



Työturvallisuus-
keskus

LNG – TURVALLINEN KULJETUSKETJU



Julkaisija: Työturvallisuuskeskus, Kuljetus- ja logistiikkaryhmä

Teksti: Kuljetus- ja logistiikkaryhmä,
Pia Broumand / Arctia Oy ja Olli Haapanen / Kiitosimeon Oy

Kuvat: Arctia Oy / Studio Timo Helkala Oy, Tiina Sileoni / Tussitaikurit Oy
ja Ville Heinonen / Alasin media Oy

Taitto: Anne Kaikkonen, Timangi

Paino: Pekan Offset Oy, Helsinki 2020

1. painos 2020

ISBN 978-951-810-706-7 (nid.)

ISBN 978-951-810-707-4 (pdf)

Tuotenumero 202001

ttk.fi

SISÄLLYS

LUKIJALLE	2
LNG – TURVALLINEN KULJETUSKETJU	3
Suojautuminen	4
Välittömät terveysvaarat	4
Ensiapu	5
LNG:n maantiekuljetukset	5
Varastointi satamassa	5
Palontorjuntatoimenpiteet	6
LNG-laivan bunkraus turvallisesti	7
Yleiset riskit LNG:n käsittelyssä.	7
Toimenpiteet ennen bunkrausta.	9
LNG-bunkrauksen vastuumatriisi	9
Vaarojen arviointi	10

LUKIJALLE

Tänä päivänä LNG:n käyttö uutena polttoaineena on lisääntynyt ja tulee vielä lisääntymään tulevaisuudessa. Tarve tällaiselle ohjeelle tunnistettiin Kuljetus- ja logistiikka-alan toimialaryhmissä ja me haluamme auttaa työpaikkoja. Työturvallisuudesta huolehtiminen kuuluu kaikille, perehdytys oikeisiin työtapoihin on tärkeää ja sen vuoksi työpaikoilla tarvitaan tietoa. Oikeat turvallisuusratkaisut ja toimintatavat mahdollistavat turvallisen työn tekemisen kaikissa olosuhteissa.

Tässä ohjeessa on lyhyesti kerrottu LNG:stä, mitä se on ja miten sitä kuljetetaan ja käytetään turvallisesti. Mitä terveysvaaroja on ja miten niiltä suojaudutaan. Jotta nestekaasu pysyy nestemäisessä

koostumuksessa, on sen lämpötilan pysyttävä -162 asteessa, mikä aiheuttaa vaaraa sitä käsiteltäessä. Ohjeessa on listattu riskejä kuljetusketjun eri vaiheissa, kuinka niihin voi varautua. Mitä toimenpiteitä turvallinen bunkraus vaatii ja kuinka toimitaan onnettomuustilanteessa.

Ohjeen tavoitteena on antaa perustietoa LNG:n turvallisesta käsittelystä kuljetusketjun aikana. Tätä ohjetta voi hyödyntää, kun tehdään riskien arviointia työpaikalla ja toimintaohjeita.

Oikeat turvallisuusratkaisut ja toimintatavat mahdollistavat turvallisen työn tekemisen kaikissa olosuhteissa.

LNG – TURVALLINEN KULJETUSKETJU

LNG on nesteytettyä maakaasua, joka muodostuu, kun maakaasu nesteytetään jäädyttämällä -162 -asteiseksi. LNG on koostumukseltaan kirkasta, väritöntä ja myrkytöntä nestettä. Nesteytys pienentää kaasun tilavuutta 600-kertaisesti ja helpottaa näin kaasun varastointia sekä mahdollistaa sen kuljetuksen kaasuverkoston ulkopuolisiin kohteisiin. Nesteytettyä kaasua voidaan kuljettaa käyttötarkoitukseen sopivilla säiliöaluksilla ja -autoilla tai raiteita pitkin. LNG ja nesteytetty biokaasu LNB sopivat parhaiten polttoaineena ras-kaan liikenteen runkukuljetuksiin, ja niitä voidaan hyödyntää myös teollisuuden prosessikäytössä. Lähi- ja jakeluliikenteessä käytetään lähinnä paineistettua maakaasua CNG tai paineistettua biokaasua CBG.

