuvassa on kirjoitettu hyllyihin aina tietyt kuukaudet. Polttoainenäyte laitetaan oikean kuukauden kohdalle, milloin bunkraus on tapahtunut. Näin on helpompi tarkastaa ja siivota bunkkerinäytekaappia, kun nähdään esimerkiksi milloin kyseisen näytteen voi hävittää.

3.4 LNG-bunkraus

Nesteytetyn maakaasun bunkraus on hieman haastavampi, kuin edellä mainittujen MDO- tai HFO-laatuojen bunkraus. Nesteytettyä maakaasua bunkrataan pääsääntöisesti joko rekasta (truck-to-ship) tai laivasta laivaan (ship-to-ship) menetelmällä. Lisäksi laivan LNG-bunkraus on mahdollista suorittaa suoraan LNG-terminaalista sekä LNG-kontista. Nesteytetyn maakaasun bunkraaminen alukseen suoraan terminaalista yleistyy myös Suomessa. Kuitenkaan esimerkiksi Helsingin satama ei aio perustaa LNG-terminaalia lähitulevaisuudessa, koska sataman toiminta on melko laajalle levinnyttä ja LNG:n kysynnän oletetaan jakautuvan sataman eri osiin (Port of Helsinki 2017, 6). Nesteytetyn maakaasun bunkrauksessa on enemmän huomioitavaa muun muassa turvallisuuden kannalta ja polttoaineen ominaisuudet ovat erilaiset verrattuna MDO- ja HFO-laatuoihin. LNG varastoidaan melkein ilmakehän paineessa (ilmakehän paine noin 0,069 bar) ja sen lämpötila on noin -162 °C:ta. Jo polttoaineen lämpötilasta johtuen, on otettava huomioon erilaisia asioita muun muassa LNG:n bunkrauksen turvallisuuteen liittyen.

Lisäksi LNG-bunkrauksen suunnitteluvaihe on isompi verrattuna MDO- ja HFO-laatuojen bunkraamiseen. Esimerkiksi LNG-bunkraukseen on olemassa oma LNG-bunkrauksen hallintasuunnitelma eli LNGBMP (engl. LNG Bunker Management Plan). IAPH (International Association of Ports and Harbors) on julkaissut nesteytetyn maakaasun bunkraukseen tarkastuslistat sekä ohjeet turvalliseen LNG:n polttoainetäydennykseen (Risk focus 2019, 6). Yleensä satamat haluavat, että nesteytetyn maakaasun bunkrauksen yhteydessä käytetään juuri IAPH:n laatimia tarkastuslistoja. Tarkastuslistoja on noudatettava huolellisesti LNG-bunkrauksen yhteydessä, jotta voidaan olla varmoja bunkrausprosessin turvallisuudesta. Nesteytetyn maakaasun bunkrausprosessi jaetaan neljään eri vaiheeseen. Saapumista edeltävä suunnitteluvaihe, toi-

menpiteet ennen bunkrauksen aloittamista, toimenpiteet bunkrauksen aikana ja toimenpiteet bunkrauksen jälkeen.

3.4.1 Saapumista edeltävä suunnitteluvaihe

Ennen saapumista bunkrauspaikalle on huomioitava tiettyjä asioita polttoainetta toimittavalla yksiköllä ja LNG:tä vastaanottavalla laivalla. Nesteytetyn maakaasun kanssa operoivien tulee hankkia kaikki sataman tai terminaalin asiaankuuluvat luvat tulevaa bunkrausprosessia varten. Jokaisen nesteytetyn maakaasun bunkrausprosessin tulee noudattaa LNG:tä koskevaa bunkrauksen hallintasuunnitelmaa (LNGBMP), jonka bunkrauksen osapuolet ovat sopineet kyseistä bunkrausprosessia varten. Kaikki rajoitukset koskien paineita, hälytyksiä, kiinnityksiä ja LNG-tankkien tyyppiä (ilmakehän paine vai paineistettu) tulee olla sovittuna etukäteen. Bunkraukseen liittyvät riskiarvioinnit tulee olla tehtynä ja keskusteltu ennen bunkrausta. Myös vastaanottavan aluksen ja polttoainetta toimittavan yksikön yhteensopivuus arvioidaan etukäteen. Tämä tarkoittaa myös muutakin, kuin ainoastaan polttoaineen siirto laitteistoa. Esimerkiksi alusten kokoero ja kiinnityspaikkojen yhteensopivuus on syytä varmistaa ennen bunkrausprosessia. (Risk focus 2019, 6.) LNGBMP:n eli bunkrauksen hallintasuunnitelman tulee sisältää vähintään seuraavat kohdat:

- ✓ Valmiussuunnitelma ja hätätoimintasuunnitelma.
- ✓ Turvallisuusohjeet ja koulutus, jossa määritellään turvallisuus- ja turvavyöhykkeet.
- ✓ Polttoainelaatua ja -määrää koskeva sopimus.
- ✓ Bunkrausprosessi, joka kattaa arvioinnin alusten yhteensopivuudesta ja määrittelee sopivan bunkrauksen tarkastuslistan käytön.
- ✓ Bunkraus laitteiston sertifiikatit ja kunnan varmistaminen. (Risk focus 2019, 6-7.)

Hätätilannekoulutukset ja -harjoitukset tulee miehistön suorittaa säännöllisin väliajoin. On ehdottoman tärkeää, että kaikki uudet miehistön jäsenet, etenkin avainhenkilöt suorittavat asiaankuuluvia harjoituksia ja saavat koulutusta omalla aluksella ennen bunkrausprosessia. Heidän on myös ymmärrettävä asiaankuuluvat tehtävät ja vastuut. (Risk focus 2019, 7.) Tässä vaiheessa LNG-bunkrausprosessia suoritetaan yleensä seuraavat tarkastukset:

- ✓ Ilmoitus ja hyväksyntä satamaviranomaisilta ja lippuvaltiolta. Kaikki bunkraukseen liittyvät paikalliset ja kansainväliset määräykset ja ohjeet on tarkastettava. Eri satamilla on olemassa omat määräykset, suunnitelmat ja menettelyt liittyen bunkrausprosessiin. Näiden määräysten tulee olla tiedossa henkilöillä, jotka ovat vastuussa bunkrauksesta.

- ✓ LNGBMP ja manuaalit on vahvistettu olevan saatavilla ja tarvittavat sertifikaatit on vaihdettu.
- ✓ Kaikki hälytykset ja turvalaitteet on testattava noudattaen yhtiön määräyksiä. On olemassa myös paikallisia vaatimuksia testien suorittamisesta enintään 24 tuntia tai joissain tapauksissa 48 tuntia ennen operaatiota.
- ✓ Omien polttoaineen siirto laitteiden ja putkistojen tarkastus suoritetaan silmämääräisesti.
- ✓ Tarkastetaan seuraavien laitteiden toiminta ja kunto: valot, henkilön-suojaimet, vuotovälineistö, radiolaitteisto, hätäpysäytysjärjestelmä, moorinki laitteisto, lepuuttajat sekä polttoaineen siirto laitteisto.
- ✓ Operaatiosta vastuussa olevat ja neuvoo-antavat henkilöt määritetään etukäteen ja oltava tunnistettavissa.
- ✓ Päivämäärä, aika, maantieteellinen sijainti sekä polttoaineen määrä ja -laatu keskustellaan etukäteen.
- ✓ LNG-bunkrauksen tarkastuslista on sovittu ja vaihdettu.
- ✓ Jos LNG-käyttöinen alus on vieressä, on huomioitava onko siellä mitään samanaikaista toimintaa suunniteltu. Jos on, satamasta tai terminaalista on saatava lupa.
- ✓ Erityisten tarkastuslistojen käytöstä on sovittava etukäteen. (Risk focus 2019, 7.)

3.4.2 Ennen bunkrauksen aloittamista

Ennen LNG-bunkrauksen aloittamista, on miehistön syytä pitää keskustelu tulevasta bunkrauksesta. Tämä on tärkeä ja olennainen osa LNG-bunkrausta. Mikäli bunkraus tullaan suorittamaan ankkurissa merellä, olisi keskusteltava alusten välillä siirretyn henkilöstön turvallisuudesta. Mikäli kraanoja käytetään bunkrauksessa letkujen tai henkilöstön siirtoon, olisi ne suunniteltava, rakennettava ja ylläpidettävä kansainvälisen luokituslaitoksen järjestön (IACS) luokitusten mukaisina. Vaihtoehtoinen järjestely alusten välillä kulkuun ankkurissa voi olla nk. launch servicen käyttö, molempien alusten merenpuolelta ennen bunkrausta ja sen jälkeen. Henkilöstön siirtymistä aluksesta toiseen tulisi välttää turvallisuussyistä bunkrauksen aikana. (Risk focus 2019, 9.)

On syytä huomioida, että LNG-bunkrauksen aikana vastaanottavaa alusta saa bunkrata ja olla kiinnittyneenä kyljelle ainoastaan yksi bunkkerialus kerrallaan. Riippuen nesteytetyn maakaasun bunkrauksen sijainnista, on sovittava etukäteen ympärillä olevista turvavyöhykkeistä. Tarvittaessa näistä turvavyöhykkeistä on sovittava etukäteen myös paikallisten satamaviranomaisten ja terminaalien kanssa. (Port of Helsinki 2017.) Ennen bunkrausta keskustellaan polttoaineen toimittajan ja vastaanottavan aluksen valmiudesta bunkraukseen ja kaikki toimintaparametrit on määritettävä ja sovittava etukäteen. (Risk focus

2019, 9.) Ennen bunkrauksen aloittamista vastaanottavan aluksen päällikön tai hänen edustajansa sekä polttoaineen toimittajan vastuuhenkilön on sovittava kirjallisesti erilaisista asioista. Molempien osapuolten on allekirjoitettava yhteensopivuustarkastus ennen bunkrausprosessia. Lisäksi heidän on täytettävä ja allekirjoitettava LNG-bunkrauksen tarkastuslista. Nesteytetyn maakaasun bunkrauksen tarkastuslistasta on esimerkki liite 5, IAPH LNG-bunkrauksen tarkastuslista, osa B. Kyseistä tarkastuslistaa käytetään nesteytetyn maakaasun bunkraamiseen rekasta laivaan ja liitteenä on vain osa siitä eli toimenpiteet ennen bunkrauksen aloittamista. (Bunker checklist 2020.) Alla on esimerkki asioista, joista tulisi keskustella, huomioida ja tehdä ennen LNG-bunkrauksen aloittamista:

- ✓ Sää- ja meriolosuhteet sekä rajoitukset operaation keskeyttämiselle.
 - ✓ Laiturin tai ankkuripaikan kunto ja sijainti sekä mahdollinen muu liikenne.
 - ✓ Naruvinnit ja lepuuttajat, vastuuhenkilö määrittää ja tarkastaa.
 - ✓ Molempien alusten yhteensopivuus olisi varmistettava. Mukaan lukien toimittajan tilavuus, paine ja lämpötila ovat yhteensopivat vastaanottavan aluksen tankkien kanssa.
 - ✓ Pää- ja hätä viestintävälineistä on sovittava ja testattava etukäteen.
 - ✓ Siirtomenetelmä, bunkrausletkun kiinnitys, esijäähdytys, inertointi, jäähdyttäminen, höyryn hallinta/kaasun vaihto ja bunkraus nopeudet bunkrauksen alkaessa, sen aikana ja tankin viimeinen täyttö. Bunkrausletkun silmämääräinen tarkastus vuotojen varalta.
 - ✓ Yhteensopivuus ja testaus hätävapautusjärjestelmälle ERS ja hätäpysäytysjärjestelmälle ESDS on suoritettava ja vahvistettava.
 - ✓ Sovittava ja asetettava rajoituksia mahdollisille samanaikaisille toimintoille bunkrauksen aikana. Kuten lastioperaatiot, matkustajien laivaus, autojen lastaus, muu polttoainetäydennys, varastoiden- ja proviantin täydennys, henkilöiden siirto tai muut toiminnot, jotka voivat haitata aluksen miehistöä LNG-bunkrauksen aikana.
 - ✓ Muut rajoitukset bunkraus alueella aluksille, jotka tulevat tai lähtevät alueelta, on kunnioitettava LNG-bunkrausprosessia.
 - ✓ LNG:n bunkraus järjestelmien esijäähdytys. Tämä voidaan suorittaa joko nestemäisellä tyypellä tai LNG:llä. Tämän prosessin aikana on olemassa riski kryogeenisille vaaroille sekä kaasun kiehumiselle, jos se on inertoitu LNG:n kanssa.
 - ✓ Bunkrausletkujen maadoittaminen (valokaarien tai kipinöinnin takia), inertointi ja vuotojen testaus.
 - ✓ Täyttöjärjestys ja siirrettävä kokonaistilavuus.
 - ✓ Tupakointia koskevat määräykset ja muut palontorjunta sekä hätätoimenpiteet.
- (Risk focus 2019, 9.)

Polttoaineen toimittajan letkujen, lastausvarsien, putkien ja liittimien on oltava yhtenäisesti sähköä johtavia, riittävästi eristetty ja niiden on tarjottava riittävä standardien mukainen suoja. Varoituskyllit LNG-bunkrauksesta on vietävä

bunkraus alueen kulkureiteille ja niissä on varoitettava mahdollisesta tulipalon riskistä polttoainetäydennyksen yhteydessä. Bunkrauksen aikana manifoldilla oleva henkilöstö on rajoitettava minimiin, vain välttämättömät ja aiemmin sovitut henkilöt saavat olla manifoldilla. Nesteytetyn maakaasun bunkraus voidaan aloittaa, kun seuraavat esivalmistelut on tehty. Kaikki kommunikointimenetelmät, mukaan lukien Ship-Shore Link on kytketty ja testattu. Kiinteät palohälyttimet ja kaasuilmaisimet sekä siirrettävät kaasuilmaisimet ovat toiminnassa. Kaukokäytettävät venttiilit ovat toiminnassa sekä letkut ja liitokset tarkastettu. Myös nesteytetyn maakaasun bunkrauksen aikana on käytettävä punaista lippua tai valoa signaalimastossa (Port of Helsinki 2017, 20). Nesteytetyn maakaasun bunkrauksessa letkun kiinnitykseen käytetään yleensä qc/dc-kytkentää. Qc/dc-kytkentä tarkoittaa pikakiinnitystä tai -irrotusta. Qc/dc-kytkennässä on yleensä venttiilijärjestelmä, joka pysäyttää nestevirtauksen ennen liittimien irrotusta. Riippuen letkun koosta, kiinnitys voidaan tarvittaessa suorittaa myös hydraulisesti. (LNG bunkering procedure 2020.)

3.4.3 Bunkrauksen aikana

Nesteytetyn maakaasun bunkraus voidaan aloittaa, kun kaikki tarkastuslistan kohdat on suoritettu ja allekirjoitettu sekä bunkrausletku on kiinnitetty manifoldiin, inertoitu ja testattu sekä järjestelmä esijäähdytetty. Bunkrauksen alkaessa bunkrauspaine ja -nopeus tulisi pitää minimissä ja ennen bunkrausta tehdyn sopimuksen mukaisena. Myös lämpötiloja tulee tarkkailla bunkrauksen aikana. Kun on varmistettu, että LNG:tä tosiaan menee oikeaan tankkiin ja järjestelmä on asetettu normaalille bunkraus nopeudelle, on ympäröivä alue tarkastettava silmämääräisesti. Bunkrauksen aikana höyryjen hallinta on yksi tärkeä asia, joka on syytä huomioida. Bunkrauksesta syntyneet ja haihtuneet kaasut on joko varastoitava omaan alukseen tai siirrettävä takaisin polttoaineen toimittajalle höyryn paluulinjan kautta. Käytetystä menetelmästä riippuen, höyryihin liittyviä arvoja on seurattava jatkuvasti bunkrauksen aikana. (LNG bunkering procedure 2020; Risk focus 2019, 9.) IGF-koodin kohdan 8.5.2 (IMO, 2016a) mukaan polttoainejärjestelmä on rakennettava siten, että bunkrauksen aikana kaasuja ei pääse ilmakehään varastotankkeja täytettäessä. (Port of Helsinki 2017, 20.)



Kuva 9. LNG-bunkrausta rekasta ja voimakasta höyryn muodostumista (Marine Insight 2020)

Kuvassa 9 näkyy voimakasta höyryn muodostumista bunkrauksen aikana. Voimakas höyryn muodostuminen johtuu lämpötilaerosta polttoaineen ja ympäristön välillä. Koko bunkrauksen ajan bunkkeriaseman miehityksen tulisi olla aiemman laaditun suunnitelman mukainen. Joka tapauksessa vähintään vahvimies on oltava bunkkeriasemalla. Bunkkeriaseman henkilöstövaihto bunkrauksen aikana voidaan tehdä noudattaen asianmukaista luovutusmenettelyä (hand-over). Kaikki bunkrauksen tarkastuslistaan kirjatut asiat bunkrauksen aikana pitäisi tarkistaa säännöllisin väliajoin. Kommunikointi polttoaineen toimittajan ja vastaanottavan aluksen välillä tulisi tarkastaa säännöllisesti. Sääolosuhteita on tarkkailtava bunkrauksen aikana ja mikäli sää huononee odottamattomasti, tulisi sen johtaa polttoaineen siirron keskeyttämiseen tai jopa kokonaan bunkrausletkun irrottamiseen. Bunkrauksen aikana LNG:n siirtoantureita ja polttoainetankkien tasoja pitää seurata. Mikäli bunkrauksen aikana höyryn tasapainotuslinja on käytössä, on sen virtausta ja paineita seurattava tarkasti. Kun tankkien viimeisen täytön tasot saavutetaan, on asiasta ilmoitettava polttoaineen toimittajalle. Tämän jälkeen bunkrausnopeutta alennetaan jo aiemmin papereissa sovitulle tasolle. (Risk focus 2019, 9.)

3.4.4 Bunkrauksen jälkeen

Kun bunkraus on suoritettu, kiinteät putkistot ja bunkrausletkut on tyhjennettävä ja siirtopumppu pitäisi tyhjentää. Kaikki valumalinjat ja venttiilit pitää var-

mistaa, että ne ovat tyhjä. Polttoainelinjoissa olevan LNG:n annetaan höyrystyä, joka syrjäyttää jäljellä olevan nesteen takaisin säiliöihin (LNG bunkering procedure 2020). Kaikki paineenalennusventtiilit ja tuuletukset tarkastetaan mahdollisen ylipaineen estämiseksi. Bunkrauksen polttoainelinja sekä bunkrausletku pitää inertoida tyypellä, ennen letkun irrottamista manifoldista. On oltava varovainen kun irrotetaan bunkrausletku manifoldista, sillä LNG:n höyry on kylmää ja sitä voi ihminen hengittää vahingossa. (Port of Helsinki 2017, 24.)

