

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

Majandusteaduskond

Ärikorralduse instituut

Tiit Matvejev

**MAAGAASI TRANSPORDIST LÄHTUVAD OHUD JA
RISKIJUHTIMISE PRAKTIKA**

Bakalaureusetöö

Õppekava ärimatus, peeriala logistika

Juhendaja: Tarvo Niine, PhD

Tallinn 2021

Deklareerin, et olen koostanud töö iseseisvalt ja olen viidanud kõikidele töö koostamisel kasutatud teiste autorite töödele, olulistele seisukohtadele ja andmetele, ning ei ole esitanud sama tööd varasemalt ainepunktide saamiseks.

Töö pikkuseks on 7075 sõna sissejuhatusest kuni kokkuvõtte lõpuni.

Tiit Matvejev

(allkiri, kuupäev)

Üliõpilase kood: 185302TABB

Üliõpilase e-posti aadress: tiit.matvejev99@gmail.com

Juhendaja: Tarvo Niine, PhD:

Töö vastab kehtivatele nõuetele

.....

(allkiri, kuupäev)

Kaitsmiskomisjoni esimees: /lisatakse ainult lõputöö puhul/

Lubatud kaitsmisele

.....

(nimi, allkiri, kuupäev)

SISUKORD

LÜHIKOKKUVÕTE	5
SISSEJUHATUS	6
1. MAAGAASI TRANSPORDI RISKID KIRJANDUSES	8
1.1. Maagaasi definitsioon ja olemus	8
1.1.1. Gaasiturud	9
1.1.2. Maagaasi eksport ja import maailmas	9
1.2. Erinevad maagaasi transpordi võimalused	11
1.2.1. Maagaasi torustransport	11
1.2.2. Veeldatud maagaasi transport	14
1.3. Maagaasi transpordiga seotud riskide ja kulude määratlemine	15
1.4. Riskijuhtimise kontseptsioon	17
2. METOODIKA	19
2.1. Uurimisprobleem ja -küsimused	19
2.2. Uuringu valim ja meetodika	19
2.3. Intervjuus osalenud spetsialistide ülevaade	20
3. UURINGU TULEMUSED JA JÄRELDUSED	23
3.1. Intervjuude tulemused	23
3.1.1. Peamised kulud maagaasi transportimisel	23
3.1.2. Maagaasi transpordi tugevused, nõrkused ja probleemid	24
3.1.3. Ettevõtete riskijuhtimise praktika ja riskide analüüs maagaasi transpordis	26
3.2. Järeldused	28
3.3. Prognoos ning ettepanekud tulevikuks	30
KOKKUVÕTE	31
SUMMARY	33
KASUTATUD ALLIKATE LOETELU	36
LISAD	39
Lisa 1. Intervjuu plaan	39
Lisa 2. Intervjuu küsimused maagaasi spetsialistile	41
Lisa 3. Intervjuu küsimused veeldatud maagaasi spetsialistile	42
Lisa 4. LNG avariihaagis	43

Lisa 5. Lihtlitsents.....44

LÜHIKOKKUVÕTE

Käesoleva lõputöö uurimisprobleemiks oli asjaolu, et Eesti kontekstis puudub selge teave maagaasi ja veeldatud maagaasi transpordi liikide, riskide, ohtude ning probleemide kohta. Töö eesmärgiks on hinnata ja analüüsida erinevate maagaasi ja veeldatud maagaasi transpordiga seotud probleeme, riske ja ohte ning saada ülevaade, milline on gaasi transportimisega tegelevate ettevõtete valmisolek tegutseda riskide realiseerumisel. Lähtuvalt töö eesmärgist püstitati viis uurimisküsimust:

1. Millised on peamised kulud maagaasi transportimisel ja mida tehakse, et neid vähendada?
2. Millised korralduslikud ja poliitilised probleemid on seotud maagaasi transportimisega?
3. Mis on nii maagaasi kui ka veeldatud maagaasi transpordi eelisteks ja puudusteks?
4. Millised on maagaasi transpordiga seotud ohud ning millist mõju võivad need avaldada keskkonnale?
5. Milline on tänane ettevõtete riskijuhtimise praktika ja ettevõtete valmisolek tegutseda riskide realiseerumisel?

Uurimistöö eesmärgi täitmiseks kasutas autor kvalitatiivset uurimismeetodit. Autor viis läbi intervjuud erinevatest ettevõtetest pärit maagaasi spetsialistidega.

Uuringu tulemustest selgus, et kõik intervjuus osalenud ettevõtted on valmis tegutsema koheselt, kui peaks esinema mõni suurem oht või risk. Kõik intervjuus osalenud spetsialistid kinnitasid, et keskkonnale on maagaasi transportimine väga ohutu, kui ei esine õnnetusi ning torud ja seadmed on hooldatud ja töökorras. Lisaks selgus tulemustest, et maagaasi transpordi peamiseks kuluallikaks on hoolduskulud. Veeldatud maagaasi maanteetranspordi põhiliseks kuluks on veokulud ning meretranspordi kuluks on sadamakulud. Maagaasi torustranspordi ohuks on vanad ja kulunud torud, muud ohud võivad esineda ainult siis, kui juhtub mõni õnnetus või avari. Maagaasi transportimisel esinenud probleemidest toodi esile piisava tööjõu puudumise, poliitika liigse sekkumise ning piiriületusel liiklusummikud veeldatud maagaasi maanteetranspordi puhul.

Võtmesõnad: maagaas, LNG, transport, energeetika, ohud

SISSEJUHATUS

Energeetikasektor on muutumas maailmas üha enam tähtsamaks. Nord Stream projekti ning uudiste näitel on näha, kui palju on sekkunud poliitika energia valdkonda. See näitab omakorda, et energeetika on paljude riikide jaoks väga oluline ning poliitika ja energiamajandus on maailmas üha enam kokku kasvamas.

Tarneahela juhtimise all peetakse tavaliselt silmas tarbekaupade transportimist jaotuskeskuste ning jaemüügilettide vahel, kuid väga vähe kõneainet saavad energiaallikate tarneahelad. Ühe olulisema energiaallika maagaasi tarneahel on tohutult keerukas ning tähtis, mille ehitamiseks kulutatakse mitmeid aastaid ning väga suuri summasid raha. Seoses keskkonnaprobleemide olulisuse tõusuga, on maagaas üheks arengus edasiviivaks jõuks. Seetõttu on oluline, et maagaasi tarneahel oleks võimalikult töökindel ja ohutu.