KAASUJEN LYHENTEET

LNG (Liquefied Natural Gas)
nesteytetty maakaasu

LBG (Liquefied Bio Gas)
nesteytetty biokaasu

CNG (Compressed Natural Gas)
paineistettu maakaasu

CBG (Compressed Bio Gas)
paineistettu biokaasu

LNG:N OMINAISUUDET

- LNG = nesteytetty maakaasu (Liquefied natural gas)
- Koostuu pääosin metaanista, 84–98 %.
- Maakaasu nesteytyy -162 °C ATM.
- Polttoaineena samat ominaisuudet kuin maakaasulla:
- Hajuton, väritön, ei aiheuta korroosiota eikä ole myrkyllinen.
- LNG ei sekoitu veteen eikä imeydy maaperään – mahdollisen vuodon sattuessa höyrystyy ja haihtuu ilmaan.
- Nestemäisenä ei syty palamaan – vain kaasu palaa.
- LNG on erittäin kylmää, joten on varottava rakenteita sekä paleltumista.
- Syttyvä ilma/maakaasuseos, vain jos seoksessa on 5–15 % maakaasua.
- Itsesyttymislämpötila on 620 °C (kevyt polttoöljy 260 – 370 °C).

Nesteytetyn maakaasun
käyttöturvallisuustiedote:

<https://docplayer.fi/3036670-Kayttoturvallisuustiedote-sivu-1-9-Lng-nesteytetty-maakaasu.html>

Käsittelyn terveyteen ja turvallisuuteen liittyvät riskit voidaan karkeasti jakaa kah-teen eri tekijään; hapenpuute eli asfyksia tai tukehtumisvaara sekä paleltumat ja kylmän aiheuttamat palovammat. Hapenpuute ja tukehtumisvaara voi ilmetä silloin, jos kaasua pääsee vuotamaan suljettuun tilaan ja tilassa oleva henkilö altistuu kaasulle. Paleltumia ja kylmän aiheuttamia palo- vammoja syntyy aina, kun käyttäjä joutuu suoraan kontaktiin nesteytetyn maakaasun kanssa. Mikäli nämä vaaratekijät ja niistä aiheutuvat onnettomuudet saadaan eliminoitua, voidaan LNG:n tankkaus- prosessia pitää verrattain turvallisena.

Suojautuminen

Jotta maakaasu pysyy koostumukseltaan nestemäisenä, on sen ololämpötilan pysytävä erittäin matalana eli -162 -asteisena ilmakehän paineessa. Paleltumavammojen riski on suuri kaikilla ainetta käsittelevillä henkilöillä, ja sen vuoksi henkilökohtaiset suojaimet bunkrauksessa ovat tärkeitä.

Kaikilla on oltava kypärä + kasvot suojaava visiiri ja suojalasit tai suojahuppu. Vaate-

tuksena on käytettävä työhön soveltuvaa työvaatetta, jonka lahkeiden tulee mennä saappaiden päälle. Jalkineina varrelliset kylmänkestävät saappaat. Silmiin ja kasvoihin kohdistuneet roiskeet vältetään kylmyyden kestävillä suojalaseilla tai kasvosuojalla. Kädet pitää suojata kylmän kestävillä suojahanskoilla, jotka ovat helposti riisuttavissa. Laivan bunkrauksessa voidaan tarvittaessa käyttää lisäksi pelastusliivejä ohjeistuksen mukaan.

Välittömät terveysvaarat

Suuri metaanivuoto sisätilaan, jossa ilmanvaihto on huono, voi nostaa kaasun pitoisuuden ilmassa yli ylemmän syttymisrajan (17 %). Tällöin ilman happipitoisuus on alle 18 %, mistä saattaa aiheutua hapenpuutetta, joka voi ilmetä huimauksena, hengitysvaikeuksina, levottomuutena, pahoinvointina ja pään särkynä. Pahimmillaan se johtaa tajuttomuuteen tai kuolemaan, jos hapen pitoisuus laskee liian alhaiseksi.