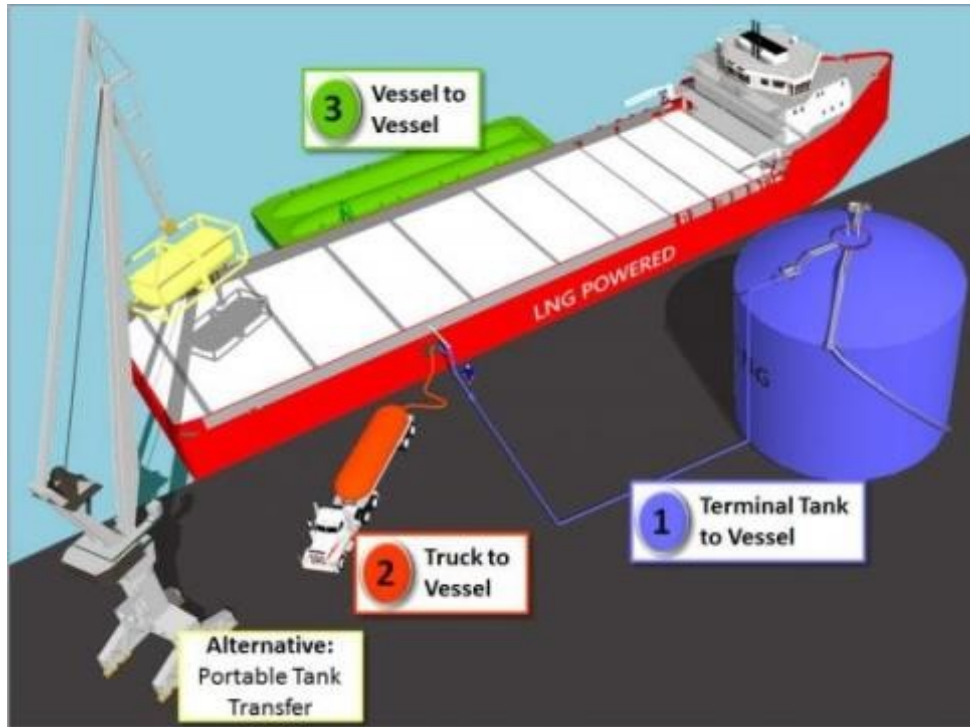
Tämän jälkeen polttoaineen toimittaja sekä LNG-käyttöinen alus suorittavat tarvittavat toimenpiteet lähtöä varten ja bunkraus on näin ollen päättynyt. Bunkrauksen päätyttyä laivan vastuuhenkilön tulee saada ja allekirjoittaa polttoaineen toimittajan vastuuhenkilön allekirjoittama LNG Bunker Delivery Note. LNG Bunker Delivery Note on liitteenä 4. Lisäksi bunkrauksen päätyttyä kaikki tarvittavat asiakirjat on täytettävä, ennen poistumista bunkrauspaikalta. Näihin asiakirjoihin lukeutuu muun muassa tarkastuslistat sekä säilytettävät lokikirjat. Bunkrauksessa osallisena olleet alukset ilmoittavat asianomaiselle, kansainväliselle, kansalliselle ja paikalliselle viranomaiselle bunkrauksesta, että se on päättynyt. Myös LNG-bunkrauksen yhteydessä aloittamis- ja lopettamisaika merkitään ylös. (LNG bunkering procedure 2020; Risk focus 2019, 9.) Vastaaanottavan aluksen päällikkö valvoo koko bunkrauksen ajan sen turvallisuutta. Päälliköllä on oikeus keskeyttää bunkraus, mikäli bunkrausprosessi poikkeaa aiemmin suunnitellusta ja sovitusta. (Port of Helsinki 2017, 24.)

LNG-bunkrauksen aikana mittauksia ei tarvita, mikäli polttoaine toimitetaan aina samalta toimittajalta ja tiedetään varmasti sen tasalaatuisuus. Näin ollen toimitettu polttoaine-erä on jäljitettävissä, mikäli sen kanssa tulisi ongelmia. Kuitenkin bunkrauksen yhteydessä mitataan määrä massavirtamittarilla sekä nesteen lämpötila. Mittari sijaitsee polttoainetta toimittavassa yksikössä ja lämpötilan mittaus tapahtuu tankin sisältä, jossa on lisäksi pinnankorkeuden sekä paineen mittaus. Eli LNG-bunkrauksen yhteydessä mittauksia on järkevää suorittaa, mikäli polttoaineen toimittaja vaihtuu usein. Polttoaineen koostumus on myös mahdollista määrittää laivalla. Siihen käytetään kaasuanalysaattoria, joka on kiinteästi asennettu laivaan tai kannettavana laitteena. (Karvonen 2013, 36.)

Nesteytettyä maakaasua bunkrattaessa tankkiin, mittauksen ensimmäinen vaihe on tehdä näytteenotto ja sen jälkeen höyrystetään näyte. Näytteen höyrystäminen on mittauksen kriittisin vaihe. Höyrystimelle menevän nesteytetyn maakaasun on oltava nestemäisessä olomuodossa sekä yhtä kylmää, kuin putkistossa virtaava polttoaine. Näin varmistutaan, että näyte on saman tiheyden omaavaa kaasua jota bunkrataan. Höyrystymisen jälkeen näyte siirtyy näytteenottoputkea pitkin kaasukromatografille, josta saadaan kaasun ominaisuudet. Näytteenottolaitteesta on myös mahdollista ottaa säännöllisin väliajoin näyte kaasunäyteastiaan, jolla se voidaan lähettää laboratorioon tutkittavaksi. Näyte otetaan bunkrauksen aikana, kun virtaus on vakaa sekä pumppausnopeus pysyy vakiona. Mikäli bunkraus joudutaan keskeyttämään, on myös näytteenotto keskeytettävä. (Karvonen 2013, 37.)

4 BUNKRAUSTAVAT JA EROAVAISUUDET SATAMASSA JA MERELLÄ

Aluksen bunkraus satamassa ja merellä on hieman erilaista. Satamassa polttoainetäydennys on mahdollista tehdä sekä suoraan terminaalista että rekasta bunkraamalla aluksen laiturinpuoleiselta kyljeltä tai bunkkerialuksesta, aluksen merenpuoleiselta kyljeltä. Bunkkerialus ajaa satamassa aluksen merenpuoleiselle kyljelle bunkrauksen ajaksi ja se kiinnitetään omaan laivaan kiinni. Kun taas puolestaan merellä, bunkraus suoritetaan pääsääntöisesti bunkkerialuksesta. Merellä bunkkerialus ajaa aluksen kyljelle ja se kiinnitetään omaan laivaan kiinni. Oma laiva on tavallisesti tässä kohtaa ankkurissa. Bunkkerialuksen sijaan sekä satamassa että merellä on mahdollista käyttää proomua, jota liikutetaan yleensä hinaajan avulla. Nykyään kuitenkin yleisempi tapa on käyttää bunkkerialusta. Lisäksi LNG:n kohdalla bunkrausta voidaan suorittaa siirrettävästä kontista. Bunkrauksen haastavuuteen vaikuttaa paljon, mitä polttoainetta ollaan bunkraamassa ja se voi asettaa omia erityisvaatimuksia. Esimerkiksi LNG:n bunkraus merellä on näistä polttoaineista ja bunkraustavoista kaikkein haasteellisin.



Kuva 10. Bunkraustavat LNG-käyttöisellä aluksella (Henderson International Group 2017)

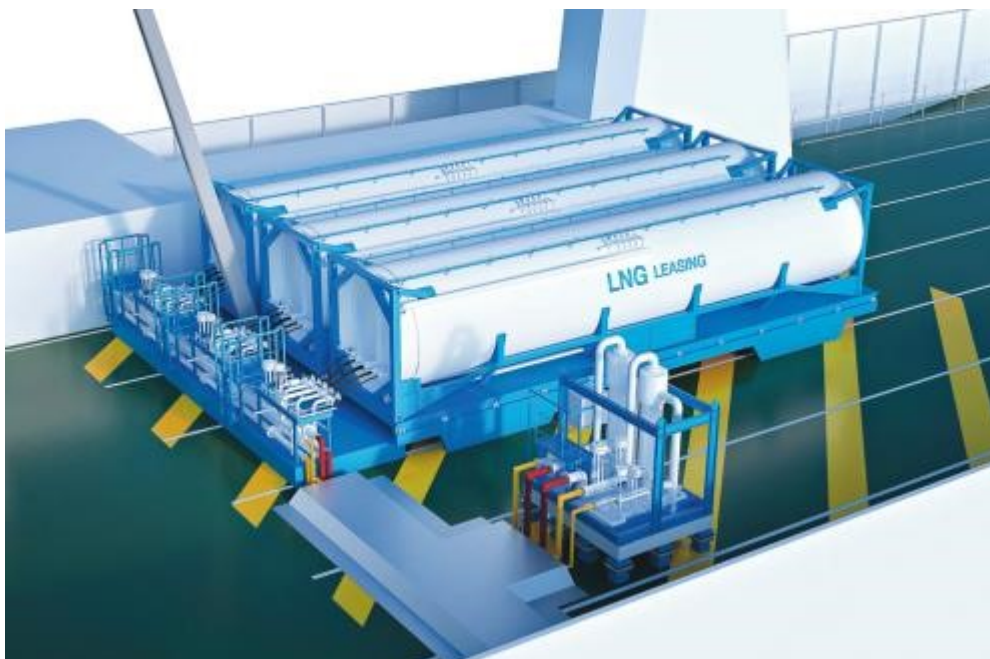
Kuvasta 10 nähdään bunkraustavat aluksella, joka käyttää polttoaineenaan nesteytettyä maakaasua. Samat bunkraustavat pätee myös muille työssä käsiteltäville polttoaineille, lukuun ottamatta bunkrausta siirrettävästä kontista. LNG-bunkrauksia pystytään periaatteessa tekemään missä tahansa, kun turvallisuusmääräykset täyttyvät. Rekasta bunkratessa LNG:tä on kuitenkin huomioitava, että rekoilla voidaan toimittaa vain rajallinen määrä kerrallaan. Isompia määriä tankataan pääsääntöisesti suoraan LNG-terminaalista tai bunkkerialuksesta. (Section 3.3 - bunker delivery modalities 2015, 15.)

Käytännössä itse bunkrausprosessi ei eroa merkittävästi, tankataanko polttoainetta terminaalista, rekasta, bunkkerialuksesta tai promusta. Kuitenkin eri bunkraustavat sisältävät erilaisia asioita, kuten alusten välinen kiinnitys, niiden liikkuminen, pumppausnopeus, kapasiteetti ja esivalmisteluiden laajuus ennen bunkrausta.

4.1 Aluksen bunkraus LNG:llä siirrettävästä kontista

Nesteytetyn maakaasun polttoainetäydennyksiä voidaan suorittaa myös siirrettävästä säiliöstä tai kontista. LNG-konttibunkraus on tapa tuoda nesteytetyn maakaasun käyttö mahdolliseksi, kun kiinteä säiliöratkaisu aluksella ei ole

mahdollista. Vaikka tavanomaiset kiinteät polttoainesäiliöt ovat edelleen suosituin vaihtoehto, niin ne eivät kuitenkaan sovellu kaikkiin aluksiin. Pienille sekä keskisuurille aluksille, joissa nesteytetyn maakaasun käyttöön vaadittava kapasiteetti ei ole suurta, tämä ratkaisu tarjoaa hyvän vaihtoehdon tavanomaisille kiinteille säiliöille. Mikäli nesteytettyä maakaasua ei ole saatavilla tai bunkraus ei ole mahdollista, voidaan nesteytetyn maakaasun käyttö kuitenkin mahdollistaa käyttämällä LNG-kontteja. Siinä kontti on täytetty etukäteen LNG:llä ja se siirretään alukseen kannelle, matkalle mukaan. (Increasing flexibility in LNG fuel handling 2013.)



Kuva 11. LNG-kontit aluksen kannella, kytkettynä polttoainejärjestelmään (Wärtsilä Technical Journal 2013)

Kuvasta 11 nähdään, millaisia LNG-kontit voivat olla ja miten ne ovat aluksen kannella sekä kytkettynä laivan polttoainejärjestelmään. LNG-kontit siis kuljetetaan tietä pitkin ja täytetään etukäteen lähimmässä nesteytetyn maakaasun terminaalissa ja sitten siirretään kontit alukseen, ilman että vaaditaan bunkrausta erikseen satamassa. 40 jalan eli noin 12 metrin pituinen LNG-kontti on suunniteltu kuljettamaan nesteytettyä maakaasua ja se pystytään toimittamaan moniin satamiin ympäri maailman. 40 jalan kontin tilavuus on noin 45 m³. Nesteytetyn maakaasun kontteja on mahdollista ostaa tai vuokrata eripituisiksi vuokra-ajoiksi. Tässä bunkraustavassa alukselle ei siis oteta erikseen nesteytettyä maakaasua, vaan tarvittaessa vain vaihdetaan uusi LNG-kontti tilalle. LNG-kontteja on olemassa erikokoisia. Koot vaihtelevat 20 – 45 jalan

yksiöiden välillä. Kuitenkin laajasti käytetyt 10, 20 ja 30 jalan kryogeenisten konttien sijaan, nesteytetyn maakaasun osalta käytetään etupäässä 40 ja 45 jalan kontteja, jotta se olisi taloudellisesti houkutteleva vaihtoehto. Cryogenic Container Solutions B.V. omistaa suuren osan 40 jalan kryogeenisistä konteista niin Euroopassa, kuin myös maailmanlaajuisesti. (Increasing flexibility in LNG fuel handling 2013; Karvonen 2013, 52-53; LNG container leasing 2020; LNG containers – LNG supplier 2020; What really is bunkering 2017.)

LNG-konttien lisäksi järjestelmä koostuu telakointiasemasta sekä kiinteästi laivaan asennetusta höyrystimestä (engl. evaporator skid). LNG-kontit on tarkoitettu asennettavaksi avoimeen tilaan aluksen kannelle. LNG-kontti koostuu IMO-typin C tankista, joka on ulomman kontin sisällä. Sekä sisätankki että ulkokontti on valmistettu ruostumattomasta teräksestä, joka mahdollistaa ulkokontin toimivan toissijaisena suojana. LNG-kontti on varustettu asianmukaisilla venttiileillä ja välineillä, joita tarvitaan sekä käyttö- että turvallisuustarkoituksiin. LNG-kontin liitäntäventtiilit sijaitsevat kontin päässä, jotta se on helppo liittää aluksen polttoainejärjestelmään. LNG-kontin liitäntä aluksen polttoainejärjestelmään suoritetaan joustavilla letkuilla, joissa on pikaliittimet. Pikaliittimissä on sulkuventtiilit molemmissa päissä, vuotojen estämiseksi letkujen kiinnityksen ja irrotuksen aikana. Nesteytetyn maakaasun käyttö siirrettävästä kontista tarjoaa hyvän lisän muiden bunkraustapojen ohessa. Nesteytetyn maakaasun käyttö kontista on kuitenkin vielä melko uutta, etenkin Suomessa. Tätä järjestelyä käytetään etupäässä ro-ro- ja konttialuksilla tai muilla aluksilla, joissa satamassa käyntiaika ei riitä bunkraukseen. Nesteytetyn maakaasun kontteja voidaan käyttää myös suoraan polttoainesäiliöinä kiinteissä asennuksissa. Tällöin asennuksesta tulee kustannustehokas, nopea sekä kilpailukykyinen. (Increasing flexibility in LNG fuel handling 2013; Karvonen 2013, 52-53; LNG container leasing 2020; LNG containers – LNG supplier 2020; What really is bunkering 2017.) Nesteytetyn maakaasun konttibunkrauksen huonona puolena kuitenkin on, että konttien vaihto tapahtuu käytännössä vain satamassa.

4.2 Aluksen bunkraus satamassa suoraan terminaalista

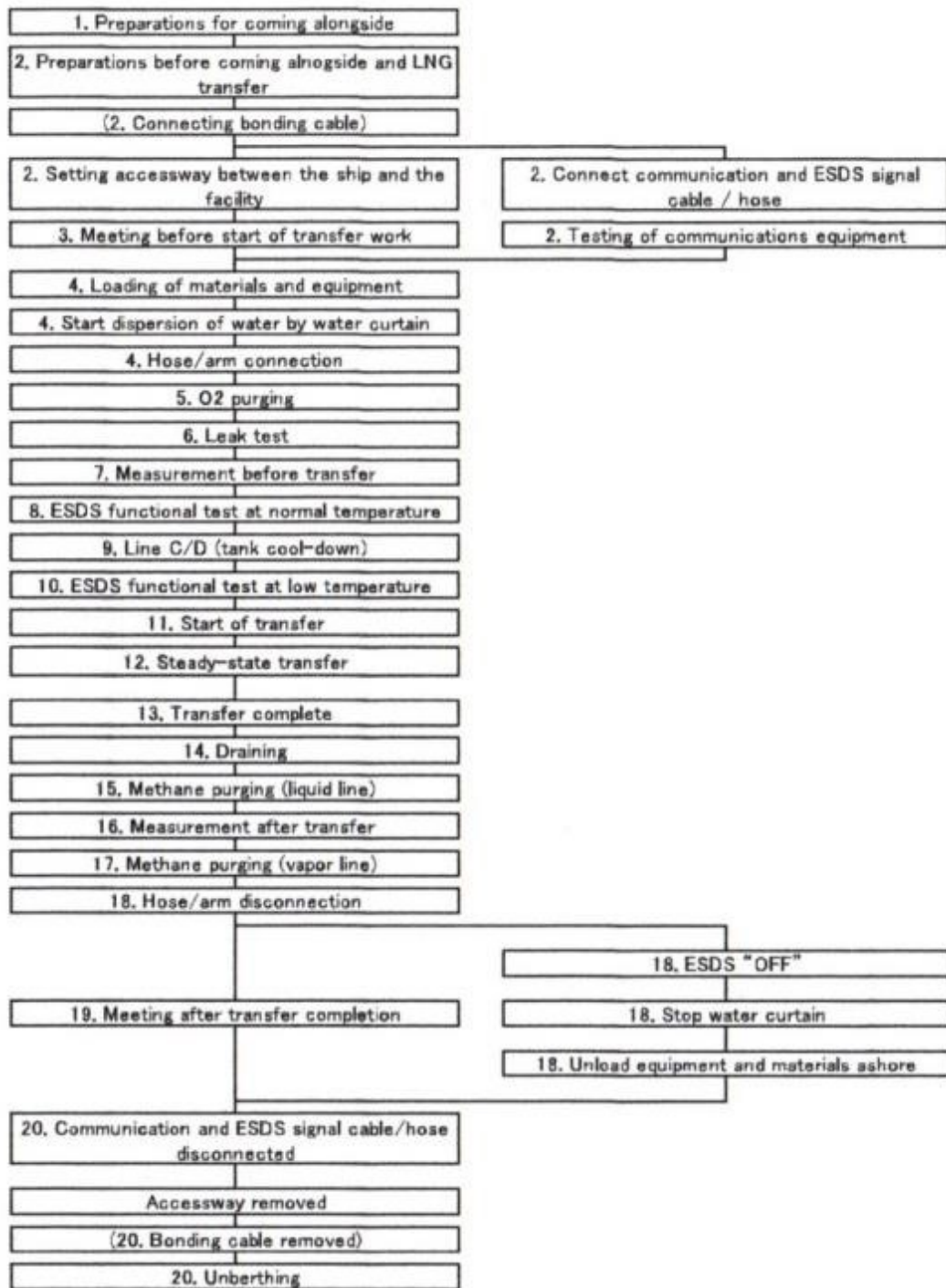
Aluksen bunkraamista terminaalista voidaan kutsua myös Shore-to-Ship-menetelmäksi. Aluksen bunkraaminen suoraan terminaalista on yksi yleisim-

mistä tavoista bunkrata laivaa, etenkin nesteytetyn maakaasun kohdalla. Terminaalissa polttoaine voidaan bunkrata välittäjä tankista, pieneltä asemalta tai suoraan tuonti- tai vientiterminaalilta. Myös nesteytetyn maakaasun terminaalit yleistyvät monissa paikoissa ympäri maailman. Aluksen bunkraukseen terminaalista käytetään joko letkuja tai niin kutsuttuja lastausvarsia (engl. loading arm). Putkilinjoja terminaalista laiturille tarvitaan, mikäli terminaalista ei sijaitse suoraan laiturin läheisyydessä. Putkilinja sekä lastausvarsivarustelut ovat kiinteitä, joten se mahdollistaa asentaa suuremman letkun bunkrausnopeuden lisäämiseksi. LNG-bunkrauksen nopeus voi olla yli 400 m³, jopa 2000 m³ tunnissa ja tämä mahdollistaa lyhyemmät bunkrausajat. Terminaalissa varastoidaan yleensä 500 – 20 000 m³ LNG:tä. Terminaalista laivaan bunkraus on hyvä vaihtoehto satamille, joilla on vakaa ja pitkäaikainen polttoaineen kysyntä. (Shore-to-Ship LNG bunkering 2018.)