Käesoleva lõputöö eesmärgiks on välja selgitada ja analüüsida erinevate maagaasi ja veeldatud maagaasi transpordiga seotud probleeme, riske ja ohte. Samuti soovib töö autor leida võimalikke ettepanekuid, mida riskide realiseerumise korral rakendada transportides maagaasi.

Lähtuvalt töö eesmärgiks püstitati viis uurimisküsimust:

1. Millised on peamised kulud maagaasi transportimisel ja mida tehakse, et neid vähendada?
2. Millised korralduslikud ja poliitilised probleemid on seotud maagaasi transportimisega?
3. Mis on nii maagaasi kui ka veeldatud maagaasi transpordi eelisteks ja puudusteks?
4. Millised on maagaasi transpordiga seotud ohud ning millist mõju võivad need avaldada keskkonnale?
5. Milline on tänane ettevõtete riskijuhtimise praktika ja ettevõtete valmisolek tegutseda riskide realiseerumisel?

Eesmärkide saavutamiseks kasutab autor kvalitatiivset uurimismeetodit. Kvalitatiivse uuringu osana viis autor läbi intervjuud erinevatest ettevõtetest pärit maagaasi spetsialistidega, kes tegelevad maagaasi transportimisega. Kõikidest intervjuudest tehti kokkuvõtte ning seejärel kirjutati intervjuude tulemustest analüüs.

Antud töö koosneb kolmest peatükist. Esimeses peatükis toimub kirjanduse ülevaade, kus keskendutakse erinevatele maagaasi transportimise võimalustele. Lisaks määratletakse maagaasi transpordiga seotud riske ja kulusid. Teises osas kirjeldatakse intervjuudes osalenud spetsialiste. Samuti selgitatakse teises osas uuringu läbiviimist. Kolmandas peatükis tuuakse välja intervjuude kokkuvõtted ning tulemused. Lisaks sisaldab viimane osa veel autori järeldusi ning ettepanekuid tulevikuks.

Autor soovib tänada lõputöö oma juhendajat Tarvo Niinet heade nõuannete eest kogu bakalaureusetöö vältel. Autor tänab ka kõiki ettevõtteid ning spetsialiste, kes olid nõus jagama oma väärtuslikke kogemusi ning ja osalema intervjuudes. Valimi koostamisele aitasid kaasa Logistikauudised.ee ja Eesti Gaasiliit, kes andsid autorile nõu, kellega maagaasi transpordi teemadel ühendust võtta ning intervjuud teha.

1. MAAGAASI TRANSPORDI RISKID KIRJANDUSES

1.1. Maagaasi definitsioon ja olemus

“Fossiilne kütus on taimse või loomse päritoluga kütus, mille taastumisaeg on ca 106 aastat. Sellisteks kütusteks on nafta, naturaalgaas, kivisüsi, pruunsüsi ja põlevkivi.” (Tanning 2010, 9).

“Maagaas ehk looduslik gaas on tekkinud maakoos orgaaniliste ainete biokeemilisel lagunemisel ja nende järgneval muundumisel geokeemiliste tegurite mõjul, moodustades seal gaasimaardlad.” (Eesti Gaasiliit 2000, 53)

“Naturaalgaas ehk maagaas ehk looduslik gaas on maakoore tühikuis ja poorseis kihtides sisalduv gaasiliste süsivesinike segu.” (Tanning 2010, 150). Maagaasi leidub koos naftaga naftamaardlates või eraldi gaasimaardlates (Tanning 2010, 150). “Gaasimaardlad on lademed, kus leidub looduslikku gaasi ja gaasikondensaati teatud territooriumil. Tavaliselt on see ala sadu kilomeetreid suur. Gaasi ammutamiseks kasutatakse gaasipuurtorne.” (Tanning 2010, 150). Naturaalgaasi on võimalik päritolu järgi jagada biokeemiliseks, vulkaaniliseks, metamorfoosseks, atmosfääriliseks, keemiliseks, radioaktiivseks ja termotuumseks. Olenevalt gaasi päritolust on ka gaasi tekkepõhjused erinevad. Maagaas võib tekkida ka hapnikuvaestes tingimustes orgaanilise aine mittetäielikul lagunemisel näiteks märgaladel ja prügimägedel. (Tanning 2010, 150)

Kütusena kasutatakse põlevgaase, milleks on maagaas ja tehisgaas. Kui maagaas saadakse maapõuest, siis tehisgaas toodetakse gaasitehastes tahke- või vedelkütusest. Maagaas aitab tööstustel vähendada oluliselt õhu saastamist kahjulike põlemisjääkidega ja tervistab töötingimusi. Lisaks aitab maagaas kiirendada teaduste ja tehnika progressi. (Šur *et al.* 1989, 20)

Maagaasi leiukohad tekivad geoliigiliste protsesside käigus. Selleks et rõhu all olev gaas maapinnale tõuseks on vaja vertikaalset puurauku, mille abil on võimalik naturaalgaasi ammutada. Parsis, Pärsia lahe vetes asub maailma suurim gaasimaardla. 19% maailma gaasi reservidest kuulub just Parsi gaasimaardlale. Suured gaasi leiukohad asuvad ka Venemaa territooriumil, millest suurim on Urengoi gaasimaardla, mis kuulub ettevõttele Gazprom. (Tanning 2010, 158-163)

Energia järele on nõudlus hüppeliselt kasvanud seoses üleilmastumise ning industrialiseerimise tulekuga. 85% maailma primaarenergiast moodustavad fossiilkütused ning ennustatakse, et kui globaalne energia tarbimine jätkub, siis enne 2030. aastat suureneb energia tarbimine ligi 50%. (Zarei, Amin-Naseri 2019)

