

TTÜ EESTI MEREAKADEEMIA  
Merenduskeskus  
Mereveonduse ja sadamatöö korraldamine

Reimo Lõokene

# **LNG TURUPERSPEKTIIVID LÄÄNEMEREL AASTAKS 2025**

Lõputöö

Juhendaja: dotsent Andres Tõlli

Tallinn 2017

Olen koostanud töö iseseisvalt.

Töö koostamisel kasutatud kõikidele teiste autorite töödele, olulistele seisukohtadele ja andmetele on viidatud.

Reimo Lõokene .....

(allkiri, kuupäev)

Üliõpilase kood: 141449VDSR

Üliõpilase e-posti aadress: reimolookene@gmail.com

Juhendaja dotsent Andres Tolli:

Töö vastab lõputöö esitatud nõuetele

.....

(allkiri, kuupäev)

Kaitsmiskomisjoni esimees:

Lubatud kaitsmisele

.....

(ametikoht, nimi, allkiri, kuupäev)

# SISUKORD

SISUKORD.....	3
ABSTRAKT.....	4
SISSEJUHATUS.....	5
TEOREETILINE OSA .....	7
1. LNG .....	7
1.1 LNG ajalooline taust .....	8
1.2 Terminalid .....	8
1.4 Laevad .....	11
1.5 LNG tootmine.....	12
1.6 LNG omadused ja turvalisus .....	13
1.7 LNG kasutamine.....	14
1.8 LNG laevakütusena.....	15
2. LNG LÄÄNEMEREL .....	16
2.1 Tarbijad .....	17
2.2 Regionaalse turu tulevik.....	18
3. VÄÄVLIDIREKTIIVI ÜLDTUTVUSTUS .....	19
4. METOODILINE OSA .....	21
4.1 Eesmärk.....	22
4.2 Küsimustik .....	22
4.3 Valim .....	23
4.4 Intervjuu .....	24
4.4.1 Intervjuu analüüs.....	26
5. TULEMUSED .....	27
5.1 Küsimustiku vastused .....	27
5.2 Intervjuu tulemused.....	32
5.3 Järeldused.....	34
5.2.1 LNG tulevikuperspektiivid .....	34
5.3 Ettepanekud.....	35
KOKKUVÕTE.....	36
SUMMARY .....	37
VIIDATUD ALLIKAD .....	38
LISAD .....	39
Lisa 1. Küsimustik eesti keeles .....	39
Lisa 2. Küsimustik inglise keeles.....	40

# ABSTRAKT

Töö pealkiri: LNG TURUPERSPEKTIIVID LÄÄNEMEREL AASTAKS 2025

Käesoleva lõputöö eesmärgiks on välja selgitada LNG tulevikuperspektiivid aastaks 2025. LNG on üks kiiremini arenevaid energiatööstuse liike, tulenevalt madalatest kasvuhoonegaasi emissioonidest, kui ka kõrgest kasutegurist selle kasutamisel. LNG näol on tegemist esialgu puhastatud ning hiljem veeldatud maagaasiga. Tulenevalt väävlidirektiividest on LNG üheks alternatiivseks variandiks kütuse kasutamisel, lisaks sellele leiab LNG ka palju kasutust soojuse tootjana erinevates tööstustes. Hetkel ei asu Eestis veel ühtegi LNG terminali, kuid selle võimalik rajamine tekitab palju kõneainet. Antud töö eesmärk on küsitluste ja intervjuu teel välja selgitada võimalik tulevikuperspektiiv ning olulisus LNG terminalide rajamisel Läänemere piirkonda. Tulemusest selgus, et 2025. aastaks on võimalik LNG laevade arvu kolmekordistumine Läänemere piirkonnas ning terminalide juurde ehitamisel on nende üle küllastuse võimalus väike.

Antud lõputöö uurimisobjektiks on Läänemere LNG keskkond ning lõputöö raames analüüsib autor erinevate ettevõtete hinnanguid LNG tulevikuperspektiividele aastaks 2025.

Võtmesõnad: LNG, maagaas, Läänemeri, terminalid, väävlidirektiiv.

# SISSEJUHATUS

Veeldatud maagaas ehk LNG on maagaasi tihedam vorm, mis on säästlikum ja ökonoomsem kui maagaas. Maagaasi veeldatakse ennekõike transportimise jaoks pikemate vahemaade taha, kuhu pääseb ainult mööda mereteid. LNG on üks kiiremini arenevaid sektoreid energiatööstuses, mistõttu on oluline pöörata tähelepanu LNG-le kui tuleviku kütusele, mille trend on jätkuvalt kasvu suunal. Viimaste aastate jooksul on eesti meedia kajastanud erinevate suurettevõtete plaane edendada LNG kasutust Läänemere piirkonnas rajades siia terminale.

Hetkel on Baltimaades ainult üks LNG terminal, mis asub Leedus Klaipeda sadama akvatooriumil. Seetõttu on raske hinnata tulevikuperspektiive (üle küllastumine, tasuvus). Maagaas on viimase 20 aasta jooksul olnud kiiremini arenev energiaallikas. Tulenevalt erinevatest keskkonna nõuetest on tegemist hea alternatiiviga teistele fossiilkütustele, mille põletamine saastab ümbritsevat loodust kordades rohkem. LNG on maagaasi töödeldud versioon, kus maagaas esmalt puhastatakse üleliigsetest ainetest ning peale seda viiakse gaas vedelasse olekusse läbi aine külmutamise (Mokhatab, Mak, Walappil, & Wood, 2016).

Antud töö eesmärgiks on koguda andmeid erinevatelt merendusvaldkonna ettevõtetelt, kes puutuvad kokku LNG-ga igapäevaselt ning anda põhjalik ülevaade LNG-st, selle tootmisest, kasutamisest ja turvalisusest ning analüüsida LNG-e tulevikuperspektiive Läänemeres. Mainitud analüüsi teostamiseks on välja töötatud küsitlus autori poolt, mis on läbi viidud nii eesti, kui ka inglise keelsena oma ala spetsialistide seas. Küsitlused on saadetud enamasti kõikidele individuaalselt ning saadud vastuste põhjal on kujundatud autori poolt arusaam LNG turu olukorrast aastaks 2025. Lisaks küsitlustele on uurija läbi viinud ka vabas vormis intervjuu LNG spetsialistiga.

Et mainitud eesmärki saavutada tuleb mõista üldiselt antud valdkonna teoreetilist tasuta ja hetkelist turu olukorda valitud piirkonnas. Kindlasti aitab tuleviku paremini hinnata, kui lugeda ning vaadelda kuidas on turg käitunud erinevatel ajaperioodidel ja millised on trendid antud valdkonnas. Selleks, et paika panna konkreetset tulevikuperspektiivid, on vaja analüüsida valdkonna spetsialistide arvamusi. Antud inimeste vastuste põhjal tuleks kujundada terviklik pilt, millest oleks võimalik välja lugeda vajalikud perspektiivid ning kohad, mis hakkavad mõjutama LNG tulevikku.

Lõputöö eesmärgi välja selgitamiseks on töö autor püstitanud uurimisküsimuse ja hüpoteesi. Uurimisküsimus:

1. Millised on LNG tulevikuperspektiivid aastaks 2025?

Hüpotees:

1. Aastaks 2025 on eeldatav LNG laevade arv Läänemeres 15.

Käesolev lõputöö keskendub kvalitatiivsele uurimismeetodile. Andmete kogumiseks kasutati

kirjeldavat ja analüütilist küsitlust ning valim koosnes sihtpärasesest grupist. Koostatud küsitlus saadeti erinevatele ettevõtetele (näiteks VopakEOS, Alexela) ning küsitlus koosnes viiest lahtisest küsimusest. Küsitlus saadeti kümnele välismaa ettevõttele ja seitsmele Eestis tegutsevale ettevõttele. Küsitluse saatmisel prooviti leida kontaktisikuid läbi kelle oleks võimalik saada vastuseid küsimustikus kajastatud küsimustele. Lisaks küsimustikule viidi läbi ka vabas vormis intervjuu LNG spetsialistiga.

Töö esimeses osas antakse ülevaade LNG olemusest ja selle ajaloost, LNG terminali tüüpidest ja antud kütuse ladustamisest. Lisaks sellele antakse ülevaade LNG tootmisest, omadustest, turvalisusest. Lisaks käsitletakse ka teemat LNG laevakütusena. Antud töö teises peatükis kirjutatakse LNG olukorrast Läänemeresel, võimalikest lahendustest, kuidas erinevad aspektid mõjutavad situatsiooni ning kirjutatakse võimalikest tulemitest terminalide rajamisel. Kolmas peatükk keskendub väävlidirektiivi olemusele ning alternatiivsetel kütuste lahendustele. Neljas osa kirjeldab metoodilistpoolt, kus on välja toodud lõputöö eesmärk, uurimismeetod, valim ning küsimustik. Töö viies peatükk käsitleb tulemusi, analüüsi ja järeldusi.

# TEOREETILINE OSA

## 1. LNG

Maagaas on üks kiiremini arenevaid energia tööstuse liike enamikes maailma piirkondades. Seda eelkõige tulenevalt madalatest kasvuhoonegaasi emissioonidest ja ka kõrgeast kasutegurist selle kasutamisel. Ligi sajand on maagaasi veetud läbi torujuhtmestiku süsteemide. Torujuhtmestiku süsteem toimis hästi kogu 20. sajandi vältel, kui maagaasi kõik kaevandamise kohad asusid kergesti ligipääsu omavates kohtades. Möödunud kümnendil jooksul on selgunud tõsiasi, et uued maagaasi maardlad ei asu just kõige sobivamates piirkondades torustranspordikasutamiseks. Samas nõudluse suurenemise tõttu on siiski tähelepanu liikunud nende maagaasi maardlate suunas, mille arendamised on varasemalt hinnatud liiga kalliks, ligipääsmateks ja tehnilisest poolest liiga keeruliseks. Üks põhjuseid, mis aitab meil tänapäeval maagaasi paremini kätte saada keerulisematest asukohtadest on maagaasi transportimise areng. LNG tööstus on edukalt toonud maagaasi turule kohtadest, mis on jäänud torustranspordi süsteemidele ligipääsmatuteks. (Mokhatab, Mak, Walappil, & Wood, 2016)

LNG tuleneb ingliskeelsest nimetusest *liquefied natural gas* ehk mis teisisõnu on eesti keeles veeldatud maagaas. LNG puhul on tegemist maagaasiga, mis on jahutatud alla aurustumistemperatuuri, ehk mis on umbes  $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$  atmosfäärilise rõhu juures. LNG ruumala on ligi 1/600 ruumalast, mis maagaas gaasilisel kujul on. Maagaasi veeldatud kujul transportimine laevadega pikkadel distantidel on majanduslikult kasulikum võrreldes torustranspordiga, mis vajaks suure diameetriga torusid ning peaks läbima erineva rõhuga piirkondi ning asuma nii maal, kui ka vee all. (Mokhatab et al., 2014)

Globaalne LNG nõudlus on jätkuvas kasvus. LNG on keskkonna sõbralik energia allikas ning suuremad laevatootmis ettevõtted on tellimas järjest suuremaid laevu antud kütuse tarbeks. Samal ajal LNG kasutamine laeva kütusena on kujunemas üheks võimalikuks meetodiks, mida saab kasutada MARPOL-i viienda lisa regulatsioonide raames, mis sunnivad üleüldist merendust üleminema rohkem keskkonna sõbralikumatele kütustele. (The Naval Architect)

Suurimad maagaasi maardlad asuvad Venemaal, Iraanis ja Kataris. 2015. aastal eksportis LNG-d ainult 17 riiki võrreldes 2014. aastaga, mil LNG-d eksportisid 19 riiki. Suurim LNG eksportija maailmas on Katar ning regionaalselt vaadates on suurimad eksportimis piirkonnad Lähis-Ida ja Vaikse Ookeani Aasia piirkond. (Natural Resources Canada). Suurimaks importijaks aastal 2015 oli Jaapan, millele järgnes Lõuna-Korea. (IGU 2016 World LNG Report)