Kuva 12. Aluksen bunkrausta LNG-terminaalista (ConferenzaGNL 2018)

Kuvassa 12 on esimerkki aluksen bunkraamisesta LNG-terminaalista. Kuvasta nähdään muun muassa millainen LNG-terminaali on, sekä bunkraukseen käytettävät lastausvarret näkyvät kuvasta. Ennen bunkrausta varmistetaan aluksen ja terminaalin yhteensopivuus etukäteen. LNG-bunkrauksen ESDS ja ERS -järjestelmät sijaitsevat terminaalista puolella lastausvarsissa. LNG:n bunkraus terminaalista laivaan etenee alla olevien ohjeiden mukaan. (Operation guidelines for Shore to Ship LNG transfer 2020.)



Kuva 13. LNG-polttoaineen siirron ohjeet terminaalista laivaan (MLIT Japan 2020, 34)

Kuvasta 13 nähdään LNG-bunkrauksen ohjeet, kun bunkrataan terminaalista laivaan. Käytännössä terminaalista bunkraaminen ei juuri eroa muista bunkraustavoista. Suurin ero on polttoaineen toimitusnopeudessa sekä useimmiten lastausvarsien käyttö perinteisen bunkrausletkun sijaan. Terminaalissa on oltava menettelyt turvalliseen tankkaus- ja lastaustoimintoihin sekä terminaalin vastuulla on laatia yleinen toimintasuunnitelma hätätilanteiden varalta. Terminaalin vastuulla on myös varmistaa, että kukaan ylimääräinen ei liiku bunkra-

uksen aikana etukäteen määritetyillä turvallisuusalueilla. Terminaalista bunkratessa on tärkeää muistaa tehdä polttoainetäydennys aina asiaankuuluvan tarkastuslistan avulla. Terminaalin henkilökunta voi vaatia erityistä alusten tarkastamista ennen bunkrauksen sallimista. On syytä huomioida, että terminaalioperaattoreilla on myös oikeus kieltäytyä polttoaineen bunkrauksesta. (Humber estuary services 2018, 2; LNG operating regulations 2017, 7.)

4.3 Aluksen bunkraus satamassa rekasta

Tässä työssä käsiteltävistä eri bunkraustavoista rekasta bunkraus on käytännössä helpoin. Siinä rekka ajaa aluksen laituriinpuoleiselle kyljelle ja alukselta avataan laituriinpuolen bunkkeriaseman ovi polttoainetäydennystä varten. Rekasta bunkratessa ei tarvitse paljon miettiä sääolosuhteita vallitsevan aallokon puolesta, koska alus on kiinnitettyä satamassa ja rekka ajaa aluksen viereen laiturilla. Eli tämä bunkraustapa on myös käytännössä turvallisin, sillä suurin osa riskeistä poistuu kun ei työskennellä aluksen merenpuoleisella kyljellä. Myös rekasta bunkratessa ei käytännössä tarvitse asentaa nostettavaa kulkusiltaa (gangway), sillä yleensä rekan kuljettaja pystyy antamaan bunkrausletkun laiturilta.

Rekasta bunkratessa yhdestä autosta saatava polttoainemäärä on pienempi, verrattuna esimerkiksi bunkkerialukseen. Kuitenkin autoja voi olla useampia bunkraamassa alusta. Näin ollen tämä ei ole ongelma, paitsi ajallisesti hieman hitaampaa, koska rekasta bunkratessa letkuja joudutaan vaihtamaan bunkrauksen aikana autosta toiseen. Eli isojen määrien bunkraaminen rekasta ei ole järkevää. Rekasta bunkratessa joissakin tapauksissa auton kuljettaja saattaa tulla itse tekemään alukseen bunkrausletkun kiinnityksen. Kuitenkin yleensä bunkrausletkun kiinnittää bunkkeriasemalla aluksen oma miehistö. Yleensä uuden laivan ensimmäinen bunkraus suoritetaan rekasta, tämä on tyypillistä etenkin LNG-käyttöisillä aluksilla.



Kuva 14. Aluksen bunkrausta satamassa MDO-polttoaineella rekasta

Kuvassa 14 on esimerkki aluksen bunkrauksesta satamassa. Kuvassa bunkrataan MDO-polttoainetta satamassa rekasta. Pääsääntöisesti satamassa rekasta bunkrataan MDO- tai LNG-polttoaineita. Eli yleensä HFO-polttoainetta otetaan bunkkerialuksesta tai suoraan terminaalista. Nesteen tietojen mukaan diesel polttoainelaatujen toimituksissa rekalla pumppausnopeus on enintään 300 m³ tunnissa ja kapasiteetti 38 – 60 m³. Tyypillinen aluksen bunkrausaika rekalla toimitettaessa on neljä tuntia. (Neste Marine myyntiesite 2017.)

Työssä liitteenä 5 on LNG-bunkrauksen tarkastuslista, joka on tarkoitettu rekasta laivaan LNG-bunkraukseen. Tarkastuslistassa on toimenpiteet, jotka on suoritettava ennen bunkrauksen aloittamista. Rekasta bunkraaminen ei ole sidottu tiettyyn laituripaikkaan tai satamaan, mutta ennen nesteytetyn maakaasun bunkraamista on saatava satamaviranomaisilta lupa suorittaa LNG-bunkrausta kyseisellä satama-alueella. Tämä johtuu siitä, että LNG:n bunkraamiseen on olemassa tiukemmat määräykset myös satama-alueella, verrattuna esimerkiksi MDO-polttoainetäydennykseen. Esimerkiksi alue pitää rajata turvallisuusalueisiin ja siellä ei saa olla maassa kaivanteita tai kaivoja, joihin LNG:tä voi vapautuessaan mennä. (Karvonen 2013, 46-47.)

Nesteytettyä maakaasua toimitettaessa laivalle, on joko laivalla tai rekassa oltava pumppuasema. Nesteytettyä maakaasua kuljettavat rekat ovat lisääntyneet, joissa on myös pumppuasema bunkrausta varten. Nesteytettyä maakaasua laivoille kuljettavat rekat on myös varustettu ESDS hätäpysäytysjärjestelmällä. Ennen bunkrauksen aloittamista on rekan ja aluksen välinen maadoitus suoritettava. Yleensä autojen bunkrauskapasiteetti on noin 40 – 60 m³ tunnissa ja autoon mahtuu noin 34 – 80 m³ LNG:tä. Rekasta bunkrauksen huonoina puolina pidetään, että kerralla saatava määrä on pieni sekä bunkraus on hidas toimenpide toimitettaessa isompia määriä. Lisäksi autoissa ei ole tyytymättömyyttä, joten tankkauksen jälkeen tapahtuu metaanipäästö. Kuitenkin on mahdollista tyytymättömyyttä tankkauslinja aluksesta rekalle asti, näin ollen ei tapahdu metaanipäästöä. (Karvonen 2013, 46-47.) Rekasta bunkraus tuo kuitenkin joustavuutta bunkrauspaikalle sekä bunkraus rekasta mahdollistaa lyhyen bunkrausletkun käytön, jolloin lämmön siirtyminen nesteytettyyn maakaasuun on vähäisempää.

4.4 Aluksen bunkraus satamassa bunkkerialuksesta

Rekasta bunkraukseen verrattuna, aluksen bunkraus bunkkerialuksesta satamassa on jo hieman haasteellisempi. Tässä bunkraustavassa tulee jo aluksien kiinnittäminen toisiinsa ja lepuuttajien asennus sekä turvallisen kulun järjestäminen aluksien välille. Yleensä turvallisen kulun järjestämiseen alusten välillä käytetään nostettavaa kulkusiltaa (gangway), joka laitetaan bunkkerialuksesta bunkkeriasemalle. Tätä pitkin voidaan kulkea tarvittaessa aluksesta toiseen sekä bunkrausletkun vastaanottaminen on helpompaa. Bunkkerialuksessa on yleensä jo valmiina asennettuna lepuuttajat aluksen kyljelle, mutta tämä on kuitenkin syytä huomioida etukäteen valmisteluissa.

Ennen bunkrausta on syytä huomioida alusten kokoero ja miten se vaikuttaa bunkrausprosessiin, koska yleensä bunkkerialus on pienempi kuin vastaanotettava alus. Kuitenkin sääolosuhteet ovat yleensä hyvät satama-alueilla, joten tämä bunkraustapa on melko turvallinen. Kuitenkin on jo suurempi riski olemassa, kun työskennellään aluksen merenpuoleisella kyljellä. Myös bunkkerialus voi hangata tai tehdä vaurioita omaan alukseen, mikäli aluksien kiinnitys toisiinsa ei ole oikein. Lisäksi mereen putoamisen riski on olemassa. Rekasta bunkraukseen verrattuna bunkraus bunkkerialuksesta on yleensä nopeampaa,

sillä pääsääntöisesti saadaan kerralla tilattu polttoainemäärä. Kuitenkin ajallisesti aluksien kiinnittäminen toisiinsa vie hieman aikaa.



Kuva 15. Aluksen bunkrausta satamassa MDO- ja HFO-polttoaineilla bunkkerialuksesta

Kuvassa 15 on esimerkki aluksen bunkrauksesta satamassa bunkkerialuksesta. Kuvassa bunkrataan yhtä aikaa sekä MDO- että HFO-polttoaineita. Bunkkerialuksesta bunkrataan pääsääntöisesti kaikkia työssä käsiteltäviä polttoaineita. Kuitenkin LNG-bunkraukseen käytetään omaa bunkkerialusta, jolloin kyseisestä aluksesta ei ole mahdollista saada muita polttoaineita. Nestein tietojen mukaan se pystyy toimittamaan Suomessa diesel polttoainelaatuja muun muassa bunkkerialuksella, jossa pumppausnopeus on enintään 1000 m³ tunnissa ja kapasiteetti enintään 4400 m³. Bunkkerialuksella polttoainetta toimitettaessa tyypillinen bunkrausaika on kaksi tuntia. (Neste Marine myyntiesite 2017.)

Helsingin satamassa on jo bunkrattu nesteytettyä maakaasua bunkkerialuksesta vastaanottavaan alukseen, kun alusta on lastattu samaan aikaan satamassa. Eli niin kutsuttu SIMOPS (engl. simultaneous operations) LNG-bunkraus. Tämä bunkraustapa on erittäin hyvä, sillä samaan aikaan voidaan lastata satamassa sekä bunkrata alusta bunkkerialuksesta, joka on melko nopeaa. Joillakin aluksilla satamassa käyntiajat ovat lyhyet esimerkiksi ropax -aluksilla noin yksi tunti, joten aluksen bunkraus sekä lastaus on tapahduttava samaan aikaan. Normaalisti samanaikaiset operaatiot LNG-bunkrauksen aikana ovat olleet kielletty tai rajoitettu minimiin. LNG:n bunkraus on käytännössä yhtä tehokasta kuin muidenkin polttoaineiden bunkraus, varsinkin kun se suoritetaan yhtä aikaa samanaikaisten lastaustoimintojen kanssa. (Nauticor and Unifeeder conduct first SIMOPS LNG bunker operation 2019.)

Nesteytetyn maakaasun bunkrausta voidaan suorittaa myös pimeällä, kunhan riittävästä valaistuksesta huolehditaan. Valaistuksen vähimmäisvaatimukset ovat bunkkerialuksen kansi, vastaanottavan laivan bunkkeriasema sekä kiinnityspollarit. Myös vastaanottavan aluksen bunkrauksen puolen kylki on syytä valaista riittävästi. Nesteytetyn maakaasun bunkrauksessa on syytä huomioda, että toiminnalle on aina saatava satamaviranomaisten lupa sekä turvaetäisyyksistä ja muista rajoituksista on sovittava etukäteen. Lisäksi turvaetäisyyksistä on huolehdittava bunkrausprosessin aikana ja ne on merkittävä varoituskyltein. Tavallisesti nesteytettyä maakaasua bunkratessa bunkrausletku annetaan vastaanottavaan alukseen bunkkerialuksen nosturin avulla. Nesteytetyn maakaasun bunkrauksessa bunkkerialuksesta annetaan letku, jota pitkin nesteytettyä maakaasua bunkrataan. Lisäksi käytössä voi olla toinen letku, joka on tarkoitettu bunkrauksesta aiheutuvien höyryjen paluuseen takaisin bunkkerialukseen. Ja lisäksi vielä kolmas letku, jota pitkin typpeä voidaan johtaa polttoainelinjan puhdistamiseen. On syytä huomioda, että bunkrauksen aikana letkut eivät saa joutua kosketuksiin teräskannen kanssa. (LNG ship to ship bunkering 2011.)

LNG-bunkrauksessa on huomioitava, että tankin maksimikapasiteetti on 98 % ja se voi olla pienempi järjestelmän suunnitteluun liittyvistä syistä. Tankin korkeampi täyttöraja voidaan sallia tapauskohtaisesti luokituslaitosten ja sääntelyelinten vaatimusten perusteella. (LNG ship to ship bunkering 2011.) Laivasta laivaan LNG-bunkraus nopeus on yleensä noin 150 – 200 m³ tunnissa ja

bunkkerialuksen tilavuus tyypillisesti 100 – 6500 m³ (Karvonen 2013, 50).

Bunkkerialuksesta bunkraus tuo joustavuutta polttoainetäydennykseen, koska se voidaan suorittaa joko satamassa, ankkurissa tai merellä.

4.5 Aluksen bunkraus merellä bunkkerialuksesta

Aluksen bunkraus merellä on järkevä vaihtoehto satamassa tapahtuvalle bunkraukselle, koska osa ruuhkista voidaan estää kun aluksia bunkrataan merellä laituripaikan sijaan. Lisäksi joillakin aluksilla ei ole välttämättä edes tarvetta satamakäynnille juuri sillä hetkellä, mutta bunkrauksen takia tarvitsisi laituripaikan. Tällaisille aluksille merellä bunkraus on erittäin hyvä vaihtoehto ja satamamaksuiltakin yleensä välttyään.

Näistä bunkraustavoista merellä bunkraus on haasteellisin ja siinä on eniten asioita, joita on huomioitava etukäteen. Esimerkiksi vallitsevat sääolosuhteet vaikuttavat enemmän merellä bunkratessa, verrattuna satamassa tapahtuvaan bunkraukseen. Mikäli aallokko merellä on kovaa, ei ole järkevää alkaa suorittamaan merellä bunkrausta. Bunkkerialuksen kiinnittyminen aluksen kyljelle on tällöin haasteellista ja kiinni ollessaan, voi laivojen hankaaminen aallokossa aiheuttaa vaurioita aluksiin. Myös miehistön toimiminen haasteellisissa olosuhteissa ei ole järkevää. Lisäksi näkyvyys voi vaikuttaa bunkrauksen turvallisuuteen ja jopa keskeyttää toiminnan. Mikäli merellä bunkrauksen yhteydessä tapahtuu vuoto, polttoaine leviää nopeammin johtuen merellä vallitsevien aaltojen ja virtausten takia sekä näin ollen myös puhdistaminen on vaikeampaa (Bunkering at sea 2015, 12).



Kuva 16. Aluksen bunkrausta merellä HFO-polttoaineella

Kuvassa 16 on esimerkki merellä tapahtuvasta bunkrauksesta. Kuvassa bunkrataan HFO-polttoainetta bunkkerialuksesta hyvissä olosuhteissa merellä. Merellä voidaan käytännössä bunkrata kaikkia työssä käsiteltäviä polttoaineita niihin kuuluvilla bunkkerialuksilla tai proomuilla. Kuitenkin haasteellisin merellä bunkrattava sekä eniten etukäteen valmisteluita ja huomiota vaativa polttoaine on LNG. Yleensä jokaisen sataman bunkraus ohjeistuksissa on kerrottu koordinaatein paikat, joissa merellä bunkrausta saa suorittaa tai satamaviranomaiset erikseen määrittelevät bunkrauspaikat.

Eri maissa merellä bunkraukseen liittyy omia määräyksiä ja ohjeistuksia, joita on noudatettava. Esimerkiksi bunkraustapahtumasta pitää ilmoittaa asianmukaisille viranomaisille ja bunkraus on kiellettyä alusten liikkuesssa. Lisäksi esimerkiksi SOHAR:n satama-alueella kunkin aluksen on toimitettava satamaviranomaiselle vähintään 48 tuntia ennen bunkrausta ship-to-ship-suunnitelma toiminnasta. Lisäksi on toimitettava täydelliset tiedot lastista, mukaan lukien sen IMDG-koodiluokittelu, vähintään 48 tuntia ennen saapumista. (STS transfer 2020.) Myös eri polttoaineiden bunkraukseen merellä voi olla omia erityismääräyksiä. Muun muassa LNG-bunkraus merellä on vaarallisempaa, verrattuna MDO- tai HFO-bunkraukseen ja näin ollen sille on olemassa omia eri-

tyismääräyksiä. Bunkrausta voidaan suorittaa tarvittaessa myös yöllä, mikäli siihen on satamaviranomaisten lupa sekä valaistus ja sääolosuhteet ovat hyvät (STS transfer 2020).