1.1.1. Gaasiturud

Gaasiturgudel osalevad mitmed osapooled, kõigepealt on tootjad. Tootmisettevõtted vastutavad gaasi tootmise ja turul müümise eest. Tõhusa konkurentsi saavutamiseks on turuprotsesse ajapikku muudetud, sest paljudes riikides oli tootmisettevõtetel monopolistlik seisund. Gaasivõrgu toimimise ja hooldamisega tegelevad võrguettevõtted. Võrguettevõtete jaoks on tähtis hoida võrk avatud kolmandatele osapooltele ning töötada välja ja rakendada võrgu kasutamise tariife. Süsteemihaldurid vastutavad varustuskindluse eest. Euroopas on paljudes riikides olemas põhivõrguettevõtjad ehk lühendina TSO, mis tähendab inglise keeles *Transmission System Operators*. Nemad seisavad selle eest, et gaasivõrgu võimsus oleks vastuvõetaval tasemel. Gaas müüakse lõpptarbijateni tarnijate abiga. Tarnijaid, kes müüvad energiat väikestele tarbijatele, nimetatakse sageli ka jaemüüjateks. Suur osa tarnijatest on siiski tootmisettevõtted või kauplajad. Lõpptarbijad on need, kelleni lõpuks gaas jõuab ja kes selle ka ära kasutavad. Kauplajad tegelevad gaasiturul ostmise ja müümisega. Lisaks osalevad turgudel ka maaklerid, kes loovad kontakte ostjate ja müüjate vahel, kuid ise kauplemisega ei tegele. (Wangensteen 2007, 82-87)

Kõigil turu osalejatel peab olema võrdne juurdepääs ja kogu asjakohane teabe nii hindade kui ka tarnetingimuste kohta, et tagada turu tõhusus. Vaba ja avatud energiaturul peab olema võimalik suurel hulgal ostjatel osta paljudelt tarnijatelt või tootjatelt energiat. Üheks tõhusa turu vajalikuks tingimuseks on ka kõigi üksuste täielik juurdepääs nii pakkumise kui ka nõudluse poolelt. (Wangensteen 2007, 87)

Populaarseim veeldatud maagaasi ehk LNG turg Euroopas asub Hollandis. Turg on virtuaalne ning turu lühend on TTF, mis tähendab inglise keeles *Title Transfer Facility*. (Spot ... 2021)

1.1.2. Maagaasi eksport ja import maailmas

Tänapäeval tarbitakse naturaalgasi praktiliselt kõikides riikides. Euroopas on viimastel aastatel naturaalgasi tarbimist suuresti mõjutanud poliitilised põhjused, gaasihindade tõus, keskkonna kahjustamise ohud ja gaasikraanide kinnikeeramine. (Tanning 2010, 184)

2009. aastal olid suurimad naturaalgaasi tarbijad USA, Venemaa ja Iraan. Ameerika Ühendriigid tarbisid 2009. aastal 646,6 miljardit kuupmeetrit, Venemaa tarbis 389,7 miljardit ning Iraan 131,7 miljardit kuupmeetrit naturaalgaasi. Reeglina on maailma suurimad gaasi tarbijad arenenud tööstusriigid eesotsas USA, Jaapani ja ELi riikidega. (Tanning 2010, 189)

Suurimad gaasi eksportijad on Venemaa, Kanada, Norra, Alžeeria, Katar ja Holland. Euroopa gaasi eksport oli 2008. aastal 182,9 miljardit m³, mis moodustas 19% maailma ekspordist. Maailmas eksporditi 2008. aastal naturaalgaasi torujuhtmete läbi kokku 813,77 mld m³, kuid 2009. aastal eksporditi kokku 876,54 mld m³ gaasi. (Tanning 2010, 193-195)

Riike, kes ostavad gaasi, on järjest enam, lisaks on ka müügiimahud aastate jooksul kasvanud. USA, Jaapan, Saksamaa, Itaalia ja Ukraina on tähtsaimad gaasi importijad. Euroopa gaasi import oli 2008. aastal 457,9 mld m³, mis moodustas 47,5% maailma impordist. Saksamaa ja Itaalia ees ostab kõige rohkem gaasi USA. USA jaoks on Kanada tähtis partnermaa, sest peaaegu kogu torujuhtmeid pidi tuleva gaasi ostis USA Kanadast. Saksamaa jaoks on tähtsateks partneriteks Venemaa, Norra ja Holland, Itaalia suurimateks partneriteks on Venemaa ning Alžeeria. Euroopa riikide gaasi nõudluse abil on võimalik paremini mõista nende riikide majanduspoliitilist käitumist. 2008. aastal imporditi naturaalgaasi maailmas kokku 813,77 mld m³, tasub ära mainida ka, et naturaalgaasi osteti torujuhtmeid pidi 2,6 korda rohkem kui veeldatud maagaasi. (Tanning 2010, 198-202)

Netoeksport ehk gaasi müügi ja ostmise vahe oli 2008. aastal suurim Venemaal, kellele järgnesid Norra ja Kanada. Suurim netoimport oli Jaapanil suurte tööstusriikide USA ja Saksamaa ees. (Tanning 2010, 203)

Veeldatud maagaasi ehk LNG suurimad importijad olid 2005. aastal Jaapan, Lõuna-Korea, Hispaania, Itaalia ja Taivan. Jaapanisse imporditi 2005. aastal 58,6 mln tonni LNG, mis oli kogu maailma LNG impordist 30%. Kolm aastat hiljem importis Jaapan 92,13 mld m³. (Tanning 2010, 212)

Käesoleva sajandi alguses on naturaalgaasi hind märgatavalt kasvanud, suur kasv toimus just 2008. aastal. Tavaliselt on LNG hind maagaasist kõrgem, kuid alates 2005. aastast on see madalam. (Tanning 2010, 204)

Tööstusriigid nagu näiteks USA, Taani, Prantsusmaa ning Ühendkuningriigid ammandavad oma gaasivarud palju kiiremini kui arenenud riigid. Toornafta tootmise vähenemine, tööstustes

kasutatava kütuse vahetus ning gaasisõltuvus on nende riikide kõrge ammendumise põhjusteks. (Al-Fattah, Startzman 2000)

1.2. Erinevad maagaasi transpordi võimalused

On mitmeid meetodeid, kuidas maagaasi edasi kasutada kui gaas eraldatakse gaasiväljast. Populaarsemad meetodid on siiski transportida gaasi edasi mööda torujuhtmeid või veeldada maagaas ning seejärel transportida veeldatud maagaasi tankerite abil mööda merd või veoautode abil mööda maanteed. Lisaks on olemas ka muid alternatiivseid võimalusi nagu näiteks muuta gaas tahkeks aineks või vedelikuks. (Thomas, Dawe 2003)