## 1.1 LNG ajalooline taust

Maagaasi on tuntud juba antiikajast saati, peamiselt läbi tule, mis tekib kui maagaas pääseb läbi pragude maa seest välja ning läbi selle tekib nii-öelda igavene tuli. Selline asi oli levinud ja leidub kohti ka praegu Iraani, Iraagi ja Hiina aladel. Maagaasi tööstuslik kasutamine ja tootmine algas plahvatuslikult 19. sajandil. Gaasi kasutati esialgselt tänavate valgustamisel. 1920. aastate paiku leidis see kasutust mõningal määral ka kodude soojendamisel läbi kõrgrõhu gaasitorude. Gaasitorudega suudeti katta suuri alasid ja seega võimaldati gaas teha kättesaadavaks miljonitele kodumajapidamistele, kui ka tööstuslikel eesmärkidel Põhja-Ameerika ettevõtetes. Maagaasi suurem kasutamine hakkas pihta peamiselt peale Teist Maailmasõda, kui suurema diameetriga torujuhtmestiku süsteemid ehitati maailmas peamiselt Venemaa, Kanda ning Ameerika Ühendriikide aladele. See võimaldas suuremat kasutamist ning vastas ka pidevalt kasvavatele emisioonidele. Maagaas on kasvavalt saanud üheks kõrge kvaliteediga kütuseks, millele on suur nõudlus. (Fuels, Energy, and the Environment)

Konkreetsemalt - LNG rahvusvahelise kaubanduse algusaastaks võib pidada 1964. aastat, mil esimest korda transporditi veeldatud maagaasi Mehhiko lahe kaldalt, Ameerika Ühendriikidest Louisianast Suurbritanniasse seitse proovipartiid 5000 m<sup>3</sup> mahutava LNG tankeriga. Antud vedu aitas tõestada, et LNG mereveod pikkadel vahemaadel on tehniliselt ja majanduslikult teostatavad ning tulenevalt sellest veost sai ka alguse esimese veeldamistehase rajamine Alžeeria rannikule. (JetGas).

## 1.2 Terminalid

Terminalid on rajatud, enamasti rannikualadel, mis töötavad eesmärgiga kaupa vastu võtta või teele saata. LNG tarneahelates moodustavad terminalid tähtsa osa, kus laevad transpordivad kütuse või vastupidi on kohaks, kust laaditakse kütus peale. Antud tarneahelas on terminalid tähtsal kohal seetõttu, et LNG on laevaga transportimise ajal vedelas olekus, kuid vajadusel terminalist antud kütuse edasiviimiseks tarbijateni, kütus taasgaasistatakse ning suunatakse enamjaolt torujuhtmestik süsteemi. Järjest rohkem on hakanud levima ka autotranspordi lahendused, mis aitavad jõuda LNG-l lõpptarbijateni olukordades, kus veel puuduvad otseühendused vajaliku gaasitrassiga. LNG laevad tarnivad kütuse vastuvõtu terminalidesse, kus LNG taasgaasistatakse. Gaasilisel kujul LNG jaotatakse tarbijateni läbi torustranspordi. Ajalooliselt on kujunenud, et maismaa terminalid asuvad tiheasustusega aladel ning tööstusparkide lähedal, kus asuvad erinevad kliendid. Terminalide ehitamine tiheasustusega piirkondadesse tõstatab keskkonna ning turvalisus küsimusi antud piirkondades. Uute LNG terminalide planeerimine ning nende kasutuselevõtuks kõikvõimalike



heakskiitude saamine on küllaltki aega nõudev ning väga kulukas protsess. Avamere terminalid on alternatiiviks, mis teevad võimalikuks liikuda eelpool mainitud probleemidest mööda. Otsus ehitada avamere terminali sõltub paljudest faktoritest. Kuigi võib tunduda, et avamere (ujuvad) terminalidel on suur eelis maismaa terminalide ees, siis tegelikult antud terminalid tulevad uute takistuste, riskide, ja küsimusega - kas on võimalik välja valitud kohas teostada terminali ehitust. Teisalt tehnoloogiaareneb, tehniline ja majanduslik ebakindlus väheneb ning tehnoloogiast tulenevad riskid on võimalik maandada. (Elengy)

Avamere LNG terminalid saavad LNG ookeani laevadelt, kus kütus taasgaasistatakse koheselt või järgneb kohene ladustamine ning edasi saadetakse kütus läbi veealuse torujuhtmestiku süsteemi kaldale klientideni. Avamere terminalidel on kaks põhiliskontseptsiooni: *Gravity Base Structures* (GBS) ja *Floating Storage and Regasification Units* (FSRU). Kontseptsiooni valik sõltub asukohatingimustest, milleks on: merevee sügavus, merepõhja pinnas, mereolud ning välja saadetavad kogused.

GBS on merepõhjale kinnitatud betoon ehitis. Ehitisele paigaldatakse LNG ladustamis mahutid ning taasgaasistamise seadmed. Välimuselt meenutab merele ehitatud GBS naftapuurtorne. Adriatic LNG terminal on esimene GBS tüüpi terminal (pilt 1), mis asub Rovigo, Itaalia rannikust 14 km kaugusel.



Pilt 1. Adriatic LNG GBS tüüpi terminal (<http://ihi-ec.com/project/adriatic-lng-terminal-offshore-lng-receiving-storage-and-regasification/>)

FSRU tüüpi avamere terminali puhul on tegemist põhimõtteliselt LNG laevaga, mis võib olla ümber ehitatud terminaliks või siis eraldi spetsiaalselt disainitud FSRU terminaliks (pilt 2). Kui tegemist on ümberehitatud laevaga, siis on algele alusele juurde lisatud taasgaasistamise seadmed. Tegemist on ujuv terminalidega, mis on kinni seotud merepõhjale torn sildumisvahenditega või kinni seotud kai sadama piirkonda. GBS variant on võrreldes FSRU tüübiga püsivam, projekti maksumus on kallim ja ehitamine võtab kauem aega. Lisaks on GBS tüüpi terminalidel suurem võimus, seega nendest on võimalik läbi lasta suuremaid kaubakäibeid võrreldes FSRU-ga, mis on piiratud ehituseks võetud laeva omadustega. Meile lähim FSRU terminal asub Klaipedas.

Lisaks eelpool mainitud tüüpidele on hakatud mõtlema ka ujuvatele LNG keskustele (FLNG), mis asuksid merel, omades piisavaid mahutus võimalusi. Välimuselt meenutavad nad GBS tüüpi terminale, kuid reaalselt töötavad nagu FSRU tüüpi terminalid ühe erinevusega - neil puuduks otseühendus kaldaga. Sellised merepealsed ujuvad keskused aitaksid lihtsustada laevalt-laevale tehtavaid kauba ülekandeid. (Offshore Marine Technology)



Pilt 2. Klaipeda LNG FSRU-tüüpi terminal. (<http://www.hoeghlng.com/Pages/Fleet.aspx>)

Tüüpiline maismaa LNG terminal asub sadamates, kus toimub kütuse vastuvõtmine ning selle taasgaasistamine. LNG pumbatakse kail asuvate süsteemidega laevast välja, kus liigutatakse see ladustamis mahutitesse. Edasi pumbatakse kõrgrõhul antud kütus läbi erinevate süsteemide, mille käigus LNG soojendatakse kontrollitud keskkonnas. LNG on võimalik soojendada erinevatel meetoditel: otsese tulega soojendamisel, merevee-, soojendatud vee- või õhu baasil. Kohe, kui vedelik on taasgaasistatud, toimetatakse see läbi torustranspordi erinevatele klientidele või tehastele.

LNG terminalides kulub ühe laeva (145,000.00 m<sup>3</sup>) mahalaadimiseks umbes 12 tundi. Keskmiseks mahalaadimise ühikuks tuleb 12,000.00 m<sup>3</sup> tunnis. Tavaliselt laetakse kogu laeva kaup ühte mahutisse.

### **1.3 LNG ladustamine**

LNG on ladustatud atmosfäärilise rõhu juures topelt seintega, isoleeritud mahutites, mis on mõeldud ladustama vedelikke kürotehnilistel temperatuuridel. Isolatsioon on vältimaks temperatuuri tõusu anuma sees ning vähendama toote kadumist aurustumisel.

Enamasti mahutid ehitatakse vastavalt projekti vajadustele, mis tulenevad asukoha tingimustest: ehituse kriteeriumid, turvalisus, geograafilised tingimused, keskkonna nõuded, koodeksid ja regulatsioonid. Põhiliselt on olemas kahte tüüpi mahuteid – maasisesed ja maapealsed mahutid.

Maasisesed mahutid koosnevad roostevabast terasest tehtud membraanist, mis on isoleeritud poliüuretaan vahuga. See on tugevdatud betoonist kessooniga. Mauhti katus on kupli kujuline ning koosneb terasest, mis on isoleeritud klaasriidega. Maasisesed mahutid on vähem nähtavad ning tagavad parema turvalisuse terrorismi vaatepunktist. Lisaks peavad ka sellised mahutid paremini vastu maavärinatele. Antud tüüpi mahutid on enim kasutusel ida Aasia piirkonnas - näiteks Jaapanis, Lõuna-Koreas ja Taiwanis. Suureks eeliseks maapealsete mahutite ees on muidugi ka ruumi kokkuvõid.

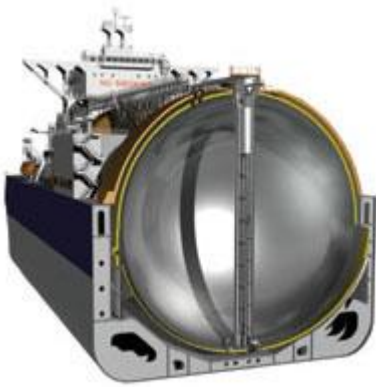
Maapealsed LNG mahutid on tõekestatud kahe kihiga. Põhi tõekestatus asub mahuti siseküljel, mis on ka otseses kokkupuutes LNG-ga. Teine tõekestatus on tagatud tammide astangutega. Kõik mahutid on ehitatud isolatsiooniga, et säilitada mahutite sisemist temperatuuri, mis omakorda tuleneb LNG mahutitestandarditest.

## 1.4 Laevad

LNG-d transporditakse spetsiaalsete laevadega, mis on ehitatud topelt põhjadega ning on suutelised hoidma enda lastiruumides vajalikku temperatuuri (-169 °C). Mahutite disain ning ehitus laevas tagab ühtse süsteemi laevakerega ja kindlustab isolatsiooni LNG säilitamise jaoks mahutites. Isolatsioon üksinda ei suuda tagada LNG aurustumist reisi jooksul. Antud kütuse aurustumine ei ole homogeenne: komponendid, millel on kõige madalam keemistemperatuur (enamasti metaan), kalduvad aurustuma kiiremini kui raskemad komponendid. Sellist nähtust nimetatakse vananemiseks, mille tagajärjeks on LNG muutumine raskemaks ning kütteväärtuse vähenemine aja möödudes. Aurustumise näitaja päevas kogu laeva lastist on enamasti 0.10%-0.15%.

Peamine erinevus LNG laevade ja tavaliste kütuste tankerite vahel on kütuse säilitamise süsteemid. LNG puhul on neli peamist süsteemi: kaks *freestanding solid type structures* ja kaks *nonfreestanding type* süsteemi.

*Freestanding* mahutid ehk üks-teisest sõltumatud mahutid on isetoimivad - enamasti kas sfäärilise või prisma kujulise ehitusega. Mahutid koosnevad alumiiniumi sulamitest ning antud mahutid ei ole integreeritud laeva kere süsteemi.



Pilt 3. LNG laevasfäärilise mahuti läbilõige. Allikas: [www.nws.com](http://www.nws.com)

*Nonfreestanding type* ehk membraanmahutid on otseses ühenduses laeva kerega ning on ümbritsetud tervelt laeva topelt põhjaga. Antud tüüpi mahutid on ümbritsetud õhukese kihi metalliga, mis töötab isolatsioonina, teine kiht on tõkestamiseks. Membraanmahutid on välja töötatud nii, et laeva kere toimib välise mahutina. (Mokhatab et al., 2014).