Ennen merellä bunkrauksen aloittamista on suoritettava seuraavat toimenpiteet. Bunkkerialuksen ja vastaanottavan laivan on hyväksyttävä alue, jossa bunkrausprosessin on tarkoitus tapahtua ottaen huomioon sää- ja meriolosuhteet sekä sääennuste. Alusten välisestä kiinnitysmenettelystä ja ankkuroinnista on sovittava etukäteen sekä kiinnitys tullaan suorittamaan aiemmin sovitulla tavalla. Ankkurointi- ja bunkrauslupa on hankittava satamaviranomaisilta ennen saapumista ankkuripaikalle. Vastaanottavan aluksen on oltava turvallisesti ankkurissa ennen bunkrausprosessin alkamista. Bunkkerialuksen ja vastaanottavan laivan välille on kiinnitettävä lepuuttajat (fenderit). Bunkkerialuksen ja vastaanottavan laivan vastuuhenkilöiden on oltava VHF-radion välityksellä kontaktissa toisiinsa koko bunkrauksen ajan. Mikäli käytetään kannettavia VHF-radioita, vara-akkujen on oltava helposti saatavilla. (Bunkering at sea 2015, 14; HELCOM 2019; Bimco 2003; DMA 2018.)

Bunkkerialuksen sekä vastaanottavan laivan scupperit, joihin bunkrausprosessilla on vaikutusta, on suljettava. Bunkrausprosessiin osallistuvan miehistön on käytettävä henkilökohtaisia suojarusteita sekä pelastusliivejä. Bunkrausletku annetaan yleensä nosturin avulla, kun bunkrataan merellä. Bunkrausletku kiinnitetään ja tuetaan kunnolla siten, että siinä on varaa alusten välillä liikkumiseen. Molemmissa aluksissa bunkrauksen vastuuhenkilöt tarkastavat letkun kiinnityksen. Seuraavaksi varmistetaan, että kaikki vastaanottavan aluksen venttiilit on avattu oikeisiin tankkeihin. Myös molemmilla aluksilla venttiilit ja putkilinjat, joita ei käytetä toiminnan aikana, on suljettu sekä tarvittaessa sokeoitu. Molemmilla aluksilla on asennettava riittävän kokoiset valuma-astiat letkuliitäntöjen alle. Bunkkerialuksella on oltava helposti saatavilla välineet polttoainevuodon torjumiseksi merellä, joihin lukeutuu myös nostopuomi. Vastaanottavan aluksen päällystön jäsenen pitää hyväksyä bunkrauksen aloitus, maksimi ja viimeisen täytön paineet. (Bunkering at sea 2015, 14; HELCOM 2019; Bimco 2003; DMA 2018.)

Bunkraus voidaan aloittaa, kun molemmissa aluksissa on tarvittava sammutus- ja SOPEP -kalusto valmiina sekä kaikki bunkraukseen liittyvät paperit

mukaan lukien tarkastuslista ovat täytetty asianmukaisesti. Aluksen päällikön on ilmoitettava satamaviranomaisille, kun bunkraus alkaa ja kun se on päättynyt. Molemmissa aluksissa on oltava valmiina yhteystiedot, johon otetaan välittömästi yhteyttä mahdollisen ympäristövahingon tapahtuessa. Mikäli sää- tai meriolosuhteet heikkenevät siinä määrin, että on epäilyjä bunkrausprosessin turvallisuudesta, on bunkraus keskeytettävä. Myös alusten hankaaminen tai vaurioituminen merellä bunkrausprosessin aikana voi johtaa bunkrauksen keskeytymiseen. Mikäli merellä bunkrauksen aikana tapahtuu jokin vuoto tai suurempi ympäristövahinko, on toiminta keskeytettävä välittömästi ja siitä on ilmoitettava heti satamaviranomaisille. Tämän jälkeen aluksen on ryhdyttävä oman SOPEP-ohjeistuksen mukaisesti torjunta- ja puhdistustoimenpiteisiin. Riippuen ympäristövahingon laajuudesta, paikalle tulee tarvittaessa myös satamaviranomaisten puolesta puhdistus- ja öljyntorjuntakalustoa. Merellä bunkrausta ei pääsääntöisesti suoriteta talvella jääolosuhteissa. (HELCOM 2019; Bimco 2003; DMA 2018; STS transfer 2020.)

Laivasta laivaan nesteytetyn maakaasun bunkraaminen, etenkin merellä on ehdottomasti näistä bunkraustavoista ja polttoaineista haastavin ja vaarallisin. Kaikkiin nesteytetyn maakaasun laivasta laivaan bunkrauksiin liittyy vaaratekijöitä, kuten alusten törmääminen, kiinnittymisen epäonnistuminen, vika bunkrausletkun kanssa, väsymys, käytettävissä oleva miehistö ja samanaikaiset toimenpiteet (Risk focus 2019, 5).

5 TURVALLISUUSASIAT

Eri polttoaineiden bunkraukseen liittyy turvallisuusasioita, jotka on otettava huomioon jo bunkrausta suunniteltaessa. On syytä tietää eri polttoaineiden ominaisuuksista, jotta tiedetään miten ne reagoivat eri tilanteissa. Muun muassa LNG reagoi hyvin eri tavalla vallitsevan ympäristön kanssa, verrattuna MDO- tai HFO-polttoainelaatuihin. Tämän takia LNG on melko vaarallinen polttoaine bunkrata, etenkin polttoaineen lämpötilan takia. Mikäli ihmisen iholle tulisi kylmää nesteytettyä maakaasua, se aiheuttaisi välittömästi vakavia seurauksia.

Bunkrauksen aikana on ehdottoman tärkeää, että bunkkeriasemalla on vahtimies koko bunkrauksen ajan. Hänen tehtävänä on valvoa bunkrausta ja mikäli

hän huomaa jotakin normaalista poikkeavaa, on hänen ilmoitettava siitä välittömästi vahdissa olevalle konemestarille. Mikäli tilanne on niin vakava, on hänen keskeytettävä bunkrausprosessi välittömästi. Tätä varten polttoaineen toimittaja antaa joko hätä-seis-painikkeen tai äänitorven, jota painamalla bunkraus keskeytetään. Näistä bunkrauksen keskeytyksen toimintatavoista sovi-
taan polttoaineen toimittajan kanssa jo etukäteen ennen bunkrauksen aloittamista.



Kuva 17. Hätä-seis-painike bunkkeriasemalla bunkrauksen aikana

Kuvassa 17 näkyy hätä-seis-painike bunkkeriasemalla bunkrauksen aikana. Kuvassa olevassa bunkrauksessa on sovittu etukäteen, että bunkraus voidaan tarvittaessa keskeyttää hätä-seis-painiketta painamalla. Kun painiketta painetaan, bunkraus keskeytyy välittömästi. Lisäksi polttoaineen toimittajan jakoputken välittömässä läheisyydessä on oltava hätä-seis-painike, jolla voidaan pysäyttää polttoaineen siirtopumput (HELCOM 2019, 3). Bunkrauksen keskeytyksen syynä voi olla esimerkiksi vuoto bunkrausletkussa tai -liittimissä. Polttoainevuoto mereen on ehdottomasti kielletty ja alukseen vuotaessaan se aiheuttaa merkittävän riskin tulipalolle.

Bunkraukseen käytettävän letkun on oltava suunniteltu ja sopiva juuri kyseisen polttoaineen siirtoa varten. Myös letkun on oltava riittävän paksu sekä pitkä. Esimerkiksi letkun pitää olla riittävän pitkä laivasta laivaan bunkrauksessa, jotta alukset pystyvät liikkumaan tarvittaessa hieman bunkrauksen aikana. Bunkrausletkut ja -laitteistot tarkastetaan tietyin väliajoin ja paineistetaan, jotta voidaan olla varmoja niiden turvallisuudesta käytössä. Bunkrausletkut, mukaan lukien laipat ja pultit on testattava paineella ensimmäisen kerran ennen sen käyttöönottoa bunkraukseen, lisäksi säännöllisesti joka 4. kuukausi sekä jos letkua on korjattu tai altistettu liialliselle rasitukselle. Viimeisimmän painetestauksen päivämäärä on ilmoitettava letkussa. Lista letkuille suoritetuista tarkastuksista ja painetestauksista sekä muut valmistajan edellyttämät tarkastukset on säilytettävä ja oltava saatavilla polttoaineen toimittajalla milloin tahansa. Myös bunkrausletkujen nostovälineiden on oltava hyvässä kunnossa sekä ne tulisi tarkastaa säännöllisesti. (HELCOM 2019; DMA 2018.)

Bunkrauksen turvallisuusasioihin lukeutuu merkittävästi prosessin työturvallisuus. On olemassa aina riski, että jotain sattuu kun irrotetaan ja kiinnitetään bunkrausletkua manifoldiin. Letkuja kiinnittäessä ja irrottaessa sekä venttiileitä avatessa ja suljettaessa on riski, että polttoainetta tulee ihmisen iholle tai silmiin. Näin ollen on ehdottoman tärkeää, että eri polttoaineita bunkratessa käytetään aina oikeita suojarusteita. Näistä suojarusteista yleensä määritellään tarkemmin aluksella, mitä juuri kyseisellä aluksella tulee käyttää. Kuitenkin yleiset suojarusteet, joita kannattaa käyttää mitä tahansa polttoaineita bunkratessa ovat pelastusliivit, suojalasit sekä hanskat.

Nesteytetyn maakaasun bunkrauksen aikana on noudatettava erityistä varovaisuutta haitallisten tapahtumien välttämiseksi. Mahdollisessa vuototilanteessa kylmän LNG:n ja ympäröivän ilman suuri lämpötilaero aiheuttaa nesteytetyn maakaasun haihtumisen nopeasti. Haihtuva LNG muodostaa höyrypilven, joka jäähdyttää ympäröivää ilmaa. Näin ollen ilman kosteus tiivistyy ja muodostuu sumua, joka yhdessä höyrypilven kanssa vaikuttaa näkyvyyteen. Tietynlaista sumun tai jään muodostumista tapahtuu myös putkien ja letkujen ympärillä normaalin LNG-bunkrauksen aikana. Nesteytetty maakaasu on ilmaa kevyempi lämpötilassa yli $-110\text{ }^{\circ}\text{C}$:ta eli vapautuessaan se alkaa nousta nopeasti ja sekoittua ilman kanssa. Nesteytettyyn maakaasuun liittyvät kryogeeniset ominaisuudet johtuvat LNG:n erittäin matalasta lämpötilasta, tyyppi-

sesti noin -162 °C:ta. Kosketus nesteytetyn maakaasun kanssa voi johtaa vakaviin kryogeenisiin palovammoihin ja paleltumiin ihmisen kudoksiin. Koskettaessa iho voi myös jäädä kiinni LNG:n jäädyttämään metalliin sekä repeytyä irrottaessa. Myös nesteytetyn maakaasun kylmien höyryjen hengittäminen voi aiheuttaa paleltumia ja vakavia vaurioita ihmisen hengitysteissä. Lisäksi silmien altistuminen nesteytetylle maakaasulle voi aiheuttaa silmien paleltumavamman ja voi johtaa pysyvään vaurioon tai pahimmillaan sokeutumiseen. (Port of Helsinki 2017.)

Tämän takia asianmukaisia henkilönsuojaimia tulee käyttää aina LNG-bunkrauksen aikana. Kylmäsuojauksen kannalta on välttämätöntä käyttää oikeita käsineitä. Myös tahatonta kosketusta kryogeenisten putkistojen kanssa on vältettävä. Tavallinen laivateräs voi haurastua tai vaurioitua, mikäli se joutuu kosketuksiin nesteytetyn maakaasun kanssa. Tämän takia esimerkiksi valuma-astioina käytetään LNG-bunkrauksessa ruostumattomasta teräksestä valmistettuja astioita. Materiaaleja kuten ruostumaton teräs ja alumiini tulisi käyttää kaikkialla, jotka ovat kosketuksissa kryogeenisten lämpötilojen kanssa. (Port of Helsinki 2017.)

Nesteytettyä maakaasua bunkratessa on etukäteen määriteltävä vaaralliset alueet ja turvavyöhykkeet. Vaaralliset alueet luokitellaan kolmeen vyöhykkeeseen räjähtävän kaasuilmakehän esiintymistiheyden ja keston perusteella seuraavasti. Vyöhyke 0 on alue, jolla räjähtävä kaasuilmakehä on jatkuvasti, pitkään tai usein. Vyöhyke 1 on alue, jolla räjähtävä kaasuilmakehä todennäköisesti esiintyy normaalissa toiminnassa. Vyöhyke 2 on alue, jolla räjähtävää kaasuilmakehää ei todennäköisesti esiinny normaalissa toiminnassa, mutta jos sitä esiintyy, se kestää vain lyhyen ajan. Nesteytetyn maakaasun vaarallisen alueen vyöhykkeet on määritelty vastaanottavalle alukselle sekä polttoaineen toimittajalle. ISO/TS 18683:2015 mukaan turvallisuusalueet (engl. safety and security zones) on oltava aluksen bunkkeriaseman ympärillä. Security zone on aina oltava suurempi kuin safety zone. Turvavyöhykkeitä on valvottava jatkuvasti nesteytetyn maakaasun bunkrauksen aikana. Turvavyöhyke on paikasta riippuvainen ja se asetetaan alus- tai satamakohtaisten toimintojen perusteella. Turvavyöhyke voi ulottua esimerkiksi jopa 25 metriä bunkrausalueen ympärille. Turvavyöhykkeen koko ja sijainti määritetään etukäteen suoritetun riskiarvioinnin tulosten perusteella. ISO/TS 18683:2015 standardin mu-

kaan turvavyöhyke on alue, jolla liikkumista kuten laivaliikennettä ja muuta toimintaa, kuten satamatoimintaa on tarkkailtava ja valvottava bunkrauksen aikana mahdollisten vaaratilanteiden välttämiseksi. Fyysiset esteet, kuten aallonmurtajat ja ISPS-raja, voivat vaikuttaa turvavyöhykkeen kokoon sekä aseteluun. Alueella sallitaan vain välttämätön henkilöstö ja toiminta bunkrauksen aikana. (LNG operating regulations 2017, 5; Port of Helsinki 2017, 17-19.)

Seuraavia rajoituksia sovelletaan turvavyöhykkeellä bunkrauksen aikana, ellei satamaviranomaisten kanssa ole toisin sovittu. Alueella tupakointi on ehdottomasti kielletty, paljaat valot, matkapuhelimet, kamerat ja muut varmentamattomat kannettavat sähkölaitteet ovat ehdottomasti kiellettyjä. Kraanoja ja muita nostolaitteita, jotka eivät ole välttämättömiä bunkrauksen aikana ei saa käyttää. Muut mahdolliset syttyvät lähteet olisi poistettava. Turvavyöhykkeellä ei saa olla mitään ajoneuvoja, paitsi polttoainetta toimittava rekka. Muut alukset eivät saa tulla turvavyöhykkeelle, paitsi bunkkerialus tai mikäli satamaviranomaiset ovat antaneet siihen luvan. Vain valtuutetuilla henkilöillä on pääsy alueelle, mikäli heillä on asianmukaiset henkilönsuojaimet (PPE) ja kannettava kaasunilmaisin. (Port of Helsinki 2017, 18-19.)

Säärajoitukset eli pääsääntöisesti tuuli-, aallokko- ja näkyvyysolosuhteet vaikuttavat bunkrauksen turvallisuuteen ja sen suorittamiseen. Etenkin LNG:n kohdalla ne on määritettävä ja sovittava tapauskohtaisesti. Mikäli sääolosuhteet ylittävät sovitut rajat, on bunkraus keskeytettävä. Etenkin ennen nesteytetyn maakaasun bunkrauksen aloittamista tulee arvioida sääolosuhteet koko toiminnan ajaksi etukäteen, jotta voidaan suorittaa LNG-bunkraus kokonaan turvallisesti. Nesteytetyn maakaasun bunkraus on keskeytettävä välittömästi ja kaikki järjestelmät on palautettava takaisin normaalitilaan myös ukonilman lähestyessä. (Port of Helsinki 2017, 21.)

Kaikkien nesteytetyn maakaasun ja kryogeenisten laitteiden käsittelyyn osallistuvien henkilöiden on käytettävä sopivia henkilönsuojaimia (PPE) bunkrauksen aikana. On varmistettava, että koko miehistö on koulutettu henkilönsuojainten oikeaan käyttöön. Henkilönsuojaimiin on sisällyttävä vähintään seuraavat suojaimet LNG-bunkrauksen aikana. Suojaavat kryogeeniset käsineet, tiukasti asettuvat suojalasit ja kasv suojaavat sivusuojauksella, suojavaatteet vartalonmyötäisinä, palonkestävä sekä kryogeenia hidastava ja niissä on olta-

va näkyvyysmerkinnät. Lisäksi turvakengät, kypärä ja pelastusliivit kun työskennellään alueella, jossa on vaara pudota mereen. Myös kuulosuojaimet on oltava helposti saatavilla. (Port of Helsinki 2017, 21-22.)

LNG:tä toimittava ja nesteytettyä maakaasua vastaanottava laiva on varustettava ESDS ja ERS -järjestelmillä. Häätöpysäytysjärjestelmän ESDS tehtävänä on pysäyttää nesteiden- ja höyryjen siirto hätätilanteessa sekä saattaa polttoaineensiirotjärjestelmä turvalliseen tilaan. Häätöpysäytysjärjestelmä on jaettu kahteen vaiheeseen. Vaiheen 1 ESDS häätöpysäytysjärjestelmä sulkee siirto toiminnon nopeasti ja hallitusti, sulkemalla sulkuventtiilit ja pysäyttämällä siirtopumput sekä muut asiaankuuluvat laitteet. Kun ESDS häätöpysäytysjärjestelmä aktivoidaan, on sen annettava visuaalisia ja äänihälytyksiä. Vaiheen 2 ERS hätävapautusjärjestelmä irrottaa bunkrausletkun, kun kummankin osapuolen hätävapautusjärjestelmän eristysventtiili on sulkeutunut. Yhdistetty ESDS -järjestelmä lähettää ESDS-signaalit vastaanottavalta alukselta polttoaineen toimittajalle tai päinvastoin yhteensopivan järjestelmän kautta. ESDS ja ERS -järjestelmien ensisijainen tehtävä on, että vastaanottava osapuoli voi keskeyttää bunkrausprosessin turvallisesti ja hallitusti. Näin vältetään riski joutua tilanteeseen, jossa ainoana vaihtoehtona on sulkea venttiilit tulevaa nestevirtausta vastaan. (Port of Helsinki 2017, 22.)