Kuigi maagaas on paljude ettevõtete ja kodutarbijate jaoks üks olulisemaid energiaallikaid, on selle tarneahel tohtu ja keeruline. Tarneahelas kulutatakse väga palju raha iga lüli peale nagu näiteks maagaasi uuringute, kaevandamiste, tootmise, ladustamise kui ka transportimise peale. Lisaks on tarneahel varustatud pikkade vahemaade tõttu mitmesuguste seadmete, torude, regulaatorite ja kompressoritega, mis kõik lisavad tarbijale gaasi omahinnale juurde rohkem kui 30%. Tarneahela keerukuse tõttu on oluline, et gaasi tarneahel ja transportimine rahuldaks kõiki osapooli, eriti oluline on tarneahel gaasirikastes piirkondades, kus iga väike parandus võib oluliselt muuta kogu ahelat. (Hamedi *et al.* 2009)

Nafta, gaasi ja elektrienergia tarneahela juhtimine on mitmel olulisel viisil erinev tavapärasest tarneahela juhtimisest. Nafta- ja gaasitööstuses on kõrgete kasumimarginaalide tõttu on tarneahela juhtimise prioriteetideks töökindlus ning ohutus. Lisaks mängivad suurt rolli ka kõrgtehnoloogilised seadmed, mis töötavad keerulistes ja kohandatud süsteemides. Gaasi transpordis ei toimu uuendused üleöö, enne kui uued muutused teostatakse, planeeritakse neid mitu aastat, ka uute muutuste teostamine võib võtta aega mitmeid aastaid. (Jacoby 2012, 1-2)

1.2.1. Maagaasi torustransport

Kõigepealt, et gaasi torujuhtmete abil transportida, tuleb maagaas puhastada puuraugust kaasatunud väävelvesinikust, niiskusest ja liivast. Gaas suunatakse torustike abil tarbimiskohta siis, kui gaas on ära puhastatud. (Šur *et al.* 1989, 21)

Gaasitööstuses on gaasi transportimine kõige olulisem osa, gaasivõrgu eesmärk on rahuldada tarbijate nõudmisi võimalikult minimaalsete kulutustega ja tõhusalt. Ülekandevõrkudes toimub

suurte gaasikoguste liikumine gaasiallikast jaotuskeskusteni. Üksikutele tarbijatele suunatakse gaas jaotusvõrkude abil. (Farahani *et al.* 2011, 396)

“Torustransport on transpordiliik, mille puhul veos kulgeb mööda torujuhtmeid ehk -liine.” (Tanning 2010, 207). Peamiselt kasutatakse torustransporti nafta ja gaaside transportimiseks. Madal veo omahind, minimaalne kadu veol ning veo täielik automatiseeritus on torustranspordi tugevusteks. Gaas liigub naturaalse rõhu või kompressorjaamades tõstetud rõhu toimel, gaasijaotusjaamades gaas puhastatakse, lõhnatakse ja jaotatakse. Torude läbimõõduks on kuni 1220 mm. Hiina, Saksamaa ja Ukraina on väga ulatuslike torujuhtmestikega, kuid Ameerika Ühendriikides asub maailma suurim gaasijuhtmete kogupikkus, milleks on 548 665 km. Eestis on gaasitorustike kogupikkuseks 859 km. (Tanning 2010, 207)

Torustranspordi ohuks on torude vananemine, mis võib ohtu seada nende ohutuse ja töökindluse. Gaasitorustike keskmine tööiga on umbes 22 aastat ning nad peavad vastu pidama nii talvel nii -60°C kuni suvel +40°C tingimustes. Gaasi sisesurve, keskkonna mõju ja korrosiooniline kulumine võib esile tuua gaasitorude ebatöökindluse ning ka lühema torude tööiga. (Tanning 2010, 238)

Torustranspordis mängivad olulist rolli ka gaasihoidlad, kuhu lisatakse osa maagaasist. Need asuvad gaasiturule üsna lähedal keskustes ja neid kasutatakse piiramatuks ajaks. Kui juhtub mõni loodusõnnetus ja gaasitoru saab kahjustada, siis gaasihoidlad on hea lahendus, kus ladustada gaasi nii kaua kuni probleemid lahendatakse. Osad ettevõtted hoiustavad soojadel suvekuudel gaasi gaasihoidlates ning kui läheneb talv ja külmemad ilmad, siis hakkavad nad transportima gaasi mööda torusid tarbijateni. (Farahani *et al.* 2011, 397)

Torujuhtme poliitika on keeruline ja mitmemõõtmeline, turu dünaamikal on keskne roll energiajulgeoleku tagamisel, sest maagaasivõrku peetakse riigi julgeoleku ja välispoliitika lahutamatuks osaks. Tänapäeva muutuv majanduskeskkond muudab energiaturud rohkem iseseisvamaks ning isereguleeritumaks. (Amirova-Mammadova 2017, 199)

Maagaasi tarbimise kasv ning rahvusvahelised gaasiturud on loonud erinevaid poliitilisi võimalusi ja väljakutseid. Maagaasi on võimalik ära kasutada välispoliitilise vahendina, sest gaasikaubanduse laienemine leidis aset ülemaailmse majanduslanguse ajal ning sel perioodil polnud paljudel riikidel piisavalt majanduslikke võimalusi, et ehitada välja kindel maagaasi tarneahel. Suuremate ja võimsamate gaasivõrgustikega maad kasutavad tihtipeale seda võimalust nii poliitiliselt kui ka majanduslikult enda kasuks. (Shaffer 2013)

Põhja-Euroopas on suurimaks gaasijuhtmeks *Nord Stream Pipeline*. Venemaad ja Saksamaad ühendava kahe paralleelselt kulgeva torujuhtme pikkuseks on 1223 km. Juhe läbib ka Soome, Rootsi ja Taani majandustsooni, Babajevost Viinuri kaudu jõuab juhe mööda Läänemere põhja Greifswaldini. Gaasijuhtme teekonda on võimalik näha ka selle peatüki lõpus oleval joonisel (vt joonis 1). Oma suuruse poolest on Nord Streami torujuhte inseneride suursaavutus, lisaks teeb projekti eriliseks ka see, et torujuhtmel puuduvad vahejaamad ning toru jookseb piki merd, mitte mööda võimalikult kitsaid väinasid. Nord Streami projekt on tekitanud poliitikas palju poleemikat, kuna projektis nähakse Venemaa poliitilist käiku, mille eesmärgiks on Ukraina, Valgevene, Poola ja teiste maade naturaalgasid transiidist vabaneda ning suunata gaas otse Saksamaale. Säilitades tarded Saksamaale saab Venemaa peatada oma tarded teistele Kesk-Euroopa maadele. Mitmed Balti ja Kesk-Euroopa riigid avaldasid oma arvamust ja muret juba enne lepingu sõlmimist. Vaatamata kriitikale ja poleemikale on torujuhte tänaseks valmis ning töötamas. (Tanning 2010, 228-231)