LNG-d transporditakse tänapäeval antud töö jaoks spetsiaalselt disainitud tankeritega. LNG laevade suurused mahutavuse poolest varieeruvad 30 000 m<sup>3</sup> - 265 000 m<sup>3</sup> vahel. Tänapäeval enamasti on kasutusel alused, mis suudavad võtta peale 125 000 m<sup>3</sup> – 140 000 m<sup>3</sup>. Tööstuse standardiks muutusid mõned kümnendid tagasi laevad, millel on viis mahutit kogu mahutavusega 125 000 m<sup>3</sup>. Uuemad laevad on *Q-flex* ja *Q-max*, mille mahutavus on 216 000 m<sup>3</sup> – 265 000 m<sup>3</sup>, ning need on mõeldud sõitma pikematel vahemaadel. Seda tüüpi laevad töötavad madalpöõretega diisel mootoritel, mis on efektiivsemad, lihtsamini käsitletavad ning rohkem keskkonna sõbralikumad, kui traditsioonilised auru turbiini jõul sõitvad laevad. Kaasaegsed laevad on varustatud ka vastavate külmutus seadmetega, mis takistab LNG-d aurustumise eest. LNG aurustumist laeva mahutites transpordi ajal saab efektiivselt ära kasutada. Tänapäeva merel seilab antud tüüpi LNG tankereid, mis kasutavad LNG aurumist laeva enda kütuse tarbeks. Selleks on laeva mahutid ühenduses laeva energiaallikaga, millesse suunatakse aurustunud LNG gaas. (Mokhatab et al., 2014).

## 1.5 LNG tootmine

LNG algprodukt ehk maagaas, mis saadakse maa seest, sisaldab palju erinevaid komponente ja happelisi gaase, mida ei saa saata otse veeldamisele. Gaas peab läbima erinevad etapid selleks, et vabaneda ebavajalikest komponentidest. Erinevate vaheetappide tulemusena saadakse LNG lõppprodukt mis vastab vajalikele spetsifikatsioonidele.

Maavara saabumisel LNG tootmisjaama töödeldakse ainet puhastades gaasist vedelike jääke. Selle tulem ehk kondensaat sisaldab endas veel lahustunud süsivesinikke ja H<sub>2</sub>S, mida peab

eemaldama, et vedelik vastaks ekspordi kontsentraadi tingimustele. Kontsentraadi hüdrotootlemise eesmärk on eemaldada väevli osakesed täielikult, et keemiline ühend vastaks vajalikele tingimustele.

Järgmiseks on happeliste gaaside eemaldamine, kus ainest eemaldatakse happelised gaasid nagu näiteks vesiniksulfaat ja süsinikdioksiid. LNG tootmise jaoks peab CO<sub>2</sub> olema eemaldatud, et vältida võimalikku külmumist. Edasine protsess on väga põhjalik, mille käigus eraldatakse erinevaid elemente ja molekule ühenditest (igäüks erinevate moodustega). Maagaas sisaldab lisaks eelpool mainitud ka väärtuslikke ühendeid, millel on kõrge turuhind ja mida on võimalik müüa.

Peale algprodukti puhastamist jõuab kätte LNG tootmises kõige olulisem etapp. Toimub gaasi külmutamine, mille jooksul gaas veeldub täielikult. (Mokhatab et al., 2014).

Tabel 1. Maagaasi ja LNG ühendite võrdlus.

	MAAGAAS	LNG
Metaan (CH <sub>4</sub> )	88.860 %	91.1 %
Etaan (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	4.240 %	4.3 %
Propaan (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	1.140 %	3.0 %
Butaan (C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0.424 %	1.4 %
Petaan (C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> )	0.126 %	0 %
Heksaan (C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> )	0.081 %	0 %
Heptaan (C <sub>7</sub> H <sub>16</sub> )	0.024 %	0 %
Oktaan (C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> )	0.003 %	0 %
Lämmastik (N <sub>2</sub> )	4.006 %	0.2 %
Süsihappegaas (CO <sub>2</sub> )	1.096 %	0 %

Tabelist 1 on näha, kuidas maagaasi puhastamisel teatud keemiliste ühendite kogused viiakse protsentuaalselt nulli ning kuidas ühendite sisaldused muutuvad võrreldes algprodukti lõpp tootega.

## 1.6 LNG omadused ja turvalisus

LNG peamised omadused määratleb metaan, mille sisaldus LNG-s on ~90% nagu võib ka näha eelmises peatükis välja toodud tabelis 1.

LNG puhul on tegemist madalatemperatuurilise ehk teisisõnu krüogeen vedelikuga. Puhastatud maagaas muutub vedelaks -162 °C juures normaalarõhul. Antud temperatuurist tuleks lähtuda LNG terminalide ja mahutite rajamisel. Samuti oleks vajalik kasutada õigeid terase sulameid, mis taluvad ekstreemseid temperatuure hapraks muutumata. LNG puhul on tegemist ökoloogiliselt puhta, värvitu,

lõhnatu ja mitteoksiidse ainega, mis ei tekita korrosiooni. LNG puhul peab silmas pidama, et LNG säilib ainult väga madalal temperatuuril ning on õhust kergem, seega kui aine pääseb õhu kätte, siis see aurustub kergesti. (Mokhatab et al., 2014).

LNG transportimine, ladustamine terminalides ning selle kasutamine kütusena kujutab endast potentsiaalseid ohte. Gaas on veeltatud väga madalal temperatuuril (-162 °C), mistõttu on suurem võimalus aine süttimiseks või plahvatuseks. Kuna ohud on mitu korda suuremad kui näiteks CNG või bensiini ladustamisel, siis LNG puhul kasutatakse mitmed turvalisuse meetodid vältimaks neid ohte. Näiteks LNG mahutid on ehitatud topelt seintega. Kütuse saabumisel sadamasse hoiustatakse seda spetsiaalsetes mahutites vedelal kujul. Vedelik taasgaasistatakse, kui seda on vaja transportida läbi torujuhtmestiku süsteemi. Siiski on LNG opereerimistega seotud ohud mureks nii tööstusele, kui ka üldisele kogukonnale. LNG-ga opereerides on olulised järgmised punktid:

- plahvatus- ja tulekindla varustuse olemasolu,
- tulealarmi ning andurite olemasolu strateegilistes kohtades,
- kaitse juhuslike mahutite mõranemiste vastu,
- vältida jää teket, mis võib mõjutada tankide pidavust ja
- personali vastavate teadmiste olemasolu. (Karim 2013, 277-278)

## 1.7 LNG kasutamine

LNG-d kasutatakse laialdaselt tööstuslikel eesmärkidel. Eelkõige kasutatakse veeldatud maagaasi energiaallikana, soojus- ja elektriijaamades, samuti kasutatakse seda masinates kütusena. Tulenevalt LNG hinnast, mis suudab pakkuda konkurentsi hetkel turuliidri positsiooni hoidvatele kütustele, on antud energiaallikat otstarbekas kasutada ka keemiatööstustes, kui ka tööstuslikuks jahutamiseks. Mida kaugemale tulevikku vaadata, seda rohkem võib arvata, et ka mingi hetk hakkavad gaasid välja vahetama kütusena kasutatavat allikat tavalistes sõidukites. Kasvavas trendis on ka LNG kasutamine laevade kütusena. Suuresti LNG populaarsus tuleneb ka selle puhtusest põlemisel, mis paiskab õhku kordades vähem saasteaineid võrreldes söe ja muude vedelkütuste põletamisel. Kui tavaliste gaaside transportimisel, kasutatakse erinevaid torustranspordi võimalusi, siis LNG-l on suur eelis, kuna tegemist on veeldatud kujul gaaskütusega, mida on mugav transportida laevadega suuremate vahemaade taha, mis lihtsustab kauba kohale toimetamist kaugemate klientideni. Võrreldes torustranspordiga, pikematel vahemaadel mängib olulist rolli ka veo hind, enamasti on raske ehitada torujuhtmeid pikkadele vahemaadele, mis peavad läbima erinevaid mäestike ja vahel asuma ka merepõhjas, sellest tulenevalt tekitab see ka palju küsimusi riikide vahel, kuhu antud projekti tahetakse rajada. Samas laevad saavad liigelda ohututult mööda merd ning

segamata sellesse protsessi suuremaid osapooli. (Karim 2013, 277-278)

## **1.8 LNG laevakütusena**

LNG on kütusena tõestanud ennast ning on saadaval kaubandusliku lahendusena. LNG-l on palju eeliseid teiste kütuste ees, eriti veel piirkondades, kus kehtivad karmid regulatsioonid väljaheitegaasi emissioonide näol. Kuigi tavalised laevakütused jäävad veel eksisteerima ka lähitulevikus, siis samal ajal LNG pakub ärimuslikku huvi paljudele. LNG puhul on tegemist ühe lihtsaima võimalusega, mida saab kasutada, et säästa keskkonda reostamise eest. Seda eelkõige seepärast, et LNG koosneb peamiselt metaanist, mis põleb palju keskkonda säästvamalt, kui söe või nafta produktid. Antud kütus suudab ka konkureerida turul teiste kütustega, sealhulgas raske kütteõli, laeva kerge kütteõli ning teiste destillaat kütustega hinna näol. Kui enamike toorainete, seal hulgas nafta hind kujuneb samamoodi üle maailma, siis LNG puhul hind varieerub erinevates maailma paikades eraldi tulenevalt selle nõudluse ja pakkumise suhtest. Hetkel sõidab maailmas, kasutades LNG-d kütusena, hinnanguliselt 90 laeva ning see arv on kasvavas trendis, kuna mida aeg edasi läheb seda rangemaks muutuvad ka väljaheitegaasi regulatsioonid (LNG as ship fuel, 2015).

## 2. LNG LÄÄNEMEREL

Tulenevalt MARPOLI VI lisa regulatsioonidest on Läänemeri maailmas üks väheseid kohti, kus on rakendatud karmimad normid merenduses väävli sisaldusele väljaheitegaasides. Eelnevat võib lugeda üheks põhjuseks, miks võiks kasvada LNG kasutamine antud piirkonnas. Hetke seisuga pole otseselt veel suurt midagi toimunud LNG raames, kuid järjest rohkem leiab see eesti meedias kajastust. LNG on kogu maailmas kogumas rohkem populaarsust ning on kasvavas trendis, mis tuleneb antud kütuse positiivsetest külgedest ningeelkõige sellest, et tegemist on keskkonnale sõbralikuma energiaallikaga. Konkreetsemalt Läänemere piirkonnas aitaks LNG taristute rajamine hajutada piirkonna gaasitarneid Venemaalt ning kogu gaasipoliitika muutuks rohkem turule avatuks.

Praegu Läänemere piirkonnas arutatakse ning näidatakse välja huvi LNG terminalide ehitamiseks. Meile kõige lähem piirkond, kus on LNG kultuur kõrgelt arenenud on Norra, kuid hetkel Läänemeres puuduvad vajalikud terminalid, et toimuks selle protsessi kiirem areng. Hetke seisuga sõidavad Läänemeres üksikud laevad, kuna puudub vajalik taristu, millega oleks võimalik varustada laevu. Hetkel asub ainuke terminal Stockholmi lähistel ning lisaks sellele on nüüd ka juba mõnda aega avatuna olnud LNG ujuv terminal Klaipeda sadama territooriumil. Oma olemuselt on LNG tanker ehk FSRU tüüpi terminal, mis on prahitud Norra ettevõtte Höegh LNG käest. LNG taristu välja ehitamine antud piirkonnas võtab aega, vajab suuri investeeringuid ning toimib juhul, kui paralleelselt taristu arendamisega hakkab kasvama jõudsamalt laevade arv, mis on ehitatud kasutama LNG-d kütusena. Kopiti, M. (2015).