Nesteytetyn maakaasun bunkrauksen turvallisuusasioihin kuuluu viisi tunnettua vaaratilannetta. Niistä ensimmäinen on nopea vaihesiirto (engl. rapid phase transition) eli **RPT**. RPT on nesteytetyn maakaasun nopea olomuodon muutos höyryksi. Tämä voi tapahtua LNG:n joutuessa kosketukseen lämmönlähteen kanssa esimerkiksi nesteytetyn maakaasun vuotaminen mereen, jolloin merivesi lämmittää nesteytetyn maakaasun ja höyrystyminen tapahtuu välittömästi. Lämmin merivesi aiheuttaa voimakkaan kiehumisen sekä höyrystymisen ja tämä voi muistuttaa räjähdystä. Kuitenkin kyseessä on vain todella nopea höyrystyminen. Nopeasti tapahtuva ympäristön jäähtyminen ja energiamäärän vapautuminen voivat aiheuttaa aluksen sekä ympärillä olevien rakenteiden vaurioitumista. Seuraava tunnettu vaaratilanne on lastin sekoittuminen (engl. **rollover**), joka voi tapahtua varastotankissa, jossa on jo hieman lämmennyttä nesteytettyä maakaasua valmiina ja kun tankkiin lisätään kylmempää sekä eri tiheyttä olevaa LNG:tä. Näin ollen tapahtuu tilanne, jossa tankissa olevat aineet eivät heti sekoitu keskenään vaan ne muodostavat eril-

liset kerrokset. Mikäli säiliötä nyt lämmitetään, lämpenee vain alempi kerros. Alemman kerroksen tiheyden muutos aiheuttaa tilanteen, jossa se pyrkii ylös ja kylmempi kerros alas eli ne vaihtavat paikkaa. Tässä tilanteessa on mahdollista, että varastotankissa syntyy todella paljon höyrystymistä ja tankissa oleva paine nousee. Mikäli varastotankin ylipaineventtiili ei tyhjennä painetta riittävästi pois, voi varastotankkiin syntyä vaurioita. (LNG bunkering procedure 2020; Port of Helsinki 2017, 11.)

Kolmas tunnettu vaaratilanne on polttoainelinjan kontaminaatio (engl. **bunker line contamination**). Mikäli jäähdytettävissä polttoainelinjoissa on kosteutta, pölyä tai hiilidioksidia se aiheuttaa jään muodostumista, joka voi tukkia polttoainelinjoja tai vahingoittaa tärkeitä komponentteja. Esimerkiksi antureiden ja tiivisteiden vaurioituminen. Tämä voidaan estää käyttämällä suodattimia ja puhdistamalla polttoainelinja tyypellä. Neljäs tunnettu vaaratilanne on loukkuun jäänyt LNG (engl. **trapped LNG**). Siinä nesteytettyä maakaasua on jäänyt putkistoon bunkrauksen jälkeen alueelle, joka on suljettujen venttiilien välissä. Tällöin se alkaa kiehua ja laajenemaan täyttääkseen käytettävissä olevan tilan. Laajentuva höyry johtaa paineen muodostumiseen, joka nousee vaaralliselle tasolle ja se voi aiheuttaa putkien räjähtämisen tai venttiilien vaurioitumisen. Tämä tulisi estää paineenalennusventtiileillä, jotka on asennettu sopiviin paikkoihin. Viides tunnettu vaaratilanne on hapenpuute (engl. **oxygen deficiency**), joka voi johtua nesteytetyn maakaasun vuotamisesta ja höyrystymisestä ilmaan kaasuksi suljetussa tilassa. Näin ollen ilman happipitoisuus on alentunut ja se voi aiheuttaa hapenpuutetta, joka ilmenee ihmisellä huimauksena, hengitysvaikeuksina, pahoinvointina ja päänsärkynä. Pahimmassa tapauksessa hapenpuute voi johtaa tajuttomuuteen tai jopa kuolemaan. (LNG bunkering procedure 2020; Port of Helsinki 2017, 11.)

6 YMPÄRISTÖASIAT

Bunkrausprosessiin kuuluu erilaisia asioita ympäristön kannalta, jotka on otettava huomioon jo bunkrausta suunniteltaessa. Myös on olemassa erilaisia ohjeistuksia aluksen miehistölle, miten toimia eri tilanteissa, mikäli tapahtuu jotakin poikkeavaa. Esimerkiksi SOPEP-materiaaleista löytyy tarkempaa tietoa, miten toimitaan aluksella poikkeustilanteessa. Lisäksi bunkerialuksella on oltava helposti saatavilla välineet pienten öljyvuotojen torjumiseen merellä.

Polttoaineen toimittajan on myös SOPEP-materiaalin lisäksi laadittava yleinen varautumissuunnitelma, joka kattaa bunkrauksen yhteydessä tunnetut riskit.

Suurin osa bunkrauksen aikana sattuneista ylitäytöistä ja vuodoista voidaan katsoa johtuvan inhimillisistä virheistä (Chapter 25 bunkering operations 2010). Mikäli polttoainetta pääsee ympäristöön, tärkeimmät torjuntaan vaikuttavat ominaisuudet ovat: leimahduspiste, viskositeetti, tiheys, jähmepiste, liukeneminen, haihtuminen sekä emulsio ja dispersio. Eri polttoaineiden ominaisuudet on tiedostettava etukäteen, jotta ne osataan ottaa huomioon torjuntaoperaatiossa. Polttoaineen leimahduspiste tulee huomioida torjuntaoperaatiossa, erityisesti alkuvaiheessa. Tämä johtuu siitä, että useat polttoaineet ovat helposti syttyviä, kunnes kevyimmät yhdisteet ovat haihtuneet. Tilanne on myös samankaltainen, polttoaineen ollessa suljetussa tilassa aluksella. (SÖKÖSaimaa 2018.)

Viskositeetti kuvaa nesteen kykyä vastustaa virtaamista. Mikäli polttoainetta pääsee mereen, viskositeetti ja sen muuttuminen vaikuttavat huomattavasti polttoaineen leviämiseen meressä sekä millaiseen paksuuteen polttoainelautta asettuu. Vuotaneen polttoaineen viskositeetti vaikuttaa myös keräystehokkuuteen eri tekniikoissa. Polttoaineen käyttäytyminen meressä riippuu molempien nesteiden suhteellisesta tiheydestä. Suurin osa polttoaineista on tiheydeltään pienempiä, kuin makea vesi (1,000) tai meri vesi (1,025). Näin ollen ne yleensä kelluvat vedessä. Mereen vuotaneen polttoaineen tiheys kasvaa ajan kuluessa, kun kevyemmät partikkelit haihtuvat. Näin ollen on erittäin tärkeää ryhtyä ripeästi torjuntaoperaatioon, ennen kuin polttoaine uppoaa mereen ja sen kerääminen hankaloituu. (SÖKÖSaimaa 2018.)

Jähmepiste on lämpötila, jonka alapuolella polttoaine ei ole enää juoksevaa. Jähmepisteeseen vaikuttaa polttoaineen vaha- sekä asfalteenipitoisuudet. Kun polttoaineen lämpötila laskee, sen vahapartikkelit kiteytyvät ja tämä aiheuttaa polttoaineen juoksevuuden heikkenemisen sekä näin ollen polttoaine muuttuu puolikiinteäksi tai kiinteäksi. Meren lämpötilan ollessa polttoaineen jähmepistettä korkeampi, polttoaine on pumpattavaa. Mikäli polttoaineen jähmepiste on 5 – 10 °C:ta meren lämpötilan yläpuolella, polttoaine todennäköisesti kiinteytyy. Esimerkiksi RMB:n jähmepiste on 30 °C. Jos polttoaine on lämpötilaltaan jähmepisteen alapuolella, on silloin sen pumppaus sekä imu

tehotonta. Tällaisissa olosuhteissa käytetään mekaanista keräystä, esimerkiksi ruoppaus. Yleensä vain pieni osa polttoaineen komponenteista on vesiliukoisia, jolloin liukeneminen ei suuresti muuta polttoaineen ominaisuuksia. (SÖKÖSaimaa 2018.)

Haihtuminen on merkittävin mereen jäävän polttoaineen määrään vaikuttava tekijä. Tärkeimmät polttoaineen haihtumiseen vaikuttavat tekijät ovat aika ja lämpötila. Esimerkiksi tuulen nopeus tai polttoainelautan pinta-ala vaikuttavat haihtumiseen vain välillisesti, polttoaineen kerrospaksuuden kautta. Haihtuminen on voimakkainta heti polttoainevuodon jälkeen ja se hidastuu ajan kuluessa. Noin 80 % haihtumisesta tapahtuu 48 tunnin aikana. Haihtuminen muuttaa polttoaineen ominaisuuksia merkittävästi, suurin vaikutus on jäljelle jääneen polttoaineen viskositeettiin ja tiheyteen. (SÖKÖSaimaa 2018.)

Emulsion muodostus on haihtumisen rinnalla tärkeä polttoaineen käyttäytymiseen vaikuttava asia. Emulsiossa vesipisarat sekoittuvat polttoaineeseen. Haihtuminen lisää emulsion muodostumisen mahdollisuutta, kuten myös suuri asfalteenipitoisuus. Emulsion muodostumisen myötä polttoaineen leviäminen hidastuu. Emulgoitumiseen vaikuttaa polttoaineen ominaisuuksien lisäksi vallitseva sää ja aallokko. Emulgoituminen vaikuttaa merkittävästi torjuntaan, se lisää nesteen viskositeettia ja kasvattaa polttoaineen tilavuutta. Nämä muutokset vaikeuttavat polttoaineen keräämistä harjakeräimillä tai tekevät sen jopa mahdottomaksi. Puolestaan dispersiossa polttoainepisarat sekoittuvat veteen. Dispersion muodostumiseen vaikuttaa polttoainelaatu, viskositeetti, pintajännitys sekä sekoittumisenergian suuruus esimerkiksi vallitseva aallokko. (SÖKÖSaimaa 2018.)

Aluksella on olemassa ohjeistus SOPEP-materiaaleissa, miten toimitaan bunkrauksen aikana, mikäli jokin tankki tulee liian täyteen eli ylitäyttö. Mikäli näin tapahtuu, on välittömästi keskeytettävä bunkrausprosessi ja suljettava tarvittavat venttiilit. Tämän jälkeen aluksesta riippuen, soitetaan hälytys tai kuulutetaan tilanteesta ja ryhdytään toimenpiteisiin. Myös informoidaan henkilöä tilanteesta, joka on vastuussa bunkrauksesta. Tämän jälkeen pysäytetään aluksen ilmastointi, mikäli se on tarpeen. Seuraavaksi pyritään alentamaan kyseisen tankin pinnan tasoa, vapauttamalla polttoainetta mahdollisesti toiseen tankkiin. Mikäli tämä ei onnistu, on tehtävä valmisteluja polttoaineen ta-

kaisin pumppaamiseen tankista, joko takaisin polttoaineen toimittajalle tai maihin. Tarvittaessa, mikäli tämä ei ole mahdollista on valmisteltava tai hankittava pumpput pumpatakseen polttoaine sludge-tankkiin tai mahdollisesti johonkin muuhun tankkiin. Seuraavaksi keskitytään yli tulleen polttoaineen siivoamiseen aluksen miehistön toimesta. Eli käytetään hyväksytyjä imeytysaineita ja liuottimia siivoukseen. Kun siivous on suoritettu asiaankuuluvien välinein, varmistetaan että puhdistuksessa käytetyt materiaalit varastoidaan aluksella turvallisesti, kunnes ne voidaan lähettää maihin. Kun siivous on suoritettu, on hankittava lupa paikallisilta viranomaisilta keskeytetyn toiminnan jatkamiseksi. Tilanteesta on syytä ilmoittaa välittömästi paikallisille viranomaisille, jotta vältetään lisäongelmilta ja tarvittaessa polttoaineen siivoamiseen saadaan lisäapua.

Mikäli aluksella tapahtuu bunkrauksen aikana vuoto bunkrausletkussa, siihen on olemassa oma ohjeistuksensa SOPEP-materiaaleissa. Mikäli bunkrausletku alkaa vuotaa bunkrauksen aikana, on välittömästi keskeytettävä bunkrausprosessi ja suljettava tarvittavat venttiilit. Tämän jälkeen aluksesta riippuen, soitetaan hälytys tai kuulutetaan tilanteesta ja ryhdytään toimenpiteisiin sekä informoidaan tilanteesta bunkrauksesta vastuussa olevaa henkilöä. Seuraavaksi pysäytetään tarvittaessa aluksen ilmastointi. Tämän jälkeen paikannetaan vuotokohta ja aloitetaan polttoainevuodon siivoaminen. Mikäli on tarpeen, tyhjennetään letku tarvittaessa sludge-tankkiin tai muuhun mahdolliseen tankkiin. Tarvittaessa on valmisteltava tai hankittava siirrettävät pumpput, pumpatakseen polttoainetta sludge-tankkiin tai muuhun mahdolliseen tankkiin. Seuraavaksi ryhdytään polttoaineen siivoamiseen käsin aluksen miehistön toimesta. Vuotaneen polttoaineen siivouksessa käytetään hyväksytyjä imeytysvälineitä ja liuottimia siivoamiseen. Kun siivous on suoritettu, varmistetaan että siivouksessa käytetyt materiaalit varastoidaan aluksella oikein, kunnes ne voidaan lähettää maihin. Erittäin tärkeää on informoida tilanteesta välittömästi paikallisia viranomaisia, jotta he osaavat lähettää paikalle oikeaa apua ja välttää suuremmilta vahingoilta.

On syytä huomioida ympäristön kannalta, että maailmalla on olemassa niin kutsuttuja erityisen herkkiä merialueita (engl. Particularly Sensitive Sea Areas PSSA). Kyseiset alueet tarvitsevat erityistä suojelua IMO:n toimilla, koska muuten ne voivat olla alttiina kansainvälisen merenkulun aiheuttamille vaurioil-

le. Kyseisissä alueissa on yleensä jotakin erityistä, jonka takia ne vaativat enemmän huomiota. Tähän mennessä IMO on nimennyt 14 PSSA-alueita. Näillä alueilla on myös olemassa erityismääräyksiä liittyen aluksen bunkraukseen, joita on noudatettava. Tunnetuimpia PSSA-alueita ovat esimerkiksi Australian suuri valliriutta (engl. The Great Barrier Reef), Kanarian saaret Espanjassa sekä Itämeren alue. (PSSA 2020.)

7 MIEHISTÖN TOIMINNOT

Bunkrausprosessista on vastuussa aluksella konepäällikkö tai viime kädessä aluksen päällikkö. Mikäli vastaanottavan aluksen ja polttoaineen toimittajan välillä ei ole toisin sovittu, bunkrausprosessin kokonaisvalvonta on vastaanottavan aluksen päälliköllä. Sekä polttoaineen toimittajan vastuuhenkilön, että vastaanottavan aluksen päällikön on varmistettava ennen bunkrauksen aloittamista, että toiminta voidaan toteuttaa aiheuttamatta aluksille ja niillä oleville henkilöille loukkaantumis- ja vaurioitumisriskiä. Aluksen päällikön vastuulla on, että aluksella noudatetaan kyseisen maan mukaisia ohjeita liittyen bunkraukseen. Esimerkiksi joillakin alueilla aluksen päällikön on ilmoitettava VHF-kanavalla ennen bunkrauksen aloittamista satamaviranomaisille ja tähän voi sisältyä myös aikamääreitä. Joissakin maissa on käytössä bunkrauksen ilmoituslomake (engl. Bunker notification form), joka on täytettävä ja allekirjoitettava sekä toimitettava etukäteen kyseisen maan satamaviranomaisille esimerkiksi 24 tuntia ennen bunkrausta. Se sisältää muun muassa tietoja bunkrattavan polttoaineen määrästä ja -laadusta. (Bunkering procedure & guidelines 2020.)

Aluksella suoritettavien bunkrauksen menettelyjen on oltava osa turvallisuuden hallintajärjestelmää ISM sekä polttoaineen toimittajalla että vastaanottavalla aluksella. Niiden alusten tai polttoaineen toimittajien osalta, joita ISM vaatimukset eivät kata, on tällöin annettava henkilöstölle ohjeet menettelyistä ennen bunkrauksen aloittamista. (DMA 2018.)

No ship Name
No Ship Owner

Tank report

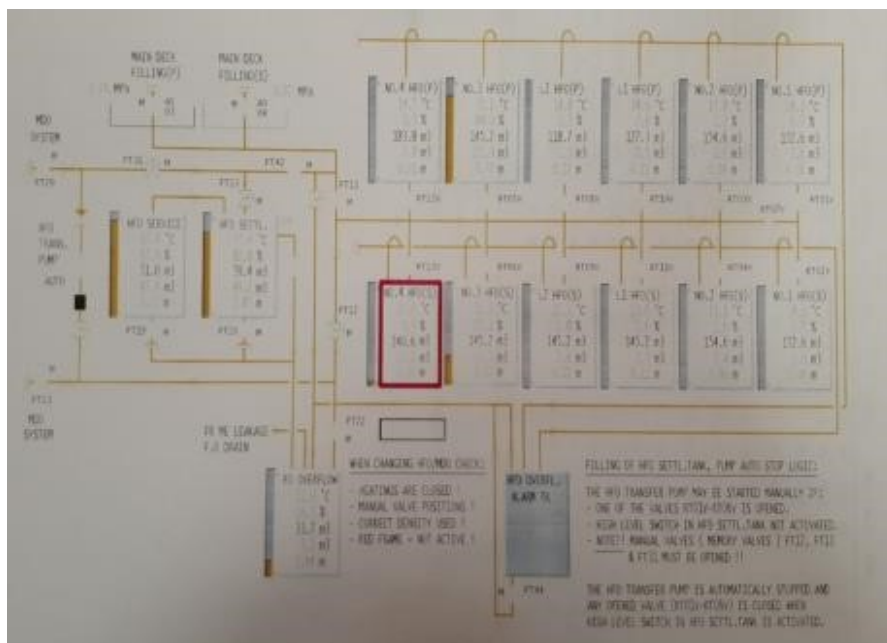
Tk. No	Tk. Name	Tk. Type	Input level	Corr. Level	Volum	Max Volum	Filling
18	NO 4 HFO TK.(P)	HO	0 M	0.01 M	2.3 M3	183.8 M3	1.3 %
19	NO 4 HFO TK.(S)	HO	0.08 M	0.09 M	13.2 M3	240.6 M3	5.5 %
30	NO 1 HFO STOR.TK.(P)	HO	0 M	0 M	1 M3	152.6 M3	0.7 %
31	NO 1 HFO STOR.TK.(S)	HO	0 M	0 M	1 M3	152.6 M3	0.7 %
32	NO 2 HFO STOR.TK.(P)	HO	0 M	0 M	1.9 M3	154.6 M3	1.2 %
33	NO 2 HFO STOR.TK.(S)	HO	0.02 M	0 M	2.4 M3	154.6 M3	1.6 %
34	NO 3 HFO STOR.TK.(P)	HO	5.43 M	5.7 M	121.9 M3	145.2 M3	84.0 %
35	NO 3 HFO STOR.TK.(S)	HO	1.78 M	1.97 M	42.3 M3	145.2 M3	29.1 %
36	HFO SERVICE TANK	HO	2.93 M	3.17 M	47.4 M3	51.0 M3	92.9 %
37	HFO SETTLING TANK	HO	2.67 M	2.85 M	49.2 M3	59.4 M3	82.8 %
60	NO L1 HFO TK.(P)	HO	0 M	0.11 M	2.5 M3	127.3 M3	2.0 %
61	NO L1 HFO TK.(S)	HO	0 M	0.11 M	2.3 M3	145.2 M3	1.6 %
62	NO L2 HFO TK.(P)	HO	0 M	0.12 M	1.5 M3	118.7 M3	1.3 %
63	NO L2 HFO TK.(S)	HO	0 M	0.12 M	2.6 M3	145.1 M3	1.8 %
Total contains					291,5 M3	1 975,8 M3	

Signature Chief Eng.: _____ Signature Duty Eng.: _____

Comments:

Kuva 18. HFO-bunkrauksen tankki raportti ennen bunkrausta

Ennen bunkrauspäivää konepäällikkö suunnittelee, minkä verran ja missä polttoainetta bunkrataan sekä suorittaa polttoaineen tilauksen. Ennen bunkrauksen aloittamista hän ottaa tulosteen tankki raportista, joka näkyy myös yllä kuvassa 18. Kuvassa on otettu tankki raportti ennen HFO-bunkrauksen aloittamista. Tankki raportista nähdään tankkien tämänhetkinen tilanne eli minkä verran polttoainetta tankeissa on.