2012. aastal Balti riikides moodustas maagaas energiaallikate portfelist kokku 25%. Eestis oli maagaasi osakaal energeetikas oluliselt väiksem kui Lätis või Leedus. Eesti maagaasi varustusplaanid sõltuvad palju aastaajast. Suvel ladustatakse gaasi Lätis Inčukalnsi maa-aluses gaasihoidlas ning tarnitakse nii Läti kui ka Eestisse Valdai-Pihkva torujuhtme kaudu. Talveperioodidel kasutatakse suvel Inčukalnsi hoidlasse ladustatud gaasi ning osa tarnitakse ka Loode-Venemaale. (Elering 2012, 25)



Joonis 1. Euroopa maagaasi torujuhtmete kaart.

Allikas: <https://transparency.entsog.eu/#/map>

1.2.2. Veeldatud maagaasi transport

Veeldatud maagaas ehk LNG (inglise keeles *liquefied natural gas*) saadakse maagaasi jahutamisel kuni -160 kraadini. Veeldatud maagaas on tavalisest gaasilises olekus maagaasist 600 korda väiksem ehk LNG võtab 600 korda vähem ruumi kui tavaline maagaas. Maagaasi veeldamine muudab gaasi hoidmise ja transpordi lihtsamaks. Veeldatud gaas saadakse tavaliseks gaasiks tagasi läbi regasifitseerimise vastuvõtuterminalides, kuid kuna gaasi varude hoidmine veeldatud kujul on eriti kallis, siis terminalid gaasi ei hoiusta. Veeldamine ja transport on veeldatud maagaasi tootmise osad, kus veeldamine on tootmise kõige kulukam osa. LNG moodustab maailma naturaalgasiga nõudlusest 7%. 15 riiki eksportis 2017. aastal LNG ning 17 riiki importis. (Tanning 2010, 212-213)

Meritsi transporditakse veeldatud maagaasi tankerite abil, mille alused mahutavad kuni 200 000 m³. LNG aluste hinnad on väga kõrged, 2002. aastal maksis 145 000 m³ mahtuvusega alus 170

kuni 190 miljonit USD. LNG tankereid ehitatakse põhiliselt Lõuna-Koreas, Hispaanias ja Prantsusmaal. Ka ehituskulud on üpris kõrged, plaanitav tööiga on tankeritel umbes 40 aastat. Vaatamata kallidusele on veeldatud naturaalgasid mitmeid eeliseid torustranspordi ees. Veeldatud maagaasi on võimalik transportida väikestes kogustes, lisaks on võimalus kasutada maantee-, raudtee- ja meretransporti. LNG puhul on gaasi võimalik osta mitmel pakkuvalt ning puuduvad lisakulud nagu näiteks transiidilepped ja -kulud. (Tanning 2010, 215)

Gaasimahutisse jõuab veeldatud maagaas LNG laevade ja veoautode paagist terasest painduvate voolikute abil. LNG mahutis ei tohiks maksimaalne ladustatud veeldatud maagaasi maht ületada mahuti netomahust 90%. (Bernatik *et al.* 2011)

Krüoogeenne mahuti on veeldatud maagaasi põhiline maksumus, lisaks koosneb varustusjaam ka aurustusseadmest. Krüoogeenne paak moodustab tegevuskuludes olulise osa. Veeldatud maagaasi mahuti sisemine paak ja torustik on ehitatud roostevabast terasest, kõrge soojusisolatsiooni efektiivsuse tagamiseks ehitatakse mahuti kahe seina ja sobivate isolatsioonikihtidega. (Lisowski, Czyżyci 2011)

1.3. Maagaasi transpordiga seotud riskide ja kulude määramine

Erinevatel energiaallikatel on rahvusvahelistel turgudel üsna sarnased kulud. Nõudlusest ja tellitud kogusest sõltub nõudluse tase, kui tellitud kogus ületab tellimuse taset, siis võivad juurde lisanduda veel lisatasud või trahvid. Turgudel kehtib ka tarnimata energia hüvitamine, kui klient saab jaotusettevõtte poolt mingil põhjusel vähem gaasi, siis kliendile puudu jäänud gaasikogus hüvitatakse rahaliselt. Gaasivõrgu liitumise eest võidakse küsida liitumistasu, mis on ühekordne makse gaasivõrgu ühendamise eest. (Wangensteen 2007, 75)

Enne kui arvutada gaasi transportimise kulusid ja tulusid, tuleb arvestada gaasiettevõtetele investeerimiskuludega. Tootmisettevõtetele tuleb arvestada, et gaasi tootmine sõltub suuresti investeeringutest erinevatesse uuringutesse, kaevandustesse, torujuhtmetesse ning tänapäeval ka IT-sektorisse. Gaasi jälgimiseks ja transportimiseks on vaja väga kindlat ja head infosüsteemi. (Hubert, Ikonnikova 2011)

Üheks tähtsaimaks maagaasi tarneahela kavandamise eesmärgiks on kulude minimeerimine. Gaasi tarneahel mõjutab kaevandamise kulusid gaasiväljades, käitlemiskulusid rafineerimistehastes ja kompressorjaamades, gaasihoidlate kulusid ning tarnekulusid tarbijatele. Need kõik kulud mõjutavad omakorda gaasi hinda. (Hamedi *et al.* 2009)

LNG tarneahela kavandamiseks ja välja ehitamiseks kulub aastaid ning rahaliselt umbes üheksa kuni kümme miljardit dollarit. Gaasihindade tõus ning kulude langemine on algatanud suure investeerimislaine LNG tarneahelatesse kogu maailmas nagu näiteks Venemaal, Jeemenis, Ekvatoriaal-Guineas ning Norras. (Maxwell, Zhu 2011)