Nestemäisen metaanin kylmien höyryjen hengittäminen voi aiheuttaa paleltumia hengitysteissä. Suora kosketus nestemäiseen metaaniin tai altistuminen kylmälle metaanihöyrylle aiheuttaa paleltumavamman iholle ja silmissä. Silmien paleltumavamma voi johtaa pysyvään vaurioon tai sokeutumiseen. Paljas iho puolestaan voi jäädä kiinni nestemäisen metaanin jäähdyttämään metalliin ja repeytyä irrotettaessa.

Humahtaan palava kaasupilvi aiheuttaa pilven sisään jääneille vaikeita palovammoja.



Ensiapu

Hengitysteitse tapahtunut altistuminen

- Siirrä altistunut henkilö pois vuodon vaikutuspiiristä.
- Henkilö on siirrettävä lääkärin tarkastettavaksi.
- Jos potilaalla on hengitysvaikeuksia, toimita lääkäriin – soita 112.
- Jos sydän on pysähtynyt, aloita painantaelvytys – soita 112.

Roiskeet silmään

- Jos nesteytettyä metaania on roiskunut silmiin, huuhtelee silmää runsaalla vedellä tai fysiologisella suolaliuoksella usean minuutin ajan.
- Toimita henkilö ensiapuasemalle lääkärin tutkimusta varten.

Ihokosketus

- Riisu henkilöltä roiskeille altistuneet vaatteet.
- Lämmitä ihoa runsaalla haalealla vedellä.
- Jäätyneet vaatekappaleet on sulatettava ennen poistamista.
- Jos jäätynyt vaate on tarttunut ihoon kiinni, sitä ei saa poistaa.
- Paleltumia ei saa hieroa.
- Soita 112.

Palovammat

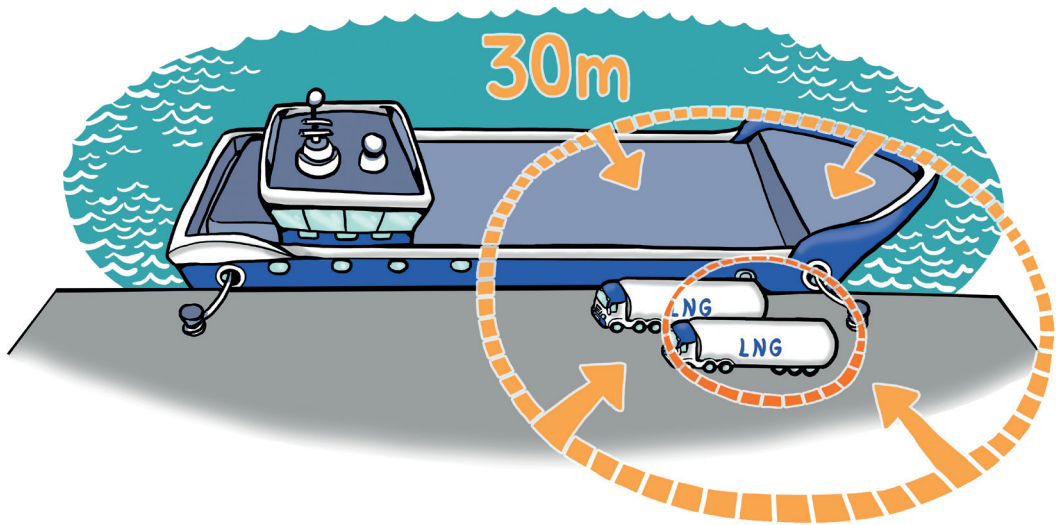
- Lievissä palovammoissa viilennä ihoa välittömästi haalealla vedellä.
- Jos palovammat ovat laajempia tai jos niitä on kasvoissa, nivelissä, limakalvoilla tai hengitysteissä, soita 112.