Kuva 19. HFO-tankkien tilanne ennen bunkrausta

Konepäällikkö ottaa myös tulosteen ennen bunkrauksen aloittamista tankkien tilanteesta, joka nähdään konevalvonnan näytöltä, kuten yllä kuvassa 19 on. Tästä kuvasta nähdään hieman eri tavalla tankkien tämänhetkinen tilanne. Tämä on erittäin tärkeä vaihe bunkrausprosessia, jotta ei bunkrata liian paljon tai liian vähän tiettyihin tankkeihin sekä dokumentoidaan tankkien tilanne. Myös ennen bunkrausta miehistö keskusteleee tankkien täyttöjärjestyksestä. Turvallisinta on bunkrata vain yhtä tankkia kerrallaan. On myös syytä keskustella ennen bunkrauksen aloittamista, minkä tankin voi avata, mikäli bunkratava tankki tuleekin arvioitua nopeammin täyteen.

Kuten jo aiemmin on todettu kohdassa MDO- ja HFO-bunkraus, bunkrauksen henkilökuntaan on määritetty tietyt henkilöt aluksen koneosastolta. Bunkraukseen osallistuvan miehistön määrä voi kuitenkin vaihdella aluksen koon ja bunkrattavan polttoaineen sekä bunkraustavan mukaan. Myös aluksen kansimiehistön on tarvittaessa avustettava bunkkerialuksen kiinnittämisessä, punaisen lipun tai -valon laittamisessa sekä bunkrausalueen rajaamisessa. Bunkrauksen onnistumiseen ja sen turvallisuuteen vaikuttaa hyvin paljon miehistön kommunikointi keskenään sekä polttoaineen toimittajan kanssa. Kun kommunikointi on riittävää ja miehistö osaavaa sekä tuntee laivan järjestelmät, välttyään hyvin pitkälti virheiltä. Kuitenkin inhimillisiä virheitä voi sattua tai bunkrausvälineistö pettää, näin ollen on syytä tietää ja harjoitella jo etukäteen toimenpiteitä, miten miehistö toimii eri tilanteissa.

Nesteytetyn maakaasun bunkrausta suorittavan miehistön on oltava tietoisia siihen liittyvistä vaaroista sekä heillä on oltava yksityiskohtaiset ohjeet bunkrausprosessiin sekä tarkastuslistojen käyttöön. Lisäksi miehistön on saatava asianmukainen koulutus liittyen LNG:n bunkraukseen. (LNG bunkering procedure 2020.) LNG-käyttöisellä aluksella on oltava miehistön saatavilla riittävän kattava polttoaineenkäsittelyn käsikirja, jonka avulla koulutettu henkilöstö voi turvallisesti suorittaa polttoaineenkäsittelyä aluksella eli bunkrausta, varastointia ja siirtoa. Tämän käsikirjan tulee sisältää vähintään seuraavia ohjeita.

- ✓ Ohjeet järjestelmän operointiin: järjestelmän jäähdyttäminen ja lämmitäminen, bunkraaminen, tyhjentäminen, inerttikaasu ja kaasuvapaaksi tekeminen.
- ✓ Polttoaineen lämpötilan ja paineen seuranta, hälytysten sekä turvallisuusjärjestelmien toiminta.

- ✓ Järjestelmän rajoitteet ja raja-arvot: jäähdytysnopeus, maksimilämpötilat ennen polttoainetäydennystä, minimilämpötilat, maksimipaineet, bunkrauksen siirtonopeudet, täyttörajat ja loiskuminen.
- ✓ Inerttikaasujärjestelmän käyttöohjeet.
- ✓ Tulipalo- ja hätätilannetoimintaohjeet: palonsammutusjärjestelmien käyttö ja huolto sekä sammutusaineiden käyttö.
- ✓ Polttoaineen tarkat tiedot ja polttoaineenkäsittelyyn vaadittu erityiskalusto.
- ✓ Kiinteiden ja siirrettävien kaasuilmaisimien toiminta, käyttö ja huoltaminen.
- ✓ Hätätalantapaus- ja hätävapautusjärjestelmien toiminta.
- ✓ Tarkka ohjeistus toimenpiteistä hätätilanteessa, esimerkiksi vuoto tai tulipalo.

Ennen bunkrauksen aloittamista, on siihen osallistuvan miehistön oltava tietoisia seuraavista asioista. Vastaanotettava polttoainemäärä ja -laatu, toimitustapa (terminaalista, rekasta vai bunkkerialuksesta), aluksen tankit ja putkistot, joita käytetään bunkrauksen aikana, tankkien täyttäjärjestys, odotettu pumpausnopeus ja operaation kesto sekä kuka vastaa aluksella mistäkin bunkrauksen aikana. Mikäli toimitetaan useampia, kuin yhden laadun polttoainetta, on polttoaineen toimittajan sekä aluksen konepäällikön sovittava etukäteen polttoaineiden toimitusjärjestyksestä. Polttoaineiden eri laatujen sekaantumisen välttämiseksi toimituksen aikana suositellaan, että ensin toimitetaan kevyempi tai matalin rikkiptoinen polttoaine ja sen jälkeen vasta raskaampi tai korkeampi rikkiptoinen polttoaine. Kaikkien bunkraukseen osallistuvien miehistön jäsenten tulisi tarkastaa vähimmäisvaatimukset aluksen SMS ja SOPEP tai SMPEP -manuaaleista. (Ibia bimco 2020; IMO 2018.)

Aluksella tulisi olla minimissään yksi kansivahti ja yksi konevahti koko bunkrauksen ajan seuraamassa seuraavia asioita. Turvallinen kulku sataman ja laivan tai laivan ja bunkkerialuksen välillä, bunkrausletkun kiinnitys sekä bunkrauksen eteneminen. Bunkrauksen etenemisen valvontaan kuuluu siirtonopeuksien valvonta ja näin ollen ylitäytön riskin minimointi, tilatun polttoainemäärän ja -laadun varmistaminen sekä arvioitu bunkrauksen valmistuminen. Vahtimiehen tehtäviin kuuluu myös kommunikointi ja yhteistyö polttoaineen toimittajan kanssa. Kaikki bunkraukseen kuuluvat tapahtumat on kirjoitettava huolellisesti sekä kannen että koneen lokikirjoihin ja myös asianmukaiset merkinnät tulee tehdä aluksen öljypäiväkirjaan. (Ibia bimco 2020; IMO 2018.)

Aluksen miehistön on oltava tietoisia myös seuraavista asioista. Mikäli polttoaineen toimittaja ei ole tunnettu ja luotettava etukäteen, voi bunkraukseen liittyä väärinkäytöksiä polttoaineen toimittajan puolelta. Polttoaineen toimittaja saattaa lyhentää tai pidentää käytettäviä peilausvälineitä, voi ilmoittaa väärennettyjä taulukoita tankkien tilavuuksille, ilmoitetaan tarkoituksella virheelliset tiheydet ja lämpötilat toimitetulle polttoaineelle tai veden lisääminen polttoaineeseen sekaan käyttämällä bunkkerialuksen polttoaineen siirtopumppuja. Mikäli todetaan aluksen miehistön toimesta, että tilattu polttoainemäärä ei täsmää, on syytä ryhtyä toimenpiteisiin välittömästi. Määrän tarkastaminen ja lisääminen on helpointa, kun bunkrausletku on kiinni. Mikäli tämä ei onnistu polttoaineen toimittajan kanssa neuvottelemalla, on paikalle syytä kutsua ulkopuolinen henkilö suorittamaan peilaukset molemmista aluksista. Jälkeenpäin on myös mahdollista tehdä asiasta protestikirje, mikäli polttoaineen kanssa ilmenee ongelmia esimerkiksi määrän tai laadun suhteen. Tämän takia on syytä dokumentoida huolellisesti polttoainemäärä sekä -laatu ennen ja jälkeen bunkrauksen. (Ibia bimco 2020, 11-14.)

8 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Ensisijaisena tutkimusmenetelmänä työn toteutuksessa käytetään perehtymistä jo olemassa olevaan kirjalliseen aineistoon sekä laivaharjoittelusta kerättyyn ja kuvattuun materiaaliin. Kirjalliseen lähdeaineistoon lukeutuu myös IMO:n julkaisemaa kirjallisuutta. IMO:n julkaisemaan kirjallisuuteen lukeutuu esimerkiksi kansainväliset ohjeet ja määräykset, liittyen aluksen bunkraukseen sekä muita lainsäädännöllisiä asioita. Tietoja eri polttoaineiden ominaisuuksista on kerätty muun muassa Nesteen käyttöturvallisuustiedotteista.

MDO- ja HFO-polttoainelaatujen bunkrauksen sekä bunkkeriaseman tutkiminen on suoritettu pääasiassa laivaharjoitteluiden yhteydessä sekä opittujen tietojen avulla. Lisäksi laivaharjoitteluiden yhteydessä on laivojen konepäällystöön kuuluvien henkilöiden kanssa keskusteltu aiheesta ja miten bunkrausprosessi etenee kyseisellä aluksella. Myös olemassa olevaa kirjallisuutta on käytetty tukena. LNG-bunkrauksen tutkiminen on suoritettu käytännössä ensin tutustumalla jo olemassa olevaan kirjalliseen materiaaliin ja niiden perusteella kirjoitettu aiheesta. LNG-bunkrauksen tutkimiseen käytetty materiaali on pääasiassa sähköisenä olevia tiedostoja sekä aiemmin, vuonna 2013 aiheesta

tehty opinnäytetyö. Bunkrauksen ympäristöasioiden tutkimiseen on hyödynnetty Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun vuonna 2018 tekemää SÖ-KÖSaimaa -manuaalia, joka käsittää öljyntorjunnan toimintamallin Saimaan syväväylälle.

9 TUTKIMUKSEN TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen perusteella aiheesta on melko kattavasti tietoa saatavilla, etenkin sähköisessä muodossa. Kuitenkin pääosin materiaali on vieraskielisenä. Tutkimuksen perusteella ainakin suomalaisilla aluksilla bunkrausprosessi on huomioitu ja siihen liittyvät ohjeistukset ovat selkeästi saatavilla. Myös melko uutena polttoaineena LNG:stä on selkeät ohjeistukset jo olemassa. Lisäksi alan koulutuksessa bunkrausprosessi on huomioitu. Kuitenkin jokaisessa laivassa on omat toimenpiteet ja ohjeistukset liittyen juuri kyseisen laivan polttoainetäydennykseen.

Tutkimuksen perusteella MDO- ja HFO-polttoainelaatujen bunkrausprosessi eroaa jonkin verran, verrattuna LNG-bunkraukseen. Suurin syy tähän on nesteytetyn maakaasun erilaiset ominaisuudet ja polttoaineen kryogeeninen lämpötila. Etenkin nesteytetyn maakaasun bunkrausprosessin turvallisuusasiat on otettava paremmin huomioon, johtuen juuri polttoaineen ominaisuuksista. Tutkimuksen perusteella selvisi, että näistä bunkraustavoista merellä bunkraus on haasteellisin. Tämän takia merellä bunkratessa itse bunkrausprosessiin on syytä kiinnittää enemmän huomiota ja etukäteisvalmistelut on syytä tehdä huolellisesti, jotta vältytään bunkrausprosessin turhalta keskeyttämiseltä, johtuen esimerkiksi heikkenevistä sääolosuhteista.

Bunkrausprosessin turvallisuudesta ja ympäristöasioista on saatavilla melko hyvin materiaalia. Muun muassa eri polttoaineille on laadittu käyttöturvallisuustiedotteet ja bunkrauksen aikana käytettävät henkilösuojaimet on määriteltä hyvin. Etenkin LNG:n erilaisten ominaisuuksien takia sen turvallisuusmääräykset ovat kattavat. Lisäksi LNG:n bunkrausprosessi kehittyy koko ajan, esimerkiksi samanaikaisia toimenpiteitä bunkrauksen aikana on jo kokeiltu.

Tutkimuksen perusteella suurin osa bunkrauksista suoritetaan ja saatetaan päätökseen ilman ongelmia, mutta jossain tapauksissa jotain menee pieleen.

Useimmiten vaaratilanne johtuu polttoaineen toimittajan liian korkeasta pumpausnopeudesta. Kuitenkin lähteiden perusteella perussyy johtuu useimmiten vastaanottavasta aluksesta, jossa tilanteen sallitaan etenevän liian nopeasti. Tutkimuksen perusteella myös inhimillinen virhe tai bunkrauslaitteiston pettäminen voi johtaa vaaratilanteisiin. Huolellisella riskienarvioinnilla etukäteen sekä tehokkaat valvontatoimenpiteet bunkrausprosessin aikana voivat estää ylitäytön sekä estää tai ainakin minimoida vaaratilanteet ja ympäristövaikutukset.

Tutkimuksen perusteella bunkrausprosessin turvallisuuteen ja onnistumiseen vaikuttaa huomattavasti bunkrauslaitteiston kunto, vallitsevat sääolosuhteet, miehistön koulutus ja kokemus sekä käytettävissä oleva aika. Kun bunkrausprosessi suoritetaan ilman kiirettä, on yleensä pienempi riski sattua mitään vahinkoa. Lisäksi bunkrauksen yhteydessä on aina syytä käyttää tarkastuslistaa ja tehdä kaikki listan kohdat huolellisesti. Mikäli bunkrausprosessissa käy jokin onnettomuus, on ensiarvoisen tärkeää keskeyttää bunkraaminen välittömästi ja ottaa yhteyttä paikallisiin viranomaisiin, jolloin ripeällä toiminnalla voidaan estää kaikista pahin.

Tutkimus tarjoaa kootun materiaalin eri bunkraustavoista ja polttoaineiden ominaisuuksista. Tutkimuksen perusteella on saatu aikaan suomenkielinen koottu materiaali eri polttoaineiden bunkrauksesta ja sen turvallisuudesta, jota voidaan hyödyntää esimerkiksi opetustarkoitukseen.

Jatkotutkimuksena aiheesta voisi selvittää biopolttoaineiden käyttöä merenkulun polttoaineena ja miten niiden bunkrausprosessi eroaa muista polttoaineista sekä miten niitä on saatavilla. Myös voisi selvittää, onko kannattavaa bunkrata aluksia niiden ollessa liikkeellä. Tällä hetkellä merellä bunkraus tapahtuu pääsääntöisesti alusten ollessa paikallaan tai ankkurissa.

LÄHTEET

Bimco, order on bunkering operations and ship to ship cargo transfer of oils in the Danish territorial sea. 2003. The Danish Maritime Authority. PDF-dokumentti. Saatavissa:

<https://www.bimco.org/en/Operations/Ports/Denmark/Country%20information/~media/626DBF5213624EC58C8914696AFBF305.ashx> [Viitattu 9.6.2020].

Bunker checklists. 2020. World Port Sustainability Program. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://sustainableworldports.org/clean-marine-fuels/Ing-bunkering/bunker-checklists/> [Viitattu 24.6.2020].

Bunkering at sea. 2015. Maritime Symposium Rotterdam. PDF-dokumentti. Saatavissa: <http://www.maritimesymposium-rotterdam.nl/uploads/Route/BUNKERING%20AT%20SEA.pdf> [Viitattu 23.7.2020].

Bunkering is dangerous: Procedure for bunkering operation on a ship. 2020. Marine Insight. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.marineinsight.com/guidelines/bunkering-is-dangerous-procedure-for-bunkering-operation-on-a-ship/> [Viitattu 25.5.2020].

Bunkering procedure & guidelines. 2020. Sohar port and freezone. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.soharportandfreezone.com/PDF/Sohar_BunkeringProcedureandGuidlines_new.pdf [Viitattu 4.6.2020].

Chapter 25 bunkering operations. 2010. International Safety Guide for Inland Navigation Tank-barges and Terminals, ISGINTT. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.isgintt.org/files/documents/Chapter_25en_isgintt_062010.pdf [Viitattu 13.7.2020].

DMA, order on the transfer of bunker products between ships, etc. in Danish and Greenland territorial waters. 2018. The Danish Maritime Authority. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.dma.dk/Vaekst/Rammevilkaar/Legislation/Orders/Order%20on%20the%20transfer%20of%20bunker%20products%20between%20ships.pdf> [Viitattu 15.6.2020].

General bunkering conditions. 2016. Associated British Ports. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.abports.co.uk/media/4k4lpab2/general-bunkering-conditions.pdf> [Viitattu 13.5.2020].

HELCOM Recommendation 28/3. 2019. The Helsinki Convention-HELCOM. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.helcom.fi/wp-content/uploads/2019/06/Rec-28-3.pdf> [Viitattu 12.6.2020].

Helsingin Satama edistää LNG:n käyttöä – tankkauksen turvallisuusohjeet julkaistu. 2017. Helsingin Satama Oy. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.portofhelsinki.fi/helsingin-satama/ajankohtaista/uutiset/helsingin-satama-edistaa-lngn-kayttoa-tankkauksen> [Viitattu 3.2.2020].

Humber estuary services and ABP Humber ports bunkering procedures and guidelines. 2018. Associated British Ports. PDF-dokumentti. Saatavissa: <http://www.humber.com/admin/content/files/Misc/HUMBER%20ESTUARY%20SERVICES%20AND%20HUMBER%20PORT%20BUNKERING%20PROCEDURES%20AND%20GUIDELINES%20v1%202018.pdf> [Viitattu 14.7.2020].

Ibia bimco bunkering guide. 2020. Bimco & Ibia. PDF-dokumentti. Saatavissa: <http://www.cbi.dk/brochures/IBIA%20BIMCO%20Bunkering%20Guide.pdf> [Viitattu 15.5.2020].