Energiasektoris nimetatakse kapitalikuludeks erinevaid arenduskulusid ning ka näiteks puurkaevude puurimise kulusid. Kulud, mis pole tingimata gaasi tootmisega seotud, kuid on seotud jooksvate toimingutega, nimetatakse tegevuskuludeks. (Crow *et al.* 2018)

Maagaasi transportimisel peab silmas pidama erinevaid riske. Miks tuleb uurida gaasi transportimisega seotud riske? Esiteks on küsimärgi all torustike vanus, torud paljudes riikides väga vanad, mis suurendab ohtu riketeks ning lekkeks. Teiseks on gaas muutunud väga populaarseks energiaallikaks ning suur ja keeruline tarneahel koosneb väga paljudest erinevatest torudest, jaamadest, hoidlatest ning tehnilistest seadmetest. Kolmandaks on keskkond, gaasivõrkude ehitamine võib kahjustada keskkonda. Neljandaks on erinevad poliitilised põhjused, mitmete riikide gaasi import sõltub teistest riikidest. Kui mõni riik eelistab müüa gaasi ühele riigile palju odavamalt kui teistele riikidele, siis võib see tekitada väga suuri poliitilisi riske. (Farahani *et al.* 2011, 423)

Maagaasi transportimisel tuleb silmas pidada ka ohutusnõudeid. Veeldatud maagaas on ohtlik oma väga madala temperatuuri, lämbumisohu ja tuleohu poolest, kuid maagaas ise mürgine pole. Veeldatud maagaasi kokku puutumisel võivad tekkida külmumist meenutavad krüogeensed põletused ning pikaajaline külma gaasi või auru sissehingamine võib kahjustada kopse. (Bernatik *et al.* 2011)

Veeldatud maagaas on tuleohtlik ning võib tekitada külmapõletusi või kahjustusi. Õnnetuste ennetamiseks tuleb kanda külmakaitsekindaid, kaitsemaski, kaitseprille. Kui on juhtunud õnnetus, siis ei ole soovituslik lekkiva gaasi põlemisel kustutada seda, välja arvatud juhul kui leket on võimalik ohutult peatada. Lisaks tuleks eemaldada kõik süüteallikad, kui on võimalik seda ohutult teha. (Veeldatud maagaas ... 2020)

Maagaasi ning õhu segunemisel võib tekkida lõhkeaine kontsentratsiooni, mis võib inimestele väga tõsist ohtu tekitada. Eriti tuleb olla ettevaatlik maagaasiga seotud remondi- ja hooldustöödes. (Lurie 2008, 148)

Riskitase on kõrge kõikides energiaallikate transpordis, kuid võrreldes teiste energiaallikatega võrreldes on gaasisektori tarnekindlus üldiselt olulisem, just majanduslikel ning poliitilistel põhjustel. Gaasist sõltuvatele tööstustele ning elektrijaamadele võib häiritud maagaasi tarne tekitada suure kahjumi. (dos Santos *et al.* 2011)

Õnnetusi juhtub maagaasi transportimisel üsna harva. 2011. aastal ja 2002. aastal toimusid Hispaanias õnnetused veeldatud maagaasi vedanud veoautodega. 20. oktoobril 2011. aastal toimus Hispaanias Murcias liiklusõnnetus LNG tankeriga. LNG mahutit vedanud veoauto põrkas kokku teise veoautoga, mille tagajärjel plast- ja kummist materjalid ning kütusepaak süttisid kohe tulekahjus. Õnnetuse tagajärjel katkes üks ühendus paagi välisküljel, mis võimaldas paagi sisul lekkida ja toita tulekahju. 71 minuti jooksul, mil tuli põles, plahvatas LNG mahuti ning varises kokku. Õnnetuse tagajärjel tekkinud tulekera oli 124 meetrit kõrge, raadiusega 82 meetrit. Tankeri juht kahjuks hukkus õnnetuses. Sellised õnnetused juhtuvad harva, kuid kui juhtuvad, siis tulemused võivad olla väga kurvad. (Martinez 2012)

1.4. Riskijuhtimise kontseptsioon

Riskijuhtimisel on oma roll kõigis ettevõtte protsessides, selle abil langetavad töötajad oma otsuseid ning teevad valikuid põhjendatult. Riskijuhtimine aitab organisatsioonidel suunata ning ohjata riske. Läbi riskijuhtimise on võimalik kiiremini saavutada eesmärged, tuvastada riske ja ohte, käsitleda riske ja vähendada kadusid. Riskijuhtimise standardi ISO 31 000 abil saab kavandada ja rakendada kogu ettevõttes pidevalt organisatsioonilist korraldust. (Riskijuhtimine: Põhimõtted ... 2010)

ISO 31 000 standardi raamstruktuur koosneb kuuest etapist. Riskijuhtimise protsessi ISO 31 000 näitel on esimeseks etapiks teavitus ja nõupidamine, kus osapooled mõistavad otsuste tegemisel põhjuseid. Teiseks etapiks on konteksti määramine, mille puhul ettevõtte seab paika oma eesmärgid riskide haldamisel. Kolmanda etapina on riskihindamine, kus hinnatakse riskide analüüsi protsessina. Neljandaks on riskikäsitus, milleks on valiku tegemine, et muuta riski. Valikuteks võivad olla näiteks riskide vältimine, säilitamine, kõrvaldamine ning ka riskide suurendamine. Viies etapiks riskijuhtimise protsessi ISO 31 000 näitel on seire ja ülevaatus, milleks on regulaarne kontroll, kus tulemused on kindlalt fikseeritud ning raporteeritud. Viimaseks etapiks on riskijuhtimise protsessi talletamine, kus kõik riskijuhtimise tegevused on nähtavad ning ka jälgitavad. (Riskijuhtimine: Põhimõtted ... 2010)

Energiaettevõtete puhul aitab hea ja kindel riskijuhtimisstrateegia vastu seista energiaallikate hinna muutustele. Hinna muutused on üheks peamiseks riskiks, näiteks kui gaasihind langeb, väheneb ka rahavoog, kuna gaasiga seotud protsessid toovad oodatust vähem tulu. Seetõttu on oluline, et riskide realiseerumisel tehakse õigeid ning põhjendatud otsuseid. (Froot et al. 1994)

2. METOODIKA

2.1. Uurimisprobleem ja -küsimused

Bakalaureusetöö autor soovib välja selgitada, millised on peamised poliitilised ja korralduslikud probleemid ning riskid, millega ettevõtted peavad gaasi transportimisel silmitsi seisma. Lisaks selgitada välja maagaasi transportimisel suurimad ohud, mis võivad esineda.