LNG:n maantiekuljetukset

- LNG:n maantiekuljetuksia ja käytettävää kalustoa määritellään ja säännellään
 - VAK-säädöksillä ja määräyksillä
 - ADR-sopimuksella ja -määräyksillä
 - IMDG-ohjeilla (Solas-sopimus)
 - valtioneuvoston sekä liikenne- ja valvontaministeriön ohjeilla tiekuljetuksista
 - kansainvälisillä määräyksillä ja standardeilla ajoneuvojen rakenteesta.
- Kuljetuksia hoitavalla toiminnan harjoittajalla on oltava nimetty turvallisuusneuvonantaja.
- Kuljettajien pätevyysvaatimukset ja määrävälein olevat täydennyskoulutukset.
- Lastaus- ja purkupaikkojen erityisvaatimukset ja turvallisuusohjeet
 - kuljettajien kouluttaminen ja hyvä perehdytys.

Varastointi satamassa

- Satamassa on oltava ADR-alue.
- Huolehditaan, että vain koulutettu ja pätevä henkilöstö saa käsitellä LNG-laitteistoja.
- Tarvittavia henkilönsuojaimia on käytettävä.
- Tupakointi ja avotulen teko on kielletty.
- Luokitetulla alueella saa käyttää vain Ex-luokiteltua välineistöä.
- Matkapuhelimien käyttö on kielletty LNG/LBG-laitteistojen lähellä.
- LNG-laitteistoja ei saa koskettaa ilman suojakäsineitä.
- Paikalla on oltava vettä tai silmähuuhteluväline.
- Paikalla on oltava käyttövalmis sammutuskalusto.



Vaarojen arvioinnissa huomioidaan suoja- ja varoalueet ja määritellään niiden laajuus. Ulkopuoliset henkilöt, liikenne ja toiminnot rajataan pois alueelta. Myös ulkopuoliset syttymälähteet rajataan pois alueelta.

Palontorjuntatoimenpiteet

Sopivat sammutusaineet ovat jauhe ja vaahto, ja näistä jauhe tehoaa paremmin.

Älä käytä sammutukseen vettä!

Tulipaloa varten tulee tankkausasemalla olla tarvittava määrä oikeanlaisia sammuttimia ja tiedot niiden sijainnista sekä selkeät ohjeet hätäilmoituksen tekemiseen. Hätäilmoituksessa on tärkeää antaa tieto, että kyseessä on LNG-onnettomuus.

PALONTORJUNTA

- Lähesty paloa tuulen yläpuolelta.
- Katkaise vuotavan kaasun tai nesteen syöttö, jos se on mahdollista.
- Tarkista kaasuvuodot, syttymättömät nesteet, kaasumuotoisen/nestemuotoisen aineen palo.
- Tulipalotilanteessa on käytettävä paineilmahengityslaitetta.
- Sammuta palo jauheella, jos se on mahdollista.
- Pysytele turvallisella etäisyydellä, vähintään 100 m:n etäisyydellä onnettomuuspaikasta.

LNG-laivan bunkraus turvallisesti

Yleiset riskit LNG:n käsittelyssä

Muuttuvat ajoreitit satama-alueella

- Riski harhaan ajamiseen -> peruutus-/kääntelytarve.

Purun valmistelu

- Toiminta alkaa 30-60 minuuttia ennen purun alkua.
- Alue eristetään ja noudetaan sammutinkärkyt.
- Huomioidaan muu liikenne.
- Päällä on oltava näkyvä suojavaatetus.
- Muista tuotekoulutus, tekninen koulutus, työturvallisuuskoulutus, tieturvakoulutus.

Paineen nosto

- Höyrystinvian mahdollisuus on otettava huomioon.
- Kun syntyy vesihöyryä, näkyvyys on rajoitettu.

Satamanosturien ja kulkusiltojen liikkeen estäminen

- Edellyttää hyvää kommunikointia, yhteisymmärrystä ja riskin ymmärtämistä kaikilta osapuolilta.
- Vaatii koulutusta ja yhteisymmärryksen lisäämistä.
- Käytetään myös mekaanisia esteitä/lukituksia.

Letkun veto laivan ovelle

- Putoamisvaara mereen -> pelastusliivit.