Regionaalse taasgaasistamise terminali rajamise võimalusi nähakse Läänemere idakaldal. Ka Eestis on kaks eraettevõtet, kellel on kindel plaan ehitada LNG terminalid Eesti põhjarannikule. Lisaks aitaks uute terminalide rajamine mõjutada ka Venemaalt tuleva gaasi impordi hindu, kui Läänemere piirkonnas saaks valmis vajalik taristu, millega laiendada turu võimalusi ning tekitada suurem pakkumine turul. Euroopa komisjoni otsusel on soov ehitada juurde üks suurem regionaalne LNG terminal Soome lahe äärde, mille võimuseks oleks kuni viis miljardit kuupmeetrit maagaasi aastas. Võttes samal ajal arvesse, et regioonist ühel riigil, Leedul, on juba olemas toimiv LNG terminal - hetkel koguvõimsusega kaks miljardit kuupmeetrit maagaasi aastas. Selle peale tekib küsimus, kas antud piirkonnas on piisav arv tarbijaid, kui antud terminalide koguvõimus võrdub umbkaudu maagaasi kogutarbimisele regioonis. Sellest tulenevalt tekib ka küsimus projekti tasuvuses. Kindlasti aitaks kaasa siinkohal laevade arvu kasv, mis kasutaksid LNG-d kütuseallikana.



Mäe, A. (2013).

LNG terminali rajamine Soome lahe äärde on hetkel üks parimaid variante, kuid lisaks terminali olemasolule peetakse oluliseks ka gaasitrassi ühendusi riikide vahel. Eestis on hetkel välja käidud kolm võimaliku asukohta: Sillamäe, Muuga ja Paldiski. Antud kolmest parimaks peetakse Paldiskit tulenevalt piirkonna madalatest keskkonnariskidest ning ohutust merenavigatsioonist. Terminali lahutamatuks osaks on gaasitrassi olemasolu Soome ja Eesti vahel. Soome ülekandevõrgu ettevõtte poolt tellitud ning Ramboll Denmarki ettevõtte poolt läbi viidud merepõhja uuringud leidsid, et kõige optimaalsem trassi koridor oleks Inkoo-Paldiski suunal. Lisaks antud punktidele tuleks ka taastada ning võimsamaks ehitada Karksi gaasimõõtejaam, mis võiks hakata toimima ühenduspunktina, läbi mille oleks võimalik tagada gaasitarned Läti ja Leetu. Antud kontekstis aitab LNG terminal tagada tarnete mitmekesisust ning aitab kaasa regionaalse gaasi turu kasvamisele. (Elering, 2015)

## 2.1 Tarbijad

Tänapäeva maailmas, mis enamjaolt toimib kapitalistlikul majandusel, vajavad suurarendused mahukaid investeeringuid. Erinevate projektide arendamisel tuleb arvesse võtta projektide tasuvusaega, mis sõltub paljudest erinevatest faktoritest, sealhulgas üheks oluliseks aspektiks on tarbijate arvukus. Kaasaegsete tehnoloogiate juurutamine uutes piirkondades hõlmab alati suuri riske, sama käib ka LNG kohta. Idee arenenud LNG taristust Läänemere piirkonnas on positiivne ning antud arendus aitab laiendada turgu ning muudab nõudluse ja pakkumise suhet rohkem läbipaistvamaks. LNG terminalide rajamine ning üldisemalt LNG taristu edendamine Läänemere piirkonnas hõlmab suur investeeringuid. Siinse piirkonna arenduste suurimaks mureks võib saada tarbijaskond. Uute rajatavate LNG lahenduste kasutuselevõttu Läänemere piirkonnas piiravad lepingud tarbijaskonna ja gaasitarnijate vahel, kus täpsemalt on seotud omavahel Läti, Soome ja Venemaa läbi ettevõtte Gazprom. Uute terminalide rajamisel on raske konkureerida, kui pole piisavalt palju kliente antud kaubale. Lisaks peab investeeringute tegemisel ning taristute arendamisel arvesse võtma ka võimalikku tarbijaskonna koguvajadust. Seda arvesse võttes tuleb vaadata, et võimalikud rajatavad terminalid ning juba toimiv terminal Klaipedas oma võimuse poolest ei ületaks võimalikku tarbijaskonna vajadust.

Läänemere piirkonnas oleksid tarbijateks nii ettevõtted, kes vajavad kütust tööstuslikeks toiminguteks, sealhulgas soojusenergia tootmiseks. Võimalike arenduste korral võib eeldada, et tarbijaskonda tuleb juurde väljaspool piirkonda. LNG kindlasti aitaks muuta piirkonda atraktiivsemaks välisinvestoritele. Seda tänu eelkõige sellele, et piirkond muutub mitmekesisemaks ning pakutakse erinevaid võimalusi ja lahendusi huvitatud osapooletele. Lisaks taristu areng tooks

juurde ka laevaoperaatoreid klientide näol, kes samuti liiguvad rohelisemate kütuste suunas, ennekõike LNG poole. Laevu, mis opereerivad pidevalt Läänemere piirkonnas või siis ajutiselt läbisõidul olevaid laevu, oleks võimalik varustada vajalikuga rajatavates terminalides. Mäe, A. (2013).

## **2.2 Regionaalse turu tulevik**

Kui hetkel vaadelda kogu Euroopat üldisemalt, siis on näha, et LNG turg toimub ühtlasemalt ja korralikumalt Lääne-Euroopas, kus on koondatud selle tarbeks piisav arv investeeringuid. Kuid mida rohkem liikuda ida poole, siis seda halvemaks turu olukord muutub. Ida-Euroopa on suuresti sõltuvuses Venemaalt tarnitavast gaasist. Selleks, et võrdväärseina toimida turul, peab olema ka võimalus valida, kust gaasi tarnida, kuid nagu eelpool mainitud osaliselt segavad lepingud osalemast nii-öelda vabal turul. Lisaks pole Euroopas ühtseid ühendusi, mis lubaks gaasi importida täisvõimusega kogu regioonis. Üleminek LNG-le aitaks stabiliseerida LNG turgu, kuid selle jaoks on vaja investeerida piisavalt antud projekti arengusse. Terminalide rajamine Soome lahe kallastele aitaks rahuldada punkerdamis vajadusi piirkonnas ning ilmselt rahuldaks ka kohalikke tööstuste vajadusi. LNG kaubanduse suur pluss on paindlikus, mille abil on võimalik kiiresti reageerida turu olukordadele. Selleks, et turg hakkaks toimima korralikult on vaja ka suuremat piiriülest kauplemist terminalide kasutusele võtmise järel. (Bulakh, A. 2015.)

### 3. VÄÄVLIDIREKTIIVI ÜLDTUTVUSTUS

Tänapäeva maailmas, kus tööstus ja tehnoloogia on kiires arengus, tuleb aru saada ka samal ajal keskkonna säästmisest. Üheks lahenduseks on erinevate organisatsioonide poolt välja töötatud õigusaktid, mis muutuvad kohustuseks vastavatele osapooltele. Väävlidirektiiv on üheks näiteks kiirelt arenevas maailmas, millega säästetakse looduse saastamist kapitalistlikus maailmas.

Väävliemissioonide maksimaalne õhku paiskamine on maailmas paika pandud ja määratletud rahvusvahelise organisatsiooni IMO (International Maritime Organisation) poolt. Peamine rahvusvaheline konventsioon MARPOL (Rahvusvaheline laevade poolt reostuse ennetamise konventsioon), mida järgitakse, on konventsiooni VI lisana paika pannud maksimumkogused väävli sisaldusele, mis heitgaasina võib väljudamootoritest.

1. jaanuariks 2020 on seatud eesmärk viia väävli sisaldus laevade poolt kasutatavates kütustes 0,50 %-ni. See kujutab endast suurt vähendust võrreldes praegu eksisteeriva 3,5 %-ga. On uuritud, et selline muutus tooks endaga kaasa suuri arenguid nii loodusele, kui ka üleüldisele inimtervisele. Antud regulatsioonid on paika pandud MARPOL-i konvektsiooni VI lisa raames. Lisaks väävli sisaldusele hakatakse piirama ka lämmastikoksiidi sisaldust.

Laevanduses, et tulla toime antud regulatsioonide täitmisega, on vaja võtta kasutusele erinevaid madala väävli sisaldusega kütuseid. Lisaks on võimalik ehitada laevade kütusesüsteemid ümber, lisades puhastajad, mis aitavad eemaldada vajalikus koguses väävli ning lämmastikühendeid. Kolmanda variandina on võimalik minna üle gaasilistele kütustele, mis tänapäeva maailmas on jätkuvalt kasvavas trendis.

Tulles tagasi väävlidirektiivide juurde, siis uued regulatsioonid ei muuda väävli emissioonide kogust, mis on paika pandud IMO poolt MARPOL-i VI lisa raames ning rakendusid 1. jaanuaril 2015. Antud regulatsioonid puudutavad konkreetsemalt Läänemerd, Põhja merd ning Põhja-Ameerika ranniku alasid, kus väävli sisaldus peab jääma kuni 0,10 %-ni. (IMO NEWS)

Konkreetsemalt Läänemere piirkond on väga vastuvõtlik keskkonna muutustele, kuna tegemist on veekoguga, millel puudub otsene kontakt ookeaniga. Ainukene veevahetus toimub läbi Taani väinade, kuid protsess on ülimalt aeglane. Seega määratud direktiivid on keskkonna mõttes kasulikud antud piirkonnas.

Väävlidirektiivid on üheks põhjuseks, mis sunnib laevandusettevõtteid üle minema rohelisematele ja keskkonnasõbralikemaile kütustele. Kütustena on võimalik kasutada palju erinevaid alternatiive: LNG, biodiisel, metanool, etanool, dimetüüleeter jpm. Uut kütuste kasutuselevõtt peab tagama puhtama kütuste põletamise protsessi, et kinni pidada vajalikest MARPOL-i VI

regulatsioonidest. (Swedish Maritime Administration)

Siiamaani leiab enim kasutust laeva kerge kütteõli, millel on viidud väävlisisaldus alla 0,1%. Antud variant ei sunni laevaomanike tegema suuri tehnoloogilisi muutusi ning puudub vajadus laeva kütusesüsteemi ümberehitamiseks. Teise variandina leiavad kasutust laevanduses puhastajad ehk *scrubbers*, mis lisatakse kütusesüsteemi, kus antud vahendid puhastavad heitgaasides olevat väävli sisaldust. Alternatiiv kütuste hulgast leiab enim kasutust LNG.

Rozmarynowska-Mrozek, M. (2016).

## 4. METOODILINE OSA

Antud lõputöö uuritavaks objektiks on LNG turuperspektiivid Läänemerel aastaks 2025.

Teema valik tulenes tänapäeval palju kajastust leidvast LNG võimalustest ning mis kaasneb LNG terminalide rajaemise ja LNG osakaaluga Läänemere piirkonnas.

Töö esimeseks etapiks on teema valik. Antud lõputöö teemavalik langes LNG-le ja Läänemerele osaliselt antud teema aktuaalsuse ning aktiivse kajastamise tõttu meedias. Lisaks viibib autor praktilisel ettevõttes, mis tegeleb toorainete kauplemise ja veoga merel. Peale teema paika panemist tuleb leida sobiv juhendaja. Lõputöö juhendajal peaks olema ettekujutus ning vajalikud teadmised antud valdkonnast. Lõputöö kolmandas etapis pannakse paika töö kava, millest konkreetsemalt juttu tuleb ning antud plaan arutatakse läbi koos juhendajaga. Lisaks tuleb püstitada kindlad probleemid, millele tuleb lõputöö käigus hakata otsima lahendusi. Järgmises etapis on vajalik alustada kirjanduse ning üldise materjali kogumisega. Kuuendas etapis autor kirjutab vajalike teatmeteoste põhjal teoreetilise osa ning valmistab ette vajalikud küsimustikud spetsialistide arvamuste kogumiseks. Paralleelselt töö kirjutamisega peab olema töö autor ühenduses enda juhendajaga tagamaks töö sihipärast valmimist ning antud protsess aitab vältida ka teemast mööda kirjutamist.