Bakalaureusetöö probleemiks on Eesti kontekstis puudub teave maagaasi ja veeldatud maagaasi transpordi liikide, riskide, ohtude ning probleemide kohta.

Bakalaureusetöö eesmärgiks on hinnata ja analüüsida erinevate maagaasi ja veeldatud maagaasi transpordiga seotud probleeme, riske ja ohte.

Bakalaureusetöö eesmärgi saavutamiseks on püstitatud järgnevad uurimisküsimused:

- 1) Millised on peamised kulud maagaasi transportimisel ja mida tehakse, et neid vähendada?
- 2) Millised korralduslikud ja poliitilised probleemid on seotud maagaasi transportimisega?
- 3) Mis on nii maagaasi kui ka veeldatud maagaasi transpordi eelisteks ja puudusteks?
- 4) Millised on maagaasi transpordiga seotud ohud ning millist mõju võivad need avaldada keskkonnale?
- 5) Milline on tänane ettevõtete riskijuhtimise praktika ja ettevõtete valmisolek tegutseda riskide realiseerumisel?

2.2. Uuringu valim ja meetodika

Bakalaureusetöö autor kasutab kvalitatiivset uurimismeetodit. Intervjuud on poolstruktureeritud, kus on kirjas põhiteemad koos abistavate küsimustega. Autor muutis küsimusi vastavalt sellele, kas intervjuueeritav tegeleb igapäevaselt maagaasi torustranspordiga või veeldatud maagaasi transpordiga.

Valimisse kuuluvad erinevatest ettevõtetest pärit spetsialistid, kes tegelevad maagaasi transportimisega. Valimis on nii maagaasi torustranspordi kui ka veeldatud maagaasi transpordiga seotud inimesed. Lisaks on valimis ka energeetika valdkonna spetsialistid.

Bakalaureusetöö autor kasutas intervjuud läbi viies avatud küsimusi. Avatud küsimuste abil saavad intervjuus osalejad toetuda oma varasematele kogemustele ning vastata küsimustele oma sõnadega. Kvalitatiivsed intervjuud annavad võimalusi vastastikuseks mõistmiseks, mõtisklemiseks ja selgitamiseks. Intervjuud oli kavandatud struktureeritult. Struktureeritud intervjuudes on intervjueril ajalava ning loetelu küsimustest, mida korratatakse vastajatelt samas järjekorras ning sõnastuses. (Tracy 2013, 156-157)

Intervjuud teostati vahemikus 11.02.2021 – 06.05.2021 ning koroonaviiruse laialdase leviku tõttu viidi intervjuud läbi MS Teamsi ja telefonikõnede vormis. Intervjuude pikkuseks oli kuni 60 minutit. Intervjuude läbiviimiseks võttis autor ühendust potentsiaalsete intervjueritavatega e-maili teel. Intervjueritavatelt küsiti luba intervjuude heliformaati salvestamiseks ja nime avaldamiseks. Hiljem kogu salvestus transkribeeriti täies mahus dokumendi vormi ning igale osalejale saadeti tema poolt osaletud intervjuu transkriptsioon. Lisaks võimaldati teha neil hiljem tekstis muudatusi või täiendusi.

Autor otsustas kasutada analüüsimetoodiks kvalitatiivset sisuanalüüsi. Autor valis selle meetodi, sest selle meetodi abil on võimalik keskenduda teksti sisule. Teksti sisu ja kontekst on kogutud autori poolt läbi viidud intervjuudest. Analüüs näeb ette transkribeeritud intervjuudega töötlemist ja läbilugemist, mille jooksul saab autor hea ülevaate vastustest. Analüüsi viimase osana tehakse järeldusi ja ettepanekuid järgmisteks uurimusteks. (Edmonds, Kennedy 2017, 146-151; Tracy 2013, 209-213)

2.3. Intervjuus osalenud spetsialistide ülevaade

Intervjuus osales kokku seitse maagaasi spetsialisti. Autor pidas oluliseks intervjueritavate seost maagaasi torustranspordiga ja veeldatud maagaasi transpordiga. Anonüümsuse säilitamiseks ei ole ülevaates välja toodud intervjueritavate ega ettevõtete nimed. Intervjuude tulemused on esitatud kodeeritud kujul vastavalt „Vastaja 1“, „Vastaja 2“ ja nii edasi.

Esimene intervjueritav oli Tallinna avalik-õigusliku ülikooli külalisprofessor (Vastaja 1). Vastaja 1 on olnud tihedalt seotud nii merelogistikaga kui ka energiaallikatega. Lisaks on teinud Vastaja 1 koostööd doktorandiga, kes uuris laevade keskkonnasäästlike regulatsioone.

Teisena on intervjueritud Eesti ühe suurima energiafirma LNG osakonna juhti (Vastaja 2). Ettevõtte põhiliseks tegevusvaldkonnaks on maagaas, mida nad pakuvad klientidele tarnituna läbi võrgu torugaasina, surumaagaasina (CNG) ja veeldatud maagaasina (LNG). Nendes valdkondades kannab ettevõtte Baltimaades kindlat liidrirolli. Vastaja 2 on ettevõttes töötanud üle 20 aasta erinevatel positsioonidel. Vastaja 2 tegutses aastatel 2006-2014 Eesti ühe suurima energiafirma tütarettevõttes tegevjuhina. Alates 2016. aastast on Vastaja 2 Eesti ühes suurimas energiafirmas LNG osakonna juht.

Kolmandaks intervjueritavaks on ühes Eesti valitsusasutuse organisatsioonis energiaturgude juht (Vastaja 3). Organisatsiooni üheks eesmärgiks on säilitada Eesti enda energiasõltumatust ning seda suurendada. Vastaja 3 töötab energeetikaosakonnas aastast 2012. Hetkel on ta ühes Eesti valitsusasutuse organisatsioonis energiaturgude juht, kus peamisteks valdkondadeks on gaasiturg, elektriturg ja transport. Lisaks on Vastaja 3 lõpetanud ülikooli elektroenergeetika erialal.