Letkun kiinnitys laivaan

- Laivahenkilökunta kiinnittää letkun laivaan.
- Mahdollisuus kommunikaatio-ongelmaan yhteisen kielen puuttuessa. Riski on jo nyt arkipäivää - miten tulevaisuudessa?
- LNG on uusi asia laivahenkilökunnallekin. Onko riittävästi osaamista nyt ja tulevaisuudessa? -> koulutus ja harjoittelu.
- Mahdollisia vaaratilanteista varten pitää jokaisella olla kristallinkirkkaana tiedossa oikea toimintamalli, mieluiten hyvin harjoiteltuna! -> koulutus ja harjoittelu.

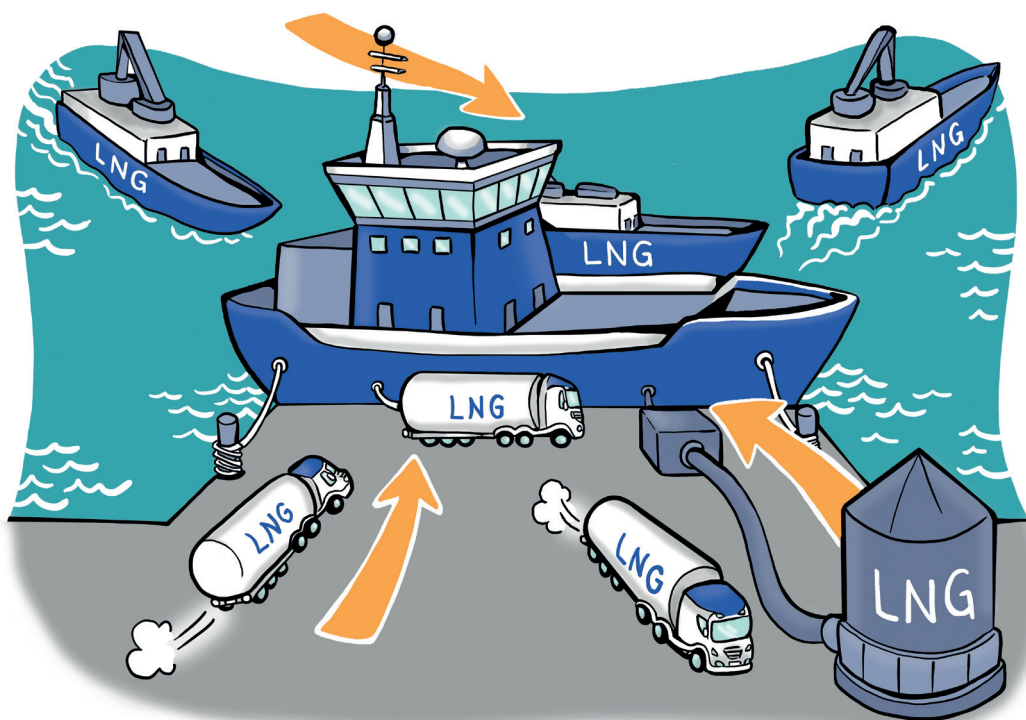
Purun aikana

- Letkurikko voi tapahtua joko teknisen vian tai mekaanisen rikkoutumisen vuoksi. Kuljettaja valvoo purkua purkukaapin mittareiden avulla.
 - Virtaus 800–100 ltr/min (350–440 kg/min).
 - Paine riippuu vastapaineesta, varot 16 bar.
- Päivittäinen silmämääräinen kunnonvalvonta on kuljettajan työtä.
- Letkut uusitaan viiden vuoden välein, jos ei syytä nopeampaan vaihtoväliin.

- Hyvä asia on, että letku on kiinteästi kiinni perävaunussa. Toisessa päässä on tippavapaa MannTek-liitin.
- Tuplabunkraus: Toinen auto pumppaa ensimmäisen läpi, jolloin laivaan menee vain yksi letku. Ainakin teoreettinen riski ensimmäisen auton säiliön ylitäyttyön.

Purun jälkeen

- Letku typetetään laivan tyypellä.
- Mahdollisuus painejäämään letkussa.
- Onnistuminen vaatii hyvän kommunikoinnin ja ymmärryksen.