IMO Guidance on best practice for fuel oil suppliers for assuring the quality of fuel oil delivered to ships. 2018. IMO International Maritime Organization. PDF-dokumentti. Saatavissa: <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/Documents/MEPC.1-Circ.875-Add.1.pdf> [Viitattu 2.6.2020].

Increasing flexibility in LNG fuel handling – the LNGPac™ ISO. 2013. Wärtsilä Technical Journal. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.wartsila.com/twentyfour7/in-detail/increasing-flexibility-in-lng-fuel-handling-the-lngpac-iso> [Viitattu 13.7.2020].

InforMARE. LNG bunker delivery note, liite 4. 2014. InforMARE. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.informare.it/news/gennews/2014/20141492-armatori-tedeschi-chiedono-sostegno-economico-per-GNLuk.asp> [Viitattu 20.5.2020].

Karvonen, P. 2013. Nesteytettyä maakaasua polttoaineena käyttävän aluksen polttoainetäydennykset. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/58064/Peter_Karvonen.pdf?sequence=1&isAllowed=y [Viitattu 27.1.2020].

LNG bunkering course. 2015. World Maritime University. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.onthemosway.eu/wp-content/uploads/2015/06/PRESENTATION-3-%E2%80%93-RULES-AND-REGULATIONS.pdf> [Viitattu 29.6.2020].

LNG bunkering procedure of ships explained. 2020. Marine Insight. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.marineinsight.com/guidelines/lng-bunkering-procedure-of-ships-explained/> [Viitattu 29.6.2020].

LNG container leasing. 2020. Broadview Energy Solutions. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.broadviewenergysolutions.com/lng-container-leasing/> [Viitattu 8.7.2020].

LNG containers – LNG supplier. 2020. LNG Trading Asia. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.lngtradingasia.com/lng-containers> [Viitattu 7.7.2020].

LNG distribution. 2020. Broadview Energy Solutions. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.broadviewenergysolutions.com/lng-distribution/lng-bunkering/> [Viitattu 8.7.2020].

LNG operating regulations including LNG bunkering. 2017. Port of Gothenburg. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwitmJrAzDq-hUj_CoKHd8XBTMQFjAAegQIAxAB&url=https%3A%2F%2Fwww.portofgothenburg.com%2FFileDownload%2F%3FcontentReferenceID%3D10343&usq=A0vVaw1r0eeAypNXDlcJaNJhQvnT [Viitattu 22.7.2020].

LNG ship to ship bunkering procedure. 2011. Swedish Marine Technology Forum. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.academia.edu/24287372/SMTF_Ship_to_Ship_Bunkering [Viitattu 2.7.2020].

Nauticor and Unifeeder conduct first SIMOPS LNG bunker operation in the Port of Helsinki for the container feeder vessel “Wes Amelie”. 2019. Port of Helsinki. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.portofhelsinki.fi/en/port-helsinki/whats-new/news/nauticor-and-unifeeder-conduct-first-simops-lng-bunker-operation-port> [Viitattu 1.7.2020].

Neste käyttöturvallisuustiedote. 2017. MDODMB. Neste Oyj. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.neste.fi/static/ktt/13999_fin.pdf [Viitattu 30.3.2020].

Neste käyttöturvallisuustiedote. 2019. MGODMA. Neste Oyj. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.neste.fi/static/ktt/13779_fin.pdf [Viitattu 30.3.2020].

Neste käyttöturvallisuustiedote. 2018. Neste-raskaspolttoöljy Bunker, FO180 1%-380 1%. Neste Oyj. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.neste.fi/static/ktt/10530_fin.pdf [Viitattu 3.4.2020]

Neste käyttöturvallisuustiedote. 2018. Vähärikkinen Neste-raskaspolttoöljy, LS40-LS420. Neste Oyj. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.neste.fi/static/ktt/14358_fin.pdf [Viitattu 3.4.2020].

Neste Marine myyntiesite. 2017. Neste Oyj. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.neste.fi/sites/neste.fi/files/Neste_Marine-myyntiesite.pdf [Viitattu 30.3.2020].

Neste safety data sheet. 2017. Neste RMB. Neste Oyj. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.neste.com/sites/neste.com/files/attachments/17951_neste_rmbenq.pdf [Viitattu 30.3.2020].

Nätti, M. 2017. Palosuojamenetelmien vertailu KAEFER Oy:ssä. Metropolia ammattikorkeakoulu. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/132510/Natti_Markus.pdf?sequence=1 [Viitattu 19.6.2020].

Officer of the watch. Bunker delivery note, liite 3. 2013. Officer of the Watch. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://officerofthewatch.com/2013/07/02/monitoring-of-bunker-fuel-consumption/> [Viitattu 19.5.2020].

Operation guidelines for Shore to Ship LNG transfer. 2020. MLIT Japan. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.mlit.go.jp/common/001173460.pdf> [Viitattu 21.7.2020].

Particularly sensitive sea areas (PSSA). 2020. IMO International Maritime Organization. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/PSSA/Pages/default.aspx> [Viitattu 11.6.2020].

Port of Helsinki Safety manual on LNG bunkering procedures for the Port of Helsinki. 2017. Port of Helsinki & SSPA Sweden AB. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.portofhelsinki.fi/sites/default/files/attachments/Port%20of%20Helsinki%20Safety%20manual%20on%20LNG%20bunkering.pdf> [Viitattu 17.6.2020].

Risk focus: Safe LNG bunkering operations. 2019. UK P&I Club. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.ukpandi.com/fileadmin/uploads/uk-pi/LP%20Documents/2019/LNGBunkering_UK_Club_Final.pdf [Viitattu 5.2.2020].

Safety & risk during bunkering procedures: the MARPOL regulations. 2015. On The MoS Way. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.onthemosway.eu/wp-content/uploads/2015/06/Safety-and-risk-during-bunkering-marpol-regulations.pdf> [Viitattu 15.7.2020].

Section 3.3 – bunker delivery modalities. 2015. World Maritime University. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.onthemosway.eu/wp-content/uploads/2015/06/PRESENTATION-4-%E2%80%93-BUNKER-DELIVERY-MODALITIES.pdf> [Viitattu 17.7.2020].

Shore-to-Ship LNG bunkering. 2018. JLA loading Technology B.V. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.jla-loadingarms.com/shore-to-ship-lng-bunkering/> [Viitattu 21.7.2020].

STS transfer guidelines port of Sohar. 2020. Sohar port and freezone. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.soharportandfreezone.com/PDF/STS_Transfer_Guidelines_2020.pdf [Viitattu 10.6.2020].

SÖKÖSaimaa –manuaali. Öljyntorjunnan toimintamalli Saimaan syväväylille. Öljyt ja vahinkojäte – ominaisuudet ja lajittelu. 2018. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/166112/sokosaimaa_vihko_08.pdf?sequence=10&isAllowed=y [Viitattu 15.3.2020].

The dangerous substances in harbour areas regulations 1987. 2016. UK Legislation. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.legislation.gov.uk/uksi/1987/37/regulation/8/made> [Viitattu 14.5.2020].

Uudet alukset kulkevat LNG:llä. 2017. Port of Helsinki. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.portofhelsinki.fi/verkkolehti/uudet-alukset-kulkevat-Inglla> [Viitattu 1.7.2020].

What really is bunkering; regards to LNG and added risks. 2017. Henderson International Group. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.hendersongroup.org/what-really-is-bunkering-regards-to-Ing-and-added-risks/> [Viitattu 3.7.2020].

Yle uutiset, jäänmurtaja Polaris tankkasi ensimmäistä kertaa LNG:tä Torniossa. 2019. Yle uutiset. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-10629416> [Viitattu 29.6.2020].

KUALUETTELO

Kuva 1. Bunkrauksen valmisteluja aluksella. Lipponen. 8.5.2019.

Kuva 2. Esimerkki aluksen bunkkeriasemasta. Lipponen. 1.10.2019.

Kuva 3. Signaalilippu b (punainen) mastossa bunkrauksen aikana. Lipponen. 10.5.2019.

Kuva 4. Konehuoneessa HFO-tankkien venttiilit. Lipponen. 8.5.2019.

Kuva 5. Esimerkki MDO-bunkrauksesta rekasta satamassa. Lipponen. 16.12.2019.

Kuva 6. MDO- ja HFO-bunkrauksien aikana virtauksen paineita. Lipponen. 16.12.2019 ja 1.10.2019.

Kuva 7. HFO-bunkrauksen näytteenottoa bunkrauksen aikana. Lipponen. 1.10.2019.

Kuva 8. Esimerkki aluksella polttoainenäytteiden säilytyksestä. Lipponen. 10.5.2019.

Kuva 9. LNG-bunkrausta rekasta ja voimakasta höyryn muodostumista. Marine Insight. 2020. Verkkosivu. Saatavilla:

<https://www.marineinsight.com/shipping-news/cmp-begins-lng-bunkering-service-with-skangas-and-cementa/> [Viitattu 14.2.2020].

Kuva 10. Bunkraustavat LNG-käyttöisellä aluksella. Henderson International Group. 2017. Verkkosivu. Saatavilla: <https://www.hendersongroup.org/what-really-is-bunkering-regards-to-lng-and-added-risks/> [Viitattu 22.7.2020].

Kuva 11. LNG-kontit aluksen kannella, kytkettynä polttoainejärjestelmään. Wärtsilä Technical Journal. 2013. Verkkosivu. Saatavilla:

https://www.wartsila.com/images/default-source/twentyfour7/in-detail/increasing-flexibility-in-lng-fuel-handling-3.jpg?sfvrsn=986eb645_2 [Viitattu 13.7.2020].

Kuva 12. Aluksen bunkrausta LNG-terminaalista. ConferenzaGNL. 2018.

Verkkosivu. Saatavilla: <http://www.conferenzagnl.com/2018/05/elengy-avvior-lavori-bunker-gnl-fos-cavaou-tariffa/?lang=en> [Viitattu 14.7.2020].

Kuva 13. LNG-polttoaineen siirron ohjeet terminaalista laivaan. MLIT Japan. 2020. Verkkosivu. Saatavilla: <https://www.mlit.go.jp/common/001173460.pdf> [Viitattu 21.7.2020].

Kuva 14. Aluksen bunkrausta satamassa MDO-polttoaineella rekasta. Lipponen. 16.12.2019.

Kuva 15. Aluksen bunkrausta satamassa MDO- ja HFO-polttoaineilla bunkkerialuksesta. Lipponen. 10.5.2019.

Kuva 16. Aluksen bunkrausta merellä HFO-polttoaineella. Lipponen. 22.4.2019.

Kuva 17. Häätä-seis-painike bunkkeriasemalla bunkrauksen aikana. Lipponen. 10.5.2019.

Kuva 18. HFO-bunkrauksen tankki raportti ennen bunkrausta. Lipponen. 2.10.2019.

Kuva 19. HFO-tankkien tilanne ennen bunkrausta. Lipponen. 2.10.2019.

HFO-TANKIN PEILAUSTAULUKKO

3.7 Compartment: R3.03SP (NO.3 H.F.O.TK.(P))

NO.3 H.F.O.TK.(P)		Sounding table							MS1		Manual Sounding	
Sounding Depth	Ullage Depth	Vol at Trim (Trim by Bow (+) (m))						VCG	LCG	TCG	IT	
		Tr -4	Tr -3	Tr -2	Tr -1	Tr 0	Tr 1					
m	m	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m	m	m	m4	
0.000	21.220	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.3	2.10	80.15	11.21	8	
0.050	21.170	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	2.13	80.15	11.21	8	
0.100	21.120	2.1	2.2	2.2	2.3	2.3	2.4	2.15	80.15	11.21	8	
0.150	21.070	3.2	3.2	3.3	3.4	3.4	3.5	2.18	80.15	11.21	8	
0.200	21.020	4.3	4.3	4.4	4.4	4.5	4.5	2.20	80.15	11.21	8	
0.250	20.970	5.3	5.4	5.4	5.5	5.6	5.6	2.23	80.15	11.21	8	
0.300	20.920	6.4	6.4	6.5	6.6	6.6	6.7	2.25	80.15	11.21	8	
0.350	20.870	7.5	7.5	7.6	7.6	7.7	7.7	2.28	80.15	11.21	8	
0.400	20.820	8.5	8.6	8.6	8.7	8.8	8.8	2.30	80.15	11.21	8	
0.450	20.770	9.6	9.7	9.7	9.8	9.8	9.9	2.33	80.15	11.21	8	
0.500	20.720	10.7	10.7	10.8	10.8	10.9	10.9	2.35	80.15	11.21	8	
0.550	20.670	11.7	11.8	11.8	11.9	12.0	12.0	2.38	80.15	11.21	8	
0.600	20.620	12.8	12.9	12.9	13.0	13.0	13.1	2.40	80.15	11.21	8	
0.650	20.570	13.9	13.9	14.0	14.0	14.1	14.1	2.43	80.15	11.21	8	
0.700	20.520	14.9	15.0	15.0	15.1	15.2	15.2	2.45	80.15	11.21	8	
0.750	20.470	16.0	16.1	16.1	16.2	16.2	16.3	2.48	80.15	11.21	8	
0.800	20.420	17.1	17.1	17.2	17.2	17.3	17.4	2.50	80.15	11.21	8	
0.850	20.370	18.1	18.2	18.2	18.3	18.4	18.4	2.53	80.15	11.21	8	
0.900	20.320	19.2	19.3	19.3	19.4	19.4	19.5	2.55	80.15	11.21	8	
0.950	20.270	20.3	20.3	20.4	20.4	20.5	20.6	2.58	80.15	11.21	8	
1.000	20.220	21.3	21.4	21.5	21.5	21.6	21.6	2.60	80.15	11.21	8	
1.050	20.170	22.4	22.5	22.5	22.6	22.6	22.7	2.63	80.15	11.21	8	
1.100	20.120	23.5	23.5	23.6	23.6	23.7	23.8	2.65	80.15	11.21	8	
1.150	20.070	24.5	24.6	24.7	24.7	24.8	24.8	2.68	80.15	11.21	8	
1.200	20.020	25.6	25.7	25.7	25.8	25.8	25.9	2.70	80.15	11.21	8	
1.250	19.970	26.7	26.7	26.8	26.8	26.9	27.0	2.73	80.15	11.21	8	
1.300	19.920	27.7	27.8	27.9	27.9	28.0	28.0	2.75	80.15	11.21	8	
1.350	19.870	28.8	28.9	28.9	29.0	29.0	29.1	2.78	80.15	11.21	8	
1.400	19.820	29.9	29.9	30.0	30.0	30.1	30.2	2.80	80.15	11.21	8	
1.450	19.770	30.9	31.0	31.1	31.1	31.2	31.2	2.83	80.15	11.21	8	
1.500	19.720	32.0	32.1	32.1	32.2	32.2	32.3	2.85	80.15	11.21	8	
1.550	19.670	33.1	33.1	33.2	33.3	33.3	33.4	2.88	80.15	11.21	8	
1.600	19.620	34.2	34.2	34.3	34.3	34.4	34.4	2.90	80.15	11.21	8	
1.650	19.570	35.2	35.3	35.3	35.4	35.4	35.5	2.93	80.15	11.21	8	
1.700	19.520	36.3	36.3	36.4	36.5	36.5	36.6	2.95	80.15	11.21	8	
1.750	19.470	37.4	37.4	37.5	37.5	37.6	37.6	2.98	80.15	11.21	8	
1.800	19.420	38.4	38.5	38.5	38.6	38.6	38.7	3.00	80.15	11.21	8	
1.850	19.370	39.5	39.5	39.6	39.7	39.7	39.8	3.03	80.15	11.21	8	
1.900	19.320	40.6	40.6	40.7	40.7	40.8	40.8	3.05	80.15	11.21	8	
1.950	19.270	41.6	41.7	41.7	41.8	41.8	41.9	3.08	80.15	11.21	8	
2.000	19.220	42.7	42.7	42.8	42.9	42.9	43.0	3.10	80.15	11.21	8	
2.050	19.170	43.8	43.8	43.9	43.9	44.0	44.0	3.13	80.15	11.21	8	
2.100	19.120	44.8	44.9	44.9	45.0	45.1	45.1	3.15	80.15	11.21	8	
2.150	19.070	45.9	46.0	46.0	46.1	46.1	46.2	3.18	80.15	11.21	8	
2.200	19.020	47.0	47.0	47.1	47.1	47.2	47.2	3.20	80.15	11.21	8	
2.250	18.970	48.0	48.1	48.1	48.2	48.3	48.3	3.23	80.15	11.21	8	
2.300	18.920	49.1	49.2	49.2	49.3	49.3	49.4	3.25	80.15	11.21	8	
2.350	18.870	50.2	50.2	50.3	50.3	50.4	50.4	3.28	80.15	11.21	8	
2.400	18.820	51.2	51.3	51.3	51.4	51.5	51.5	3.30	80.15	11.21	8	
2.450	18.770	52.3	52.4	52.4	52.5	52.5	52.6	3.33	80.15	11.21	8	
2.500	18.720	53.4	53.4	53.5	53.5	53.6	53.6	3.35	80.15	11.21	8	
2.550	18.670	54.4	54.5	54.5	54.6	54.7	54.7	3.38	80.15	11.21	8	
2.600	18.620	55.5	55.6	55.6	55.7	55.7	55.8	3.40	80.15	11.21	8	
2.650	18.570	56.6	56.6	56.7	56.7	56.8	56.9	3.43	80.15	11.21	8	
2.700	18.520	57.6	57.7	57.8	57.8	57.9	57.9	3.45	80.15	11.21	8	
2.750	18.470	58.7	58.8	58.8	58.9	58.9	59.0	3.48	80.15	11.21	8	
2.800	18.420	59.8	59.8	59.9	59.9	60.0	60.1	3.50	80.15	11.21	8	
2.850	18.370	60.8	60.9	61.0	61.0	61.1	61.1	3.53	80.15	11.21	8	
2.900	18.320	61.9	62.0	62.0	62.1	62.1	62.2	3.55	80.15	11.21	8	
2.950	18.270	63.0	63.0	63.1	63.1	63.2	63.3	3.58	80.15	11.21	8	
3.000	18.220	64.0	64.1	64.2	64.2	64.3	64.3	3.60	80.15	11.21	8	