Käesolev lõputöö keskendub kvalitatiivsele uurimismeetodile. Antud töö eesmärgiks oli uurida võimalikku tuleviku perspektiive ning kuidas see võib mõjuda regioonile (millisele regioonile, tooge välja). Lõputöös koguti andmeid erinevatelt ettevõtetelt, millised on läbi käinud meediast seoses LNG-ga, kui ka ettevõtteid, kes opereerivad kas regiooni või maailma tasemel antud valdkonnas. Küsimustike moodustamine ning läbi viimine aitab võimaluse uurida antud ala spetsialistidelt küsimusi, millel lõputöö autoril endal puudub otsene ligipääs. Tulevikuperspektiivide kirjeldamiseks ja andmete kogumiseks kasutati kirjeldavat ja analüütilist küsitlust ning valim koosnes sihtpärastest gruppidest (kui suur oli valim, tooge välja). Koostatud küsitlus saadeti erinevatele ettevõtetele (näiteks Port of Turku, Gunvor) ning küsitlus koosnes viiest lahtisest küsimusest. Küsitlus saadeti edasi 17 ettevõttele ning enamike ettevõtete poole pöörduiti personaalselt. Lisaks küsimustike saatmisele, autor kohtus ka Gunvori LNG peaoperaatoriga, kellega viidi läbi vabas vormis intervjuu. Antud intervjuu aitab autoril paremini mõista tervikpilti regioonist ning aitab luua objektiivsemat hinnangut lisaks küsimustikest saadud vastustele. Informatsiooni töö kokkupanemiseks leiti nii raamatutest, artiklitest, teaduslikest ajakirjadest kui ka interneti vahendusel. Raamatutest leiti vajaliku informatsiooni teoreetilise osa kokku panekus, mis moodustab tähtsa osa tööst ning mis aitab kergemini mõista töö teemat üldisemalt. Tähtsal kohal töös olid ka erinevad aramusartiklid, millele tuginedes avardus uurija enda vaatepilt antud valdkonnas ning aitas anda parema arusaama vajalikust

valdkonnast. Kõik kasutatud allikad on välja toodud viidatud allikate peatükis.

## 4.1 Eesmärk

Käesoleva lõputöö eesmärk on välja selgitada LNG turuperspektiivid Läänemeres aastaks 2025. Lisaks antud eesmärgile soovitakse teada saada, kuidas hakkab LNG mõjutama regiooni piirkonda ning kuidas ja kas muutub piirkonna laevastik. Antud eesmärgi täitmiseks peab mõistma LNG tarneahela toimimist ning omama baastadmisi valdkonnast. Lisaks toetab teoreetilise osa koostamine metoodilises osas leitud küsimustike vastuste analüüsimist. Antud lõputöö raames püstitatud eesmärk aitab mõista paremini LNG-d üldisemalt ning sellega kaasnevat võimalikke lahendusi Läänemere piirkonnas. Eesmärgini jõudmist toetavad lisaks teoreetilise osa algallikatele ka metoodilises osas läbi viidud küsitlused, kui ka näost näkku vabas vormis intervjuu.

## 4.2 Küsimustik

Küsimustikku kui meetodit hakati kasutama sotsioloogide poolt ning on eelkõige populaarseim variant kvantitatiivse uurimuste läbiviimisel. Küsimustik on hea variant, mis võimaldab kergemini vastuste kätte saamise suurema grupi sihtobjektide käest. Küsimustiku läbiviimiseks on kolm peamist varianti. Esimene meetod on näost näkku küsitlus, mille puhul uurija viibib kohal, kui vastaja täidab küsimustiku. Antud meetodi positiivne külge tuleneb uurija juhendamise võimalusest vajaduse korral, kuid teisest küljest võib vastaja tunda ebamugavust küsimustiku täitmisel. Teine meetod on interneti teel, mis on enamasti ka kõige levinum variant. Antud meetodi korral kogunevad vastused otse arvutisse, kus on neid kõige lihtsam analüüsida ning vajadusel saab moodustada erinevaid illustreerivaid diagramme, tabeleid, jooniseid jne. Selle meetodi negatiivne pool seisneb selles, et uurija ei saa kunagi olla täielikult kindel, kas vastajaks oli eelnevalt paika pandud mudelile vastav inimene või küsitlusele vastas keegi, kes ei ole uurija arvates piisavalt kvalifitseeritud. Kolmanda ja viimase variandina on võimalik vajalikule vastajaskonnale läheneda telefonitsi, antud meetod tagab kõige tõhusama ning ajasäästlikuma lahenduse, kuid sel juhul tuleks vaadata, et küsimustik ei osutuks liiga pikaks.

Vajaliku küsitluse läbiviimise vormiks peab töö autor läbi mõtlema, milline variant on antud olukorras parim. See tuleneb nii küsitluse sihtgrupist ja kus kohas vastajad asuvad. Eelkõige autor peab endale selgeks tegema, mis on parim lahendus sihtgrupile lähenemiseks.

Küsitluse koostamise puhul peab autor kinni pidama kindlatest märksõnadest: küsimuste täpsus, arusaadavus ning küsimuste üheti mõistetavus. Küsimusi küsitlustes saab olla kolme tüüpi:

suletud, lahtine ja poolsuletud küsimused. Eelnevad tüübid kujutavad endast eri küsimuste liike alustades sellest, kas küsimuse vastused on vastusevariantidega, vaba tekstina, või kus on vastusevariandid vastaja enda mõtetega põimitud. Küsimuste liigi valimisel saab autor kindlasti arvesse võtta ka kui mahukad on küsimused planeeritud antud küsitluse jaoks ning lisaks kui palju on küsimusi kokku. (Viires, K. s.a.)

Lõputöö raames viidi läbi küsimustik eesti ja inglise keeles, mis esitati erinevatele LNG-ga Läänemere piirkonnas tegelevatele ettevõtetele, kus vastuseid andsid oma ala eksperdid. Küsimustik koosnes viiest lahtisest küsimusest, näiteks „Kui suur on tõenäosus, et LNG terminalide arvu kasvades võib tekkida terminalide üleküllastatus?“. Küsimustikute eesmärk oli välja selgitada läbi erinevate aspektide, milliseks võiks kujuneda Läänemere piirkonna LNG turg. Küsitlus viidi läbi Google keskkonnas.

### 4.3 Valim

Valim on määratletud osa andmeid kogu andmete hulgast. Valimi moodustamine on enamasti kaheosaline protsess, kus kõigepealt defineeritakse võimalik andmehulk, kuhu valim sobitub ning see järel valitakse välja sobib osa, mis vastab kriteeriumitele kõige enam. Antud töös on kasutatud ettekatsetatud valimit, kus uuritavate valimine lähtub eelkõige lõputöö teemast ning küsimustikest.

Valim on koostatud ettevõtetest, mis sobitusid antud töö teemaga enim kokku. Küsimustik oli suunatud eesmärgisatud valimile – küsimustik saadeti välja seitsmele ettevõttele ning küsimustikule vastasid erinevad LNG-ga kokku puutuvate ettevõtete oma ala spetsialistid (näiteks VopakEOS, Tallink). Paljude ettevõtete puhul prooviti leida kontaktisik, kelle läbi saada küsimustikule vastused. Nii eesti keelne, kui ka inglise keelne küsimustik saadeti kokku 17 erinevasse ettevõttesse.

Küsimustikud saadeti järgmistele ettevõtetele:

- Gunvor Services
- Turu Sadam (*Port of Turku*)
- Tallink Grupp
- VopakEOS
- Tallinna Sadam
- Eesti Gaas
- Alexela
- Sillamäe Sadam
- Klaipeda Sadam
- Swedgas
- Gasum
- Latvijas Gaze
- Polskie LNG
- Helsinki Sadam
- Höegh LNG
- LitGas

Tabel 2. Küsimustikule vastasid järgmised ettevõtted:

Ettevõtte	Tegevusala
Gunvor Services AS	Mere-lastiveo organiseerimine, laevade agenteerimine
Turu Sadam ( <i>Port of Turku</i> )	Sadamate töö ja veeteede kasutamisega seotud tegevused
Tallink Grupp AS	Sõitjate vedu merel ja rannavetes
Vopak E.O.S. AS	Laadungikäitlus
Tallinna Sadam AS	Sadamate töö ja veeteede kasutamisega seotud tegevused
Eesti Gaas	Gaasimüük magistraalvõrkude kaudu

## 4.4 Intervjuu

Intervjuud on kasulikud andmete kogumise allikad, kus uurijal tekib võimalus suhelda uuritavaga ning jutu käigus saada enda küsimustele vastuseid. Intervjuud saavad olla kas struktureerimata, poolstruktureeritud või täielikult struktureeritud. Eelnevad variandid aitavad uurijal teha valik võimaliku intervjuu tüübi kasuks lähtudes töö iseloomust ning püstitatud eesmärkidest.

Struktureerimata kujul intervjuu, mis lihtsamalt tähendab intervjuud, mis on viidud läbi vabas vormis ning eeldab rohkem aega kui teised loetletud variandid. Antud tüübi puhul on uurijal teada, mida soovitakse küsida intervjuu käigus, kuid vestlust suunatakse minimaalselt. Struktureerimata tüüpi intervjuu annab kõige mahukamat infot, tulenedes aspektist, et intervjuueeritavale on antud vabamad võimalused info pakkumiseks. Sõltub intervjuueeritavate hulgast, mida suurem on vastajaskond, seda halvemaks variant osutub, kuna tihtipeale vastuse erinevad vastavalt vastajaile ning on raskesti võrreldavad. Sobib hästi väiksema vastajaskonna puhul ning aitab saada lisaks vajalike küsimuste vastustele ka lisainformatsiooni, mis tõstab uurija objektiivset hinnangut olukorrale.

Teise variandina on võimalik kasutada poolstruktureeritud intervjuud. Antud varianti on hea kasutada juhul, kui on ühekordne intervjuueerimise võimalus. Enne intervjuud valmistatakse ette põhiküsimused ning pannakse paika kindel plaan. Intervjuu käigus lastakse informandil vastata küsimustele ning vajadusel suunatakse vastaja teema juurde tagasi.

Viimase variandina kasutatakse struktureeritud intervjuud, kus on kindalt paika pandud intervjuu küsimused, kui ka plaan. Kogu protsess lähtub uurijast ning vastavalt koostatus küsimustikule. Antud variandi käigus, kus kõik on ette planeeritud, on võimalik jälgida vastaja reaktsioone ning käitumist küsimustikule vastamise ajal. Negatiivsemast poolest antud variandi puhul



piirab info saamist piiratud küsimustik. (Viires, K. s.a.)

Käesolevas lõputöös kasutatakse andmete kogumiseks lisaks küsitlustele ka ühte intervjuud. Antud intervjuu viidi läbi struktureerimata kujul ehk teisisõnu viidi läbi vabas vormis intervjuu. Autor langetas otsuse valitud intervjuu tüübile lähtudes vastajaskonna suurusel, kui ka soovist saada lisainformatsiooni küsimustikute vastustele, et kujundada Läänemere piirkonna LNG perspektiividest objektiivsem ülevaade. Lisaks aitab struktureerimata tüüpi intervjuu välja selgitada küsitlevate hoiakuid ning ka isiklike arvamusi etteantud teemal.

Antud intervjuu jaoks oli autoril paika pandud konkreetsed teemad, mille kohta sooviti saada rohkem infot. Intervjuu oli eelkõige korraldatud ning koostatud täiendamaks küsimustiku teemasid ning ka avardamaks vaatenurka Läänemere LNG teemal.

Tabel 3. Intervjuu küsimuste ülevaade.