Eri bunkrausvaihtoehtoja

- aluksesta
- paikallisesta varastosta
- rekasta säiliö/säiliökontti
- terminaalista

Toimenpiteet ennen bunkrausta

1. Alueelle pitää saapua riittävän ajoissa ennalta määriteltä reittiä pitkin.
2. Pysäköidään auto ennalta määritellyn purkupaikkaan ja asennetaan pyörä-kiilat.
3. Rajataan alue laivan käyttöön antamalla tarvikkeilla (keilat, lippusiimat tms.) tai tarkistetaan alueen raja.
4. Valmistellaan kohteeseen määritellyt alkusammutusvälineet käyttökuntoon ja -paikoilleen.
5. Alueella olevat kaivot peitetään suojamatoilla.
6. Kytetään maadoitus maadoitus-pisteeseen.
7. Noin 15 minuuttia ennen purun aloitusta aloitetaan pumpun jäähdytys ja paineen korotus.
8. Valmistellaan letku laiturille laivaan nostoa varten. Varmistetaan letkun ja liittimien kunto.
9. Testataan ESD-linkin toiminta ja viritetään linkki uudelleen.
10. Testataan radioyhteys.
11. Odotetaan aloituslupaa.

LNG-bunkrauksen vastuumatriisi

Vastuumatriisissa määritellään bunkrauksen vastualueet selkeästi laivan henkilöstön ja tankkiauton operoijan välillä. Vastuualueita määriteltäessä on selkeästi kerrottu, kuka on ensisijaisesti vastuussa.

VASTUU

E = ensisijainen vastuu **T** = toissijainen vastuu

	Päällikkö / Vahtimestari	Konepäällikkö / Bunkrauspäällikkö	1. Konemestari	Bunkrausaseman vahtimies	Laiturivahti	Kansivahti	Tankkiauton operoija
Varmistaa että bunkrausalue on eristetty ja sadevesikaivot miehistön toimesta peitetyt.	E						
Pitää propulsiokoneisto lähtövalmiudessa.		T	E				
Tarkkailla läheistä laivaliikennettä.	E					T	
Kommunikointi bunkrausosapuolien välillä.	T	E					
Käyttää tankkiauton pumppua.							E
Operoida kaapelin päässä olevaa ESD-nappia.				E			
Tarkkailla bunkrausasemaa vuotojen varalta.			E				

Vaarojen arviointi

Vaarojen arvioinnissa kartoitetaan mahdolliset tapaturma- ja onnettomuusriskit ja pyritään varautumaan niihin riskin pienentämiseksi.

Poikkeustilanteessa bunkraus keskeytetään välittömästi. Tarkemmat ohjeet poikkeustilanteisiin löytyvät aluskohtaisesti.

MAHDOLLISIA POIKKEUSTILANTEITA TANKKAUKSEN AIKANA

LAIVALLA:

- Pieni vuoto bunkkeriasemalla
- Suuri vuoto bunkkeriasemalla
- Bunkkauksen hätäräpysäytys autosta
- Yhteys laiturille tai autoon katkeaa
- Laivan varastosäiliön ylitäyttö
- Tulipalo LNG-bunkrausasemalla
- Tulipalo muualla aluksella
- Black-Out aluksella

LAITURIALUEELLA:

- Pieni vuoto säiliöautolla
- Suuri vuoto säiliöautolla
- Tulipalo laiturilla
- Henkilö altistuu LNG-roiskeille



Kommunikointi eri toimijoiden välillä tärkeää.

LNG – Turvallinen kuljetusketju

Tämän ohjeen tarkoituksena on lisätä tietoa LNG:stä ja edistää työturvallisuutta kuljetusketjussa. Ohjeessa on annettu esimerkkejä, miten varautua riskeihin ja miten bunkraus voidaan tehdä turvallisesti. Tavoitteena on ennaltaehkäistä tapaturmia, mutta jos jotain tapahtuu, osaamme toimia oikein tapaturmatilanteessa. Jokaisella työpaikalla on kuitenkin aina arvioitava työn vaarat ja suunniteltava työ niin, että se voidaan toteuttaa turvallisesti.

Kuljetusketjun työturvallisuudessa on tärkeää ymmärtää turvallisuuden yhteys kaikkeen toimintaan ja siksi sujuva yhteistyö on ensiarvoisen tärkeää.