NO.3 H.F.O.TK.(P)		Sounding table							MS1		Manual Sounding	
Sounding Depth	Ullage Depth	Vol at Trim (Trim by Bow (+) (m))						VCG	LCG	TCG	IT	
		Tr -4	Tr -3	Tr -2	Tr -1	Tr 0	Tr 1					
m	m	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m	m	m	m4	
3.050	18.170	65.1	65.2	65.2	65.3	65.3	65.4	3.63	80.15	11.21	8	
3.100	18.120	66.2	66.2	66.3	66.3	66.4	66.5	3.65	80.15	11.21	8	
3.150	18.070	67.2	67.3	67.4	67.4	67.5	67.5	3.68	80.15	11.21	8	
3.200	18.020	68.3	68.4	68.4	68.5	68.5	68.6	3.70	80.15	11.21	8	
3.250	17.970	69.4	69.4	69.5	69.6	69.6	69.7	3.73	80.15	11.21	8	
3.300	17.920	70.4	70.5	70.6	70.6	70.7	70.7	3.75	80.15	11.21	8	
3.350	17.870	71.5	71.6	71.6	71.7	71.7	71.8	3.78	80.15	11.21	8	
3.400	17.820	72.6	72.6	72.7	72.8	72.8	72.9	3.80	80.15	11.21	8	
3.450	17.770	73.7	73.7	73.8	73.8	73.9	73.9	3.83	80.15	11.21	8	
3.500	17.720	74.7	74.8	74.8	74.9	74.9	75.0	3.85	80.15	11.21	8	
3.550	17.670	75.8	75.8	75.9	76.0	76.0	76.1	3.88	80.15	11.21	8	
3.600	17.620	76.9	76.9	77.0	77.0	77.1	77.1	3.90	80.15	11.21	8	
3.650	17.570	77.9	78.0	78.0	78.1	78.1	78.2	3.93	80.15	11.21	8	
3.700	17.520	79.0	79.0	79.1	79.2	79.2	79.3	3.95	80.15	11.21	8	
3.750	17.470	80.1	80.1	80.2	80.2	80.3	80.3	3.98	80.15	11.21	8	
3.800	17.420	81.1	81.2	81.2	81.3	81.4	81.4	4.00	80.15	11.21	8	
3.850	17.370	82.2	82.2	82.3	82.4	82.4	82.5	4.03	80.15	11.21	8	
3.900	17.320	83.3	83.3	83.4	83.4	83.5	83.5	4.05	80.15	11.21	8	
3.950	17.270	84.3	84.4	84.4	84.5	84.6	84.6	4.08	80.15	11.21	8	
4.000	17.220	85.4	85.5	85.5	85.6	85.6	85.7	4.10	80.15	11.21	8	
4.050	17.170	86.5	86.5	86.6	86.6	86.7	86.7	4.13	80.15	11.21	8	
4.100	17.120	87.5	87.6	87.6	87.7	87.8	87.8	4.15	80.15	11.21	8	
4.150	17.070	88.6	88.7	88.7	88.8	88.8	88.9	4.18	80.15	11.21	8	
4.200	17.020	89.7	89.7	89.8	89.8	89.9	89.9	4.20	80.15	11.21	8	
4.250	16.970	90.7	90.8	90.8	90.9	91.0	91.0	4.23	80.15	11.21	8	
4.300	16.920	91.8	91.9	91.9	92.0	92.0	92.1	4.25	80.15	11.21	8	
4.350	16.870	92.9	92.9	93.0	93.0	93.1	93.1	4.28	80.15	11.21	8	
4.400	16.820	93.9	94.0	94.0	94.1	94.2	94.2	4.30	80.15	11.21	8	
4.450	16.770	95.0	95.1	95.1	95.2	95.2	95.3	4.33	80.15	11.21	8	
4.500	16.720	96.1	96.1	96.2	96.2	96.3	96.4	4.35	80.15	11.21	8	
4.550	16.670	97.1	97.2	97.3	97.3	97.4	97.4	4.38	80.15	11.21	8	
4.600	16.620	98.2	98.3	98.3	98.4	98.4	98.5	4.40	80.15	11.21	8	
4.650	16.570	99.3	99.3	99.4	99.4	99.5	99.6	4.43	80.15	11.21	8	
4.700	16.520	100.3	100.4	100.5	100.5	100.6	100.6	4.45	80.15	11.21	8	
4.750	16.470	101.4	101.5	101.5	101.6	101.6	101.7	4.48	80.15	11.21	8	
4.800	16.420	102.5	102.5	102.6	102.6	102.7	102.8	4.50	80.15	11.21	8	
4.850	16.370	103.5	103.6	103.7	103.7	103.8	103.8	4.53	80.15	11.21	8	
4.900	16.320	104.6	104.7	104.7	104.8	104.8	104.9	4.55	80.15	11.21	8	
4.950	16.270	105.7	105.7	105.8	105.8	105.9	106.0	4.58	80.15	11.21	8	
5.000	16.220	106.7	106.8	106.9	106.9	107.0	107.0	4.60	80.15	11.21	8	
5.050	16.170	107.8	107.9	107.9	108.0	108.0	108.1	4.63	80.15	11.21	8	
5.100	16.120	108.9	108.9	109.0	109.1	109.1	109.2	4.65	80.15	11.21	8	
5.150	16.070	110.0	110.0	110.1	110.1	110.2	110.2	4.68	80.15	11.21	8	
5.200	16.020	111.0	111.1	111.1	111.2	111.2	111.3	4.70	80.15	11.21	8	
5.250	15.970	112.1	112.1	112.2	112.3	112.3	112.4	4.73	80.15	11.21	8	
5.300	15.920	113.2	113.2	113.3	113.3	113.4	113.4	4.75	80.15	11.21	8	
5.350	15.870	114.2	114.3	114.3	114.4	114.4	114.5	4.78	80.15	11.21	8	
5.400	15.820	115.3	115.3	115.4	115.5	115.5	115.6	4.80	80.15	11.21	8	
5.450	15.770	116.4	116.4	116.5	116.5	116.6	116.6	4.83	80.15	11.21	8	
5.500	15.720	117.4	117.5	117.5	117.6	117.6	117.7	4.85	80.15	11.21	8	
5.550	15.670	118.5	118.5	118.6	118.7	118.7	118.8	4.88	80.15	11.21	8	
5.600	15.620	119.6	119.6	119.7	119.7	119.8	119.8	4.90	80.15	11.21	8	
5.650	15.570	120.6	120.7	120.7	120.8	120.9	120.9	4.93	80.15	11.21	8	
5.700	15.520	121.7	121.8	121.8	121.9	121.9	122.0	4.95	80.15	11.21	8	
5.750	15.470	122.8	122.8	122.9	122.9	123.0	123.0	4.98	80.15	11.21	8	
5.800	15.420	123.8	123.9	123.9	124.0	124.1	124.1	5.00	80.15	11.21	8	
5.850	15.370	124.9	125.0	125.0	125.1	125.1	125.2	5.03	80.15	11.21	8	
5.900	15.320	126.0	126.0	126.1	126.1	126.2	126.2	5.05	80.15	11.21	8	
5.950	15.270	127.0	127.1	127.1	127.2	127.2	127.3	5.08	80.15	11.21	8	
6.000	15.220	128.1	128.2	128.2	128.3	128.3	128.4	5.10	80.15	11.21	8	
6.050	15.170	129.2	129.2	129.3	129.3	129.4	129.4	5.13	80.15	11.21	8	
6.100	15.120	130.2	130.3	130.3	130.4	130.5	130.5	5.15	80.15	11.21	8	
6.150	15.070	131.3	131.4	131.4	131.5	131.5	131.6	5.18	80.15	11.21	8	
6.200	15.020	132.4	132.4	132.5	132.5	132.6	132.7	5.20	80.15	11.21	8	

NO.3 H.F.O.TK.(P)		Sounding table							MS1		Manual Sounding	
Sounding Depth	Ullage Depth	Vol at Trim (Trim by Bow (+) (m))						VCG	LCG	TCG	IT	
		Tr -4	Tr -3	Tr -2	Tr -1	Tr 0	Tr 1					
m	m	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m	m	m	m ⁴	
6.250	14.970	133.4	133.5	133.6	133.6	133.7	133.7	5.23	80.15	11.21	8	
6.300	14.920	134.5	134.6	134.6	134.7	134.7	134.8	5.25	80.15	11.21	8	
6.350	14.870	135.6	135.6	135.7	135.7	135.8	135.9	5.28	80.15	11.21	8	
6.400	14.820	136.6	136.7	136.8	136.8	136.9	136.9	5.30	80.15	11.21	8	
6.450	14.770	137.7	137.8	137.8	137.9	137.9	138.0	5.33	80.15	11.21	8	
6.500	14.720	138.8	138.8	138.9	138.9	139.0	139.1	5.35	80.15	11.21	8	
6.550	14.670	139.8	139.9	140.0	140.0	140.1	140.1	5.38	80.15	11.21	8	
6.600	14.620	140.9	141.0	141.0	141.1	141.1	141.2	5.40	80.15	11.21	8	
6.650	14.570	142.0	142.0	142.1	142.1	142.2	142.3	5.43	80.15	11.21	8	
6.700	14.520	143.0	143.1	143.2	143.2	143.3	143.3	5.45	80.15	11.21	8	
6.750	14.470	144.0	144.1	144.2	144.3	144.3	144.4	5.48	80.15	11.21	8	
6.800	14.420	144.6	144.8	145.0	145.1	145.2	145.2	5.50	80.15	11.21	0	
6.850	14.370	145.0	145.1	145.2	145.2	145.2	145.2	5.50	80.15	11.21	0	
6.900	14.320	145.2	145.2	145.2	145.2	145.2	145.2	5.50	80.15	11.21	0	
21.220	0.000	145.2	145.2	145.2	145.2	145.2	145.2	5.50	80.15	11.21	0	

BUNKRAUKSEN TARKASTUSLISTA

Attachment 1

Bunkering Checklist

This checklist should be filled in before a ship receives bunkers from a bunker ship.

Name of bunker ship:		Name of receiving ship:	
Place of bunkering:		Date of bunkering:	
Estimated time of start:		Estimated time of completion:	
<i>For an affirmative answer, please tick the appropriate box <input type="checkbox"/>.</i>			
	Bunker ship	Receiving ship	Remarks
1. Do the receiving ship and the bunker ship accept the area for the bunkering operation taking into account weather conditions and weather forecast?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2. Is the area outside normal shipping traffic?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3. Is the receiving ship safe at anchor?		<input type="checkbox"/>	
4. Is a mooring plan in place and agreed, and is the mooring of the ships carried out in accordance with this plan?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5. Are the primary fenders in their proper positions along the hull of the bunker ship and are secondary fenders, if required, in place?	<input type="checkbox"/>		
6. Are safe communications via VHF radios agreed?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7. Are all scuppers affected by the bunkering operation closed on board the receiving ship and the bunkering ship?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8. Are the hoses for the bunkering operations tested during the last four months period and are they in a good condition?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9. Are the receiving tanks sounded and is the quantity to be transferred agreed?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10. Are the valves on board the receiving ship set to their right position?		<input type="checkbox"/>	
11. Are the bunkering hoses satisfactorily connected on board both ships?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12. Are spill trays of adequate size in place on board both ships?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13. Are blind flanges for use after disconnection of hoses available?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
14. Is the maximum pump rate and topping up pump rate agreed by the responsible officers on both ships?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
15. Is the responsible person instructed and on watch close to the emergency stop on the bunkering ship?	<input type="checkbox"/>		
16. Is equipment readily available to combat minor oil spills at sea?	<input type="checkbox"/>		
17. Is an overall contingency plan available and is the correct contact point ashore for oil pollution incidents checked?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
18. Are navigational signals, indicating bunkering operations, displayed?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

For the bunkering ship

I have checked all the items of the checklist and have satisfied myself that the entries, to the best of my knowledge, are correct. I have also taken measures for repeated checks whenever necessary.

Date:

Signature:

For the receiving ship

I have checked all the items of the checklist and have satisfied myself that the entries, to the best of my knowledge, are correct. I have also taken measures for repeated checks whenever necessary.

Date:

Signature:

BUNKER DELIVERY NOTE



Australian Government
Australian Maritime Safety Authority

Bunker Delivery Note

MARPOL Annex VI requires that the following information be included in the bunker delivery note provided to the receiving ship.

There is no specific format for a bunker delivery note. Bunker suppliers may therefore use their own stationery provided that all the required information is included.

Name and IMO number of receiving ship	<input type="text"/>
Port	<input type="text"/>
Date of commencement of delivery	<input type="text"/>
Name, address and telephone number of marine fuel oil supplier	<input type="text"/>

Product name(s)	Quantity (metric tons)	Density at 15°C (kg/m ³) <i>Fuel oil should be tested in accordance with ISO 3675</i>	Sulphur content (% m/m) <i>Fuel oil should be tested in accordance with ISO 8754</i>

Declaration

I, the fuel oil supplier's representative hereby declare that the fuel oil supplied is in conformity with regulation 14(1) or (4)(a) and regulation 18(1) of MARPOL Annex VI.

Name	Signature	Date
------	-----------	------

LNG BUNKER DELIVERY NOTE

LNG Bunker Delivery Note

LNG-BUNKER DELIVERY NOTE

LNG AS FUEL FOR

SHIP NAME: _____ IMO-No.: _____

Date of of delivery: _____

1. LNG-Properties

Methane number ¹	--	
Lower calorific (heating) value	MJ/kg	
Higher calorific (heating) value	MJ/kg	
Wobbe Indices W _s / W _i	MJ/m ³	
Density	kg/m ³	
Pressure	bar (abs)	
LNG temperature delivered	°C	
LNG temperature in storagetank(s)	°C	
Pressure in storage tank(s)	bar (abs)	

2. LNG-Composition

Methane, CH ₄	[% (kg/kg)] [mol%]	
Ethane, C ₂ H ₆	[% (kg/kg)] [mol%]	
Propane, C ₃ H ₈	[% (kg/kg)] [mol%]	
Isobutane, i C ₄ H ₁₀	[% (kg/kg)] [mol%]	
N-Butane; n C ₄ H ₁₀	[% (kg/kg)] [mol%]	
Pentane; C ₅ H ₁₂	[% (kg/kg)] [mol%]	
Hexane; C ₆ H ₁₄	[% (kg/kg)] [mol%]	
Heptane; C ₇ H ₁₆	[% (kg/kg)] [mol%]	
Nitrogen, N ₂	[% (kg/kg)] [mol%]	
[No][negligible<5ppm] H ₂ S, hydrogen, ammonia, chlorine, water		

3. Total delivered: _____ t, _____ MJ _____ m³

Liquid delivery: _____ GJ

4. Signature(s):

Supplier Company Name, address and telephone number: _____

Signature: _____ Place / date: _____

Bunkering Company Name: _____

IAPH LNG-BUNKRAUKSEN TARKASTUSLISTA, REKASTA LAIVAAN, OSA B

PART B: Pre Transfer Checklist

(This mandatory part should be completed before actual transfer operations start)

Date and time: _____

Designated LNG bunker location: _____

LNG receiving ship: _____

LNG supplying tank truck: _____

	Check	Ship	LNG Truck	Terminal	Code	Remarks
16	Part A is used prior and preparatory of the actual operation	For the Ship:	For the Truck	For the Terminal		If applicable
17	Present weather and wave conditions are within the agreed limits.				A R	
18	The LNG receiving ship is securely moored. Regulations with regards to mooring arrangements are observed. Sufficient fendering is in place.				R	
19	There is a safe means of access between the ship and shore. When mandatory, there is a safe emergency escape route between ship and shore				R	
20	All mandatory firefighting equipment is ready for immediate use	For the Ship:	For the Truck	For the Terminal		
21	The bunker operation area is sufficiently illuminated.				A R	
22	The ship and truck are able to move under their own power in a safe and non-obstructed direction.	For the Ship:	For the Truck		R	
23	Adequate supervision of the bunker operation is in place both on the ship and at the LNG tank truck and an effective watch is being kept at all time.					
24	An effective means of communication between the responsible operators and supervisors on the ship and at truck has been established and tested. The communication language has been agreed upon.				A, R	VHF / UHF Channel: _____ Language: _____ Primary System: _____ Backup System: _____
25	The emergency stop signal and shutdown procedures have been agreed upon, tested,				A	Emergency Stop Signal: _____

	Check	Ship	LNG Truck	Terminal	Code	Remarks
	and explained to all personnel involved. Emergency procedures and plans and the contact numbers are known to the persons in charge.					
26	The predetermined restricted area zone has been established. Appropriate signs mark this area.				A	
27	The restricted area is free of unauthorized persons, objects and ignition sources.				R	
28	External doors, portholes and accommodation ventilation inlets are closed as per operations manual.				R	At no time they should be locked
29	The gas detection equipment has been operationally tested and found to be in good working order.					
30	Material Safety Data Sheets (MSDS) for the delivered LNG fuel are available.				A	
31	Regulations with regards to ignition sources are observed.				R	
32	Appropriate and sufficient suitable protective clothing and equipment is ready for immediate use.					
33	Personnel involved in the connection and disconnection of the bunker hoses and personnel in the direct vicinity of these operations make use of sufficient and appropriate protective clothing and equipment.					
34	A (powered) emergency release coupling ((P)ERC) is installed and is ready for immediate use					if applicable
35	The water spray system has been tested and is ready for immediate use.					if applicable.
36	Spill containment arrangements are of an appropriate material and volume, in position, and empty.					
37	Hull and deck protection against low temperature is in place.					if applicable.
38	Bunker pumps and compressors are in good working order.				A	if applicable.
39	All control valves are well maintained and in good working order.					
40	Bunker system gauges, high level alarms and high-pressure alarms are operational, correctly set and in good working order.					
41	The ship's bunker tanks are protected against inadvertent overfilling at all times, tank content is constantly monitored and alarms are correctly set.				R	Intervals not exceeding _____ minutes
42	All safety and control devices on the LNG installations are checked, tested and found to					

	Check	Ship	LNG Truck	Terminal	Code	Remarks
	be in good working order.					
43	Pressure control equipment and boil off or re-liquefaction equipment is operational and in good working order.					If applicable
44	Both on the ship and at the tank truck the ESDs, automatic valves or similar devices have been tested, have found to be in good working order, and are ready for use. The both ESD systems are linked. The closing rates of the ESDs have been exchanged.				A	ESD Ship: _____ seconds ESD Truck: _____ seconds
45	Initial LNG bunker line up has been checked. Unused connections are closed, blanked and fully bolted.					
46	LNG bunker hoses, fixed pipelines and manifolds are in good condition, properly rigged, supported, properly connected, leak tested and certified for the LNG transfer.					
47	The LNG bunker connection between the ship and the truck is provided with dry disconnection couplings.					If applicable.
48	The LNG bunker connection between the ship and the LNG bunker truck has adequate electrical insulating means in place.					
49	Dry breakaway couplings in the LNG bunker connections are in place, have been visually inspected for functioning and found to be in a good working order.				A	
50	The tank truck is electrically grounded and the wheels are chocked.					
51	The tank truck engine is off during the connection and disconnection of the LNG bunker hoses.					
52	The tank truck engine is switched off during purging or LNG transfer.					Unless the truck engine is required for the purging or transfer of LNG.
53	If mandatory the ship's emergency fire control plans are located externally.					Location: _____
54	An International Shore Connection has been provided.					If applicable
55	Competent authorities have been informed that bunker transfer operations are commencing and have been requested to inform other vessels in the vicinity.					Date / time of the notification _____