Intervjuu teemad, mida puudutati	Täpsustavad küsimused
LNG tarbijaskond Läänemere	Kes oleksid konkreetsed tarbijad?
Terminalide tasuvusaeg	Kui kaua võtab aega terminali investeringute tagasi teenimine?
Klaipeda terminal – gaasitrassi ühendused	Kas Klaipeda terminal suudab täita tarbijaskonna vajadused?
LNG taristu optimaalsus Läänemere piirkonnas	Kas on mõtet veel ehitada juurde suuremaid importterminale?
LNG hind	Kuidas hind on võrreldes teiste toorainete hindadega?
Tarne LNG vs Venemaa maagaas	Mis on parem lahendus?
Laevade ümberehitamine	Kui mõistlik on minna üle LNG laevakütusele?
Gaasiühendused vs LNG	Kumma arendamine oleks mõistlikum?

Intervjuu viidi läbi 12.05.2017 ning intervjuueeritavaks oli Gunvor SA LNG peaoperaator, kellega autor suhtles inglise keeles. Antud isik sai välja valitud intervjuuks võimaluste põhjal ning osutus kõige lihtsamini ligipääsetavaks isikuks võrreldes teiste ettevõtete potentsiaalsete vastajatega. Intervjuueeritavaga sai eelnevalt kokkulepitud aeg ning autor andis ette teada ka ligikaudse teema käsitle. Vestluse käigus autor tegi vajalikke märkmeid, mille põhjal hiljem kirjutas intervjuu analüüsi. Intervjuu kestis umbes 40 minutit.

#### 4.4.1 Intervjuu analüüs

Korraldatud intervjuu analüüsimiseks kasutati nii kvantitatiivseid analüüsimeetodeid ning lisaks ka juhtmi põhist analüüsi ehk, mille käigus toimub intervjuul saadud info ning küsimustike vastuste sarnasuste ja erinevuste väljatoomine. Küsimustiku ja intervjuu analüüsi käigus kogutakse kokku informatsioon, mis puudutab ühesuguseid punkte ning võrreldakse neid sarnasuste ja erinevuste leidmiseks, mis aitab mõista erinevate ettevõtete vaatepunkte. Vajaliku analüüsi koostamiseks tuleb esmalt lahti mõtestada küsimustike vastused ning hinnata üldpilti ettevõtete vastuste põhjal. Peale seda lisab autor sisse intervjuust saadud nüansid ning proovib hinnata tervikpilti objektiivselt. Antud intervjuu, mis sai läbi viidud käesoleva lõputöö raames aitab hästi ühendada küsimustike vastused terviklikuks jutuks.

## 5. TULEMUSED

### 5.1 Küsimustiku vastused

Antud küsimustike (lisa 1, lisa 2) ja vastuste põhjal lõputöö autor hindab võimalikku LNG turuperspektiivi aastaks 2025.

Küsimustikus esimese punktina uuriti, mis aastaks võiks oodata Läänemere LNG jõul sõitvate laevade arvu kasvu viieteistkümnele. Vastuste optimistlikumaks keskmiseks tuli aasta 2022. Eesti Gaas spekuleeris laevastiku arvu kasvumist 15-le alles vahemikus 2025-2030.

Teise punktina sai uuritud, missugune oleks optimaalne LNG terminalide arv nii Eestis, kui Läänemere piirkonnas üldisemalt. Eesti kohapealt olid vastused küllaltki sarnased, kõik kolm vastajat pakkusid, et Eestisse võiks tulla üks regionaalne LNG terminal, mis teenindaks antud piirkonda ning lisaks toodi välja, et lisaks terminalile võiks olla ka toetavad taristu punktid nagu näiteks auto laadimisjaamad ja punkerdamisterminalid. Läänemere piirkonda üldisemalt nähti ruumi olevat veel keskelt läbi kolmele terminalile. Konkreetsemalt Turu Sadam vastas, et hetkeline taristu vastabki enamjaolt optimaalsuse piirile. Lisaks Turu Sadamale on ka Eesti Gaas arvamusel, et suuri import sadamaid rohkem otseselt polekski vaja ning piisab Klaipeda akvatooriumil olevast LNG terminalist. Terminalide kasvu nähakse pigem väiksemate punkerdamis terminalide näol, sõltuvalt nõudluse kasvust.

Kolmanda punkti raames huvitas autorit ka variant, kas on võimalik, et tekib liiga palju terminale, eriti praegu, kus LNG temaatikat arutatakse ja kajastatakse meedias tihedalt. Antud punktis saadi küsimustikule erinevaid vastuseid, mis laiendas antud küsimuse idee tagamaid. Enamjaolt ollakse seisukohal, et turupõhiselt ei saa tekkida terminalide üleküllastust, kui loodavate projektide eest on vastutajaks eraettevõtted, kes peavad mõtlema terminalide tasuvusele. Seega eelkõige on vaja teha vajalikud uuringud enne kui hakatakse looma uusi terminale.

Neljanda küsimuse juures ollakse eriarvamusel, vastustest on võimalik välja lugeda, et kui ettevõttel on endal huvi rajada terminal, siis ka küsimuse „Kas uute LNG terminalide loomisest Soome-Eesti piirkonnas piisab, et tõsta kaubakäibeid Läänemere (st. et tekiks uus müügisõlmpunkt)?“ vastuse juures on võimalik välja lugeda mingil määral osade ettevõtete visiooni ja nägemust kohalikust turust. Kuid ettevõtted, kes on antud teemal pealtvaataja rollis, hindavad olukorda teisiti. Nemad toovad välja asjaolu, et kohalik turg võib osutada liiga väikeseks. Negatiivsemast küljest vastas Eesti Gaas, et terminalide rajamine ei saa kindlasti määravaks kaubakäibe kasvule, kuid võib seda toetada mõningasel määral.

Viimase punktina uuriti vastajatelt, miks on vajalik luua terminali Läänemere piirkonda ning kes oleksid peamised kasusaajad sellest. Viienda küsimuse vastustes ollakse kohati erimeelel.

Enamjaolt arvatakse, et terminalide loomine aitaks muuta piirkonda atraktiivsemaks laevandus ettevõtetele, kes järk-järgult hakkavad üle minema LNG kütusele. Samas üks vastajatest on seisukohal, et antud terminali loomine pole üldse vajalik ning regioonis paikenvate riikide vaheliste gaasiühenduste tähtsus on suurem, kui loodavate terminalide oma.

Järgnevas autori koostatud tabelis on välja toodud küsimustike küsimused ja vastused ettevõtete kaupa.

Tabel 4. Küsimustiku vastused.

	<b>VOPAK EOS</b>	<b>TALLINK</b>	<b>GUNVOR</b>
Hetkel on Läänemeres kasutusel 3-4 LNG'1 töötavat laeva, mis aastaks võiks antud laevade hulk kasvada 15'le alusele?	2020	2023	2020
Kui palju terminale oleks optimaalne luua Eestisse / Läänemere piirkonda üldisemalt?	Üks regionaalne 'break-bulk' (ca. 160 000 m3 LNG hoiustamise maht) Läänemere piirkonda Muugale (täpsemalt: tallinnLNG.com) ja kokku ca. 3-5 punkerdamise ja autolaadimise terminali Leetu, Lätti, Eestisse ja Soome.	Eestisse 1, Läänemere piirkonda 5-6	0-1 Eestis, 2-3 Läänemere piirkonnas
Kui suur on tõenäosus, et LNG terminalide arvu kasvades võib tekkida terminalide üleküllastatus?	Turupõhiselt ei saa sellist olukorda tekkida, kuna ettevõtjad peavad vastutama oma investeeringute tagasiteenimise eest. Kui riik sekkub maksumaksja rahaga, makstes kinni ebaefektiivse lahenduse, siis ei saa ka turupõhised projektid efektiivselt areneda, kuna eraettevõtte (kus rahal on hind) ei saa riigiga konkureerida	Nii kaua, kuni terminal on varustatud võimalusega toota maagaasi ka maapealsesse gaasivõrku, ei ole Eestis probleemi ka siis, kui igas vähegi suuremas sadamalinnas on LNG terminal.	Ei ole suur.

	ettevõtluses (kus rahal pole hinda).		
Kas uute LNG terminalide loomisest Soome-Eesti piirkonnas piisab, et tõsta kaubakäibeid Läänemeres (st. et tekiks uus müügisõlmpunkt)?	LNG punkerdamise nõudlus kasvab, sest suured lähimere- ja kaugkruiside korraldajad, konteinervedude operaatorid lähevad üha rohkem üle LNG-le. Kuna LNG-d on lihtne transportida veokitega, suureneb selle kasutamine ka sisemaa piirkondades, mis ei ole ühendatud gaasi ülekandevõrku. Kui nüüd mõni kruisi, konteinervedude vm korraldaja või tööstusettevõtte otsib regioonis sadamat kuhu oma reisijate- ja/või kaubavoogu suunata või piirkonda kus tootmist arendada; on oluliseks otsustamiskriteeriumiks, kas talle vajalikud teenused on seal efektiivselt (sh konkurentsivõimelise hinnaga) saadaval.	Ei.	Ei tõsta, sest kohalik turg (Soome, Eesti, Läti) on üsna väike.

<p>Miks on vajalik LNG terminalide loomine antud piirkonnas ning kes oleksid peamised kasusaajad nende töötamisel? (Näide: Eesti riik – gaasipoliitika)</p>	<p>Soomes näiteks maksab riik kinni 30% LNG terminali (Pori, Tornio jt) ehitamise maksumusest, Leedus peaaegu 100% laev-terminali prahikuludest ja investeeringutest. Eestis ollakse seisukohal, et LNG terminali tuleb rajada puhtalt turupõhiselt ja seda riiklikult toetada ei ole vaja. Ehk siis Läänemere regioonis, kus asuvad sadamad konkureerivad kaubavoogude pärast ja riigid tööstusinvesteeringute pärast, on suhtumine LNG terminali vajadusse väga suur.</p>	<p>Mere keskkond - lühireise teostavad kauba- ja reisilaevad, Eesti riik - gaasipoliitika.</p>	<p>Selline loomine pole vajalik, sest Soome-Eesti, Leedu-Läti ja Läti-Eesti gaasi interkonnektorid on rohkem kasulik kui terminaaliid.</p>
<p>Lisa</p>		<p>Terminalide rajamisega (mis suudavad gaasi ka gaasivõrku anda) luuakse olukord, kus LNG pakkumine sadamates on olemas - see omakorda annab julguse laevade operaatoritele ehitada LNG-d kütusena kasutavaid laevu.</p>	<p>LNG on hea energia allikas suurtelturgudel, aga väiksed kohalikud terminaaliid panevad "last mile delivery" kulud taevasse.</p>

Tabel 5. Küsimustiku vastused.

	<b>TALLINNA SADAM</b>	<b>PORT OF TURKU</b>	<b>EESTI GAAS</b>
<p>Hetkel on Läänemeres kasutusel 3-4 LNG'1 töötavat laeva, mis aastaks võiks antud laevade hulk</p>	<p>2025</p>	<p>On võimalus, et aastatel 2020-2025. See oleneb kui atraktiivseks LNG osutub laevandus ettevõtete jaoks.</p>	<p>Umbes 2025-2030</p>

kasvada 15'le alusele?			
Kui palju terminale oleks optimaalne luua Eestisse / Läänemere piirkonda üldisemalt?	5 kuni 7.	Hetke olukord regioonis on üpris lähedal optimaalsuse piirile.	Väikseid punkerdamis terminale oleks mõistlik Läänemere kaldale ehitada mitmeid, sõltuvalt nõudluse tekkele. Suurt import terminali rohkem ei ole lisaks Klaipeda omale vaja.
Kui suur on tõenäosus, et LNG terminalide arvu kasvades võib tekkida terminalide üleküllastatus?	Teatav tõenäosus on, sõltub terminalide arvust.	Risk on selleks kindlasti olemas. Tõenäosus keskmine.	Väike, investorid on suhteliselt ettevaatlikud ja sõlmivad enamasti lepingud enne terminali rajamist.
Kas uute LNG terminalide loomisest Soome-Eesti piirkonnas piisab, et tõsta kaubakäibeid Läänemeres (st. et tekiks uus müügisõlmpunkt)?	Vaja on ka muid kaubakäivet tõstvaid tegureid, nt Põhja-Lõuna suunalise koridori elavnemine.	-	Kindlasti aitab kaasa, aga ei usu, et terminalide rajamine saab määravaks kaubakäive olulisele muutusele.
Miks on vajalik LNG terminalide loomine antud piirkonnas ning kes oleksid peamised kasusaajad nende töötamisel? (Näide: Eesti riik – gaasipoliitika)	LNG on keskkonnasõbralik energiaallikas.	LNG kasv regioonis tooks värskust turule ning elavdaks konkurentsi.	Elavdab piirkonna majandust ehk kasusaaja on Eesti riik – töökohad, konkurents jms. Gaasimajandusse toob samuti konkurentsi ning uusi potentsiaalseid tarneallikaid.

## 5.2 Intervjuu tulemused

Intervjuu viidi läbi Gunvor SA LNG peaoperaatoriga, kellega suheldi vabas vormis ligi 40 minutit. Intervjuu eesmärk oli saada täiendavaid vastuseid lisaks küsimustiku vastustele.

Intervjuu käigus toodi välja konkreetsemaid teemasid, mille kohta soovis autor saada uusi ideid ning vaatenurki. Intervjuud alustati küsimusega, kes oleksid antud piirkonnas tarbijad. Tarbijaskonnaks oleksid samad kliendid, kes hetkel kasutavas maagaasi või muid gaasi lahendusi. Kuid LNG-le ümber lülitumist segaks antud kütuse hind. LNG oleks alternatiivseks allikaks turul. Kuid kui LNG võrrelda praeguste olemas olevate lahendustega, siis intervjuueeritavat teeb murelikuks LNG hind, mis kujuneb välja antud piirkonnas. Selle illustreerimiseks tõi ta näitena Hollandi. Hollandi piirkonnast on kujunenud suur müügisõlmpunkt erinevatele kaupadele, tulenevalt heast asukohast, kust on ligipääs olemas kõikjale. Sealses piirkonnas on ka LNG hind konkurentsi võimeline, kuid mida pikemaks läheb tarneaeg, seda kallimaks muutub LNG. Tulenedes sellest arvaski intervjuueeritav, et LNG saab toimida ainult suurtel turgudel, kuna väiksematel turgudel viib uksest-ukseni tooraine hinna liiga kõrgele. Lisaks on Läänemere piirkonnas suureks ohuks Venemaa Gazpromi tarnitav maagaas. Miks oleks vaja hakata ehitama uusi LNG terminale, mis nõuavad suuri investeeringuid, kui samal ajal on olemas töötav torustranspordi viis, mille kasutamine on odavam, kui LNG taristute arendamine. Lisaks on Gazpromil võimalus manipuleerida hinnaga sellises ulatuses, et antud variant püsiks alati konkurentsis LNG-ga. Tänu Venemaa Gazpromile ei ole ka kindel terminalide tasuvusaeg. Kuid teisest küljest miks siiski tahetakse ehitada LNG rajatisi ning arendada jõudsalt selle taristut Läänemere piirkonnas.

Majanduslikust seisukohast ei oleks see parim idee, kuna pangad ei anna sellistele projektidele laenu, mis ei suuda ära tõestada, et investeeringud teenitakse mõistliku ajaga tagasi. Sellest tulenevalt oli ka samal arvamusel intervjuueeritav, kes rääkis, et suure import terminali järgi vajadus otseselt puudub, sest hetkel suudab Klaipeda terminalis seisev ujuvterminal vajaliku regiooni ära toita ning vajadusel saab saata Läti maagaasi hoidlasse hoiule, näiteks talveperioodiks, kus tarne on väiksem. Teisalt oleks mõeldav ehitada väiksemaid punkerdamisterminale, mis töötaksid lokaalsel tasemel ning suudaksid pakkuda võimaluse korral kasvava LNG laevastikule teenuseid. Intervjuueeritavaga sai ka puudutatud LNG jõul toimivaid laevu. Intervjuueeritav rõhutas, et LNG on hea kütuseallikas ning toimib hästi suurtel turgudel, kuid väiksemates regioonides muutub hind ebaefektiivselt kalliks. See tuleneb eelkõige sellest, et LNG idee ja põhikontseptsioonina on mõeldud transportimiseks pikkade



vahemaade taha mööda merd, kuhu muidu torutranspordiga ligi ei pääseks. Suurimateks importijateks läbi aegade on olnud saared, eesotsas Jaapaniga. Samuti impordib palju ka Lõuna-Korea, mis on poliitilistel põhjustel nii-öelda saareriik. Tulles tagasi konkreetsete LNG jõul liikuvate laevade juurde, siis paljud laevad ehitatakse kahemootorilisteks, mis tähendab, et laevad suudavad sõita nii LNG mõjul, kui ka tavalise kütusega. Selline tegutsemine laevaoperaatorite seas annab eelise osta vastavaid kütuseid vastavalt hinnale ja regioonile.

Läänemere piirkonnas LNG taristu rajamine on väga ambitsioonikas, kuid intervjueeritava arvates vastab hetke olukord üpris lähedale optimaalsuse piiridele. LNG võimaliku projektidega võistlevad erinevad gaasiühendused ning nii kaua kui Venemaal jätkub maagaasi, siis ei ole oodata Läänemere piirkonnas drastilisi muutusi. Järgnevad gaasiühendused aitaksid samuti turgu rohkem avada ülejäänud maailmale ning tekitata juurde uusi tarnijaid. Gaasiühendus Leedu ja Poola vahel on suure tähtsusega, antud ühendus seoks ülejäänud Balti riigid Lääne-Euroopa gaasituruga. Lisaks mainitud gaasiühendusele oodatakse ka Soome-Eesti vahelise ühenduse valmimist. Eestis plaanitakse antud projekt rajada Paldiskisse, kuid VopakEOS on huvitatud antud trassi toomisest läbi Muuga sadama, kuhu ettevõtte plaanib luua enda LNG terminali.

Üldjoontes oli intervjueeritav seisukohal, et Läänemere LNG projektid on küll ambitsioonikad, kuid antud protsessi ei saa tagant sundida. Väga suure tõenäosusega siia kunagi suurt müügisõlmpunkti ei teki, kuniks jätkub Venemaal maagaasi varusid ning suudab seda tarnida teistele. Hetkel tundub, et erakapitalil võimalikud rajatavad terminalid ei tasu ennast ära, kui pole oodata drastilisi muutusi nii gaasipoliitikas, kui ka uusi lahendusi kohalikel tasemetel. Võrreldes LNG teiste fossiilkütustega, siis LNG üheks suureks eeliseks on ka veel suurte maksude puudumine riikide poolt, kuid see on ainult aja küsimus, mil riigid hakkavad lisama aktsiise ning kõrgeid makse nagu ka teistele fossiilkütustele. Ilmselt hakkab see tulenema sellest, et kui tarbijad peaksidki suuremas koguses hakkama kasutama LNG-d energiaallikana, siis riikide valitsustel on vaja välja mõelda uued lahendused sissetuleku tekitamiseks ning suure tõenäosusega selle ainuke lahendus on LNG maksustamine. Autori seisukohast oli intervjuu läbiviimine hea variant, mis aitas näha kogu LNG võidujooksu Läänemere piirkonnas natukene teise nurga alt ning laiendas silmaringi üleüldiselt antud teema juures. Intervjueeritavat võib iseloomustada ennekõike inimesena, kes suhtub asjadesse realistlikult ning kaalub läbi erinevad riskid. Üldjoontes jäi autor intervjuu tulemustega rahule ja antud protsess tekitas mitmekesisust juurde.

## 5.3 Järeldused

### 5.2.1 LNG tulevikuperspektiivid

Antud küsimustike vastuste põhjal koondus selgelt välja, et LNG on ka Läänemere piirkonnas tõusvas trendis ning LNG terminalide rajamine saab reaalsuseks. Küsimustikutele vastanud spetsialistid Gunvor-Services-st, VopakEOS-st, Tallink Grupp-st, Tallinna Sadam-st ja Turu Sadama-st on keskelt läbi ühel arvamusel, et LNG jõul töötavate laevade arv kasvab 15-le aastaks 2022. Eesti Gaas hindab olukorda natukene teisiti, olles meelestatud rohkem negatiivselt antud kasvu kohta ning on välja pakkunud, et laevastiku arv kasvab 15-le 2025-2030 aastate vahel. Seoses LNG laevade arvu kasvuga on vaja paralleelselt rajada vajalikud terminalid(millised?tooge välja), mis aitaksid tõsta Läänemered esile võimalikele LNG tegelevatele ettevõtetele. Lisaks terminalide rajamisele nähakse ka vajadust väiksemate punkerdamis- ja autolaadimis jaamade ehitamist. Selline taristu aitaks vedada LNG-d ka sisemaale ning mis omakorda aitaks tõsta tööstuste teadlikust LNG-st.

Lõputöö raames uuriti ka võimalust terminalide üleküllastumise vastu sarnaselt Soome lahe piirkonna konteinerterminalidega, kus kaubakäibed ei ole piisavalt suured, et terminal saaks töötada täisvõimsusel. Vastajate arvamuste põhjal, sellist olukorda ei saa tekkida. Esiteks, turupõhiselt ei saa sellist olukorda tekkida, kui ettevõtjad peavad vastutama oma investeeringute tagasiteenimise eest. Juhul kui riik sekkub maksumaksja rahaga, makstes kinni ebaefektiivse lahenduse ehk tekitades turumoonutuse, siis ei saa ka turupõhised projektid efektiivselt areneda, kuna eraettevõtte ei saa riigiga konkureerida ettevõtluses. Teiseks lahenduseks pakuti võimalust terminalidel toota gaasi ka maapealsesse gaasivõrku. Selline mõttekäik reaalsuses aitaks vähendada monopolide mõju kogu Euroopas, juhul kui on olemas toimiv kogu piirkonda kattev gaasiühendus. Selline olukord aitaks avada tee turule, kus on suurem pakkumine võrreldes Venemaalt gaasi importimisega. Uute terminalide loomine on vajalik Läänemere piirkonnas, kuna LNG punkerdamise nõudlus kasvab, sellepärast et suuremad lähimere- ja kaugkruiside korraldajad, näiteks Tallink, Viking Line, Carneval Cruises ning konteinervedude operaatorid näiteks APM ja Maersk lähevad üha rohkem üle LNG-le. Lisaks laevade punkerdamisele on LNG mugav vedada autodega sisemaa piirkondadesse, mis ei ole ühendatud gaasivõrku. Antud aspektidest tulenevalt aitavad terminalide olemasolu teha märgatavaks sadamad, kus antud teenus on efektiivselt ning konkurentsivõimelise hinnaga saadaval, kui ettevõtted otsivad kuhu enda kaubavoogusid või reisijaid suunata, siis sellised omadused on suure tähtsusega.

LNG on hea energiaallikas suurtel turgudel, kuid väikestel turgudel kohalike terminalide kulud on palju kõrgemad tulenevalt väiksemast tarbijaskonnast ning kindlasti mängib ka suurt rolli transport, tarneaeg ning distantis kuhu kütust transporditakse. Üldjoontes on näha, et trend liigub rohelisema tuleviku suunas ning LNG on üheks võimalikust alternatiiviks. Sellest tulenevalt kasvab

LNG laevade arv ning aja jooksul tekivad Läänemerele ka vajalikud terminalid, mis aitavad laiendada Lääne-Euroopa turgu ida poole ning lõpuks avaneb piirkond läbi Lääne-Euroopa kogu maailma turule.

Lisaks küsitlustele viidi läbi ka eelpool mainitud intervjuu, mis pani autorit rohkem mõtlema ning aitas mõista LNG arendusi üldsemalt ka maailma tasemel. Intervjuueritama mõtted aitasid näha Läänemere LNG projektide realistlikumat poolt ning samas toodi veel välja ka põhjendatult gaasitrasside ühenduste rajamise vajalikus. Antud riike ühendavad gaasitrassid oleksid odavamad ning kasulikumad antud regioonis, sest Läänemere piirkonnas puuduvad pikad mere vahemaad ning torujuhtmestiku süsteem toimiks hästi.

### **5.3 Ettepanekud**

Autor on seisukohal, et LNG kasutamine on kasvavas trendis ning see on töötav ning kaubanduslikult hea lahendus, kui veel arvesse võtta MARPOL-i VI lisa raames seotud regulatsioone Läänemere piirkonnas. Tulenevalt tuleviku turuperspektiividest on näha, et Läänemere piirkond vajab juurde terminale ning veel rohkem oleks vaja arendada gaasi taristuid üle Baltikumi ning tuleks rajada ka Poola-Leedu gaasiühendus. Tulenevalt sellest, et tegemist on piirkonnaga, kus väevli emissioonide piirangud on ühed suurimad maailmas, siis võiks selline paik olla üheks LNG trendi eestvedajaks. Läänemere regioonil on veel pikk tee ees võrreldes Lääne-Euroopaga, kuid selgelt paistavad välja ettevõtete huvid ning soovid rajada antud piirkonda konkurentsivõimelisi LNG terminale. Antud olukorras peab kindlast arvesse võtma Venemaa Gazpromi võimalike monopoolseid võimeid tulenevalt gaasi hinna kontrollimisega, kui ka olles hetkel üks ainuke gaasi tarnijaid.

Alustada tuleks investeerimisest taristu ülesehitamisele ning tekitada vajalik turg antud piirkonda. Läbi taristu arendamise on lootust, et ka LNG kauplemine antud piirkonnas muutub aktiivsemaks. Kindlasti aitaks antud valdkonna edendamine Läänemere piirkonnas elavdada majandust ning intensiivistada konkurentsi, mis aitab tekitada uusi potentsiaalseid tarneallikaid. Antud protsess peaks ka mõjuma LNG, kui kütuse hinnale positiivselt ning alandama seda.

## KOKKUVÕTE

LNG on veeldatud maagaas, mille puhul on tegemist keskkonnasõbraliku kütusega. Teema on hetkel aktuaalne ning seetõttu leiab palju kajastust tänapäeva meedias. Käesoleva lõputöö eesmärgiks oli välja selgitada võimalikud turuperspektiivid Läänemerel aastaks 2025. Eesmärgi täitmiseks töötas autor läbi vajaliku materjali ning viis läbi küsitluse LNG teemal ettevõtetes, kellel on kokkupuude antud kütusega. Küsimustikule vastasid ettevõtetest inimesed, kes on oma ala eksperdid. Lisaks küsitlustele sai läbi viidud ka vabas vormis intervjuu LNG operaatoriga Gunvorist, kelle mõtted aitasid liita praktilist poolt ühtseks jutuks. Küsimustikule vastajate arvamuste, nägemuse ja läbi viidud intervjuu põhjal kujunes töös autoril välja arusaam, milline võiks olla Läänemere LNG turg aastal 2025.

Järelduseks saab lugeda, et LNG turg on Läänemere regioonis alles algus etapis, kuid areneb jõudsa kiirusega. LNG-d kütusena kasutavate laevade arv suure tõenäosusega kolmekordistub aastaks 2021. Lisaks hakkavad tekkima uued LNG terminalid antud piirkonda, mis peaksid elavdama turgu ning seadma trendi laevandusettevõtetele. LNG taristute rajamisel ning Läänemere piirkonna turu arendamisel on palju erinevaid võimalikke stsenaariumeid, alates sellest kuhu rajatakse vajalikud terminalid ning milline hakkab olema reaalsus tarbijaskonna vaatenurgast. LNG-l on nii positiivsed küljed kui ka negatiivsemad küljed. Enamasti Läänemere piirkonnas on suur osakaal LNG taristute kujunemisest, kui ka terminalide rajamisest Venemaa Gazpromi käes ning ettevõttel on vajaduse korral võimalik teha vastavat hinda, mille läbi kaob huvi suuremaid investeeringuid nõudvate projektide kohta.

Konkreetselt probleemiks võib pidada terminali rajamise asukohta - erinevatel allikatel on erinevad vaatepunktid ja arusaamad, kuid variante on mitmeid. Vaja on paika panna kindlad asukohad terminalidele, mis toimiksid kogu Läänemere mõistes kõige efektiivsemalt, samas on soovid riigiti ka erinevad. Kuna LNG terminalid aitaksid elavdada kohaliku riigi majandust, siis huvi on kõigil osapooltel. Ühe võimaliku variandina saaks rajada väiksema võimsusega terminalid mitmetesse kohtadesse, kus peaksid nad edasi hakkama konkureerima ühisel turul ühiste tarbijate eest.

Lõputöö alguses sai püstitatud hüpotees: Aastaks 2025 on eeldatav LNG laevade arv Läänemerel üle 15-ne. Püstitatud hüpotees leidis kinnitust küsitlusele vastanud spetsialistide arvamuste põhjal, kus kolme vastaja keskmiseks vastuseks saab lugeda aastat 2021, mil eeldatavasti ületab Läänemerel LNG jõul sõitvate laevade arv 15 piiri.

## **SUMMARY**

### **LNG MARKET PROSPECTS AT BALTIC SEA BY YEAR 2025**

LNG is a liquefied natural gas, in other words - given fuel is natural gas as it's liquid form when it is being freeze at -162 °C. LNG is becoming more and more popular due to the being environmentally friendly fuel, while burning LNG it does produce tens time less pollution compared to the other fossil fuels such as oil and coal. All over the world more shipping operating company's are switching to more greener fuels, partly because of IMO and MARPOL convection appendix VI are stating that using fuels that will produce certain amount less exhaust fumes are compulsory and will restricting time to time. However, decreasing exhaust fumes from the ships will help to keep environment cleaner and there are proven benefits for human health as well.

The aim of this work is to speculate regarding market prospects at Baltic Sea by year 2025. To achieve this goal, author has done research in materials from different sources and in addition to that during this work there were held a questionnaire which was sent to companies who practicing with LNG every day basis. Questionnaire's received answers from leading company's specialists in the region. The practical part of the work were conducted on basis specialists' answers and opinions.

Based on questionnaire's answers the future trends for LNG at Baltic Sea is increasing, more over there are several ideas and plans to establish a LNG regional terminal. Specialist's evaluated ships that are using LNG as fuel will triple by year 2021. Baltic sea region sees LNG as a gateway to more open market as currently most of the natural gas is imported from Russian gas company's which behave like a monopoly, because there are not any other participants at current market situation. The LNG solution at Baltic Sea will help to solve this problem, if region manages to develop sustainable infrastructure, then our market situation will be more open to the world and this comes in with options and creates a bigger supply.

## VIIDATUD ALLIKAD

Adamson, L., Brown, N., Combe, M., McElhayer, S. (2016). 2020 set for global sulphur cap. *The Magazine of the International Maritime Organization*. Väljaanne 4.

Conway, M. (2016). FLNG unit. *Offshore marine technology*. Väljaanne 2.

<https://jetgas.ee/lng/lng>. Viimati külastatud 02.05.2017

<https://www.elengy.com/en/lng/what-is-an-lng-terminal.html>. Viimati külastatud 28.04.2017

IGU (2016). *A Global Industry Ready for Significant Growth*. The International Gas Union.

Union of Concerned Scientists – Uses of Natural Gas <http://www.ucsusa.org/clean-energy/coal-and-other-fossil-fuels/uses-of-natural-gas#> Viimati külastatud 21.04.17

Karim, G. A. (2013). *Fuels, Energy, and the Environment*. Florida, US: CRC Press.

Mak, J. Y, Mokhatab, S., Valappil, J. V., Wood, D. A. (2014). *Handbook of Liquefied Natural Gas*. Oxford: Elsevier Inc.

Bulakh, A. (2015). Balti- ja Põhjamaad ning Euroopa LNG-turu tulevik. *Diplomaatia*. 23. veebruar 2015

Kopiti, M. (2015). Veeldatud Maagaasi Laevakütusena Kasutuselevõtu Tehnilise ja Majandusliku Teostavuse Uuring. Tallinna Tehnikaülikooli Eesti Mereakadeemia

Mäe, A. (2013). Mitut gaasiterminali vajab Läänemere idakallas? *Diplomaatia*. 118/119.

Viires, K. (s.a.) Etnograafiline intervjuu. Eesti Kunstiakadeemia.

Natural Resources Canada (2017). Liquefied Natural Gas. <http://www.nrcan.gc.ca/energy/natural-gas/5679#a4>. Viimati külastatud 02.05.2017

LNG As a Ship Fuel (2015) <https://www.dnvgl.com/maritime/lng/index.html>. Viimati külastatud 12.04.17

Savvides, N. (2016). LNG/LPG. *The naval architect*. Oktoober.

Swedish Maritime Administration (2009). Consequences of the imo's new marine fuel sulphur regulations.

Eesti Gaasiülekandevõrgu Arengukava 2015 – 2025. Elering. Tallinn 2015.

Rozmarynowska-Mrozek, M. (2016). EU Sulphur Directive – a year after the entry into force; How ship - owners are meeting new regulation

# LISAD

## Lisa 1. Küsimustik eesti keeles

LNG Läänemere turu perspektiiv aastaks 2025

Lugupeetud vastaja,

Käesoleva küsimustiku eesmärk on lõputöö raames analüüsida kuidas mõjutab ja millised on perspektiivid turul tegutsevatel ettevõtetel ning milliseks võib kujuneda Läänemere keskkond LNG mõjul.

Küsitlus võtab aega umbes 10 minutit ja teie vastused on anonüümsed. Küsimuste korral pöörduge [reimolookene@gmail.com](mailto:reimolookene@gmail.com)

Ette tänades,

Reimo Löökene (TTÜ Eesti Mereakadeemia tudeng)

- 1) Läänemere turuperspektiiv – hetkel on Läänemerel kasutusel 3-4 LNG'1 töötavat laeva, mis aastaks võiks antud laevade hulk kasvada 15'le alusele?
- 2) Kui palju terminale oleks optimaalne luua Eestisse / Läänemere piirkonda üldisemalt? (Kui tihedalt need võiksid rannikutel asuda?)
- 3) Kas on olemas risk, et LNG terminalide arvu kasvades – ei leidu terminalidele piisavalt Tööd ehk tekib terminalide üleküllastatus?
- 4) Kas uute LNG terminalide loomisest Soome-Eesti piirkonnas piisab, et tõsta kaubakäibeid Läänemerel ning et tekiks uus müügisõlmpunkt?
- 5) Miks on vajalik LNG terminalide loomine antud piirkonnas ning kes oleksid peamised kasusaajad nende töötamisel?
  - Soovi korral võite lisada enda mõtteid/kommentaare

## **Lisa 2. Küsimustik inglise keeles**

### **LNG MARKET PROSPECTS AT BALTIC SEA BY YEAR 2025**

To whom it may concern,

My name is Reimo Lõokene and I am graduating from TUT Estonian Maritime Academy. Given questionnaire is composed for final thesis „LNG MARKET PROSPECTS AT BALTIC SEA BY YEAR 2025“. The questionnaire’s purpose is to analyze how does LNG affect Baltic Sea region and what are its prospects by year 2025. The questionnaire consists of 5 questions and will take about 10 minutes to complete.

Your answers will be anonymus. If you have any questions don't hesitate to contact me.

Thank you in advance,

Reimo Lõokene (TUT Estonian Maritime Academy)  
reimolookene@gmail.com

- 1) Baltic Sea Market Prospects – currently there are about 3-4 ships on the Baltic sea that are powered by LNG. How many years could it take to have at least 15 ships in that area?
- 2) How many LNG terminals would be optimal to establish on the coast of Baltic Sea? (How closely should they locate?)
- 3) Could there be a risk regarding the growht of LNG terminals at region – that at some point there won’t be enough clients for the terminals? (terminal capacity is bigger that terminal receive clients)
- 4) In order of developing new terminalis in the Gulf of Finland region – does it help to establish new sales hub and to increase goods turnover?
- 5) Why is establishing new terminals necessary in the region and to whom it could be the most beneficial?
  - Additional thoughts