Neljas intervjuu viidi läbi gaasitootmisfirma juhatuse liikmega (Vastaja 4). Ettevõtte töötab igapäevaselt selle nimel, et tuua igapäevasesse kasutusse taastuvallikaist toodetud kodumaist transpordikütust, milleks on rohegaas. Ettevõttele kuuluv biometaanitehas on Baltimaades esimene. Vastaja 4 tegeleb biometaani tootmisega ning transpordiga.

Viiendaks intervjueritavaks on ühe Eesti suurima gaasivõrguettevõtte juhatuse esimees (Vastaja 5). Ettevõtte on maagaasi jaotusvõrguettevõtte, mis kuulub Eesti ühe suurima energiafirma kontserni. Ettevõtte on Eesti suurim gaasivõrguettevõtte, ettevõtte haldamises on 1500 km jaotusvõrke, millega on ühendatud ligi 45 000 tarbimispunkti. Vastaja 5 on töötanud gaasi valdkonnas üle 20 aasta. Ta on olnud ka Eesti ühe suurima energiafirma tütarettevõttes juhatuse liige. Hetkel on Vastaja 5 ettevõtte Eesti suurima gaasivõrguettevõtte juhatuse liige ning tegevjuht.

Kuues intervjueritav on ühes Eesti elektri- ja gaasiettevõttes gaasivõrgu talituse juhataja (Vastaja 6). Ettevõtte on Eesti elektri ja gaasi ühendsüsteemihaldur. Ettevõtte üheks peamiseks ülesandeks on kvaliteetse energiavarustuse kindlustamine Eesti tarbijatele igal ajahetkel. Vastaja 6 ettevõtte esmaseks eesmärgiks on gaasi valdkonnas luua naaberriike kattev regionaalne gaasiturg. Igapäevaselt töötab ettevõtte selle nimel, et Eesti tootjatel oleks piiranguteta ligipääs naaberriikide ja laiemalt Euroopa energiaturgudel. Vastaja 6 on alates 2015. aastast olnud ühes Eesti elektri- ja gaasiettevõttes gaasivõrgu talituse juhataja.

Seitsmes intervjueritav on laevanduse logistika ja operatsioonide täisteenusega tegeleva ettevõtte LNG operaator (Vastaja 7). Ettevõtte pakub laevanduse logistika ja operatsioonide täisteenust ning

ettevõtte emafirmaks on rahvusvaheline Šveitsi ettevõte. Vastaja 7 ettevõtte emafirma on käibe poolest üks maailma suurimaid iseseisvaid kauplemiss firmasid, kes pakub ohutuid ja tõhusaid logistilisi lahendusi erinevate fossiilkütuste, metallide ja puistematerjalide transportimiseks. Vastaja 7 on töötanud laevanduse logistika ja operatsioonide täiustamisega tegelevas ettevõttes alates 2008. aastast, kus ta esialgu oli üle üheksa aasta laevanduse operaator ning alates 2018. aastast on ta olnud LNG operaator. Vastaja 7 peamiseks tegevusvaldkonnaks on LNG lasti ja laevandusega seotud ülesanded.

3. UURINGU TULEMUSED JA JÄRELDUSED

Bakalaureusetöö kolmas peatükk annab ülevaate intervjuu tulemustest, mis viidi läbi erinevatest ettevõtetest pärit maagaasi spetsialistidega. Valimisse kuulusid maagaasi transportimisega tegelevad spetsialistid. Intervjuude põhjal analüüsitakse intervjuusid teemade kaupa ning peatüki lõpus tuuakse välja järeldused ja ettepanekud tulevikuks. Intervjuu plaan on leitav Lisas 1. Maagaasi spetsialistile esitati küsimused, mis on leitavad Lisas 2. ja veeldatud maagaasi spetsialistile esitati küsimused, mis on leitavad Lisas 3. Kokku on vastused saadud seitsmelt intervjuueeritavalt.

Anonüümsuse säilitamiseks ei ole tulemustes välja toodud intervjuueeritavate ega ettevõtete nimed. Intervjuude tulemused on esitatud kodeeritud kujul vastavalt „Vastaja 1“, „Vastaja 2“ ja nii edasi. Kõigepealt esitatakse tulemustes peamised kulud maagaasi transportimisel, mille järel maagaasi transpordi tugevused, nõrkused ja probleemid ning viimasena juhitakse tähelepanu ettevõtete riskijuhtimise praktikale ja riskide analüüsile. Saadud uurimistulemuste põhjal esitatakse kahes viimasel punktis järeldused ning ettepanekud tulevikuks.

3.1. Intervjuude tulemused

3.1.1. Peamised kulud maagaasi transportimisel

Autor uuris kõigepealt, millised on peamised kulud maagaasi transportimisel. Sellest alapeatükis leiab vastuse esimesele uurimisküsimusele: millised on peamised kulud maagaasi transportimisel ja mida tehakse, et neid vähendada.

Vastaja 5 tõi kõigepealt välja, et sõltumata sellest kas gaas liigub torus või mitte, esinevad kulud ikka (Vastaja 5). Maagaasi torustranspordi puhul on peamisteks kuludeks investeeringud erinevate transpordi osade ehitusse ning torude hoolduskulud (Vastaja 6). Vastaja 6 tõdes: *“Hoolduskulud on ajapikku suurenenud, 10 kuni 15 aastat tagasi oli suur rõhk materjalil, kuid tänapäeval on suurem rõhk tööjõul, eriti just oskustööjõul. Gaasitorude hoolduskulud koosnevad peamiselt tööjõukuludest.”* (Vastaja 6). Vastaja 2 tõi välja, et hooldus- ja remondikulud esinevad ka

veeldatud maagaasi maanteetranspordis, kuid need pole suured kulutused, mis tihti aset leiavad (Vastaja 2). Vastaja 5 sõnas, et hoolduskulude koha pealt kulused kokku hoida pole võimalik (Vastaja 5).

Vastaja 5 tõi välja torustranspordi lisakuludeks gaasi komprimeerimise ning amortiseerumise: *“Gaasitorustiku puhul on enamasti iga 200 kuni 300 kilomeetri tagant gaasi kompressorjaam. Gaasi komprimeerimine tähendab lisakulusid. Samuti mängib suurt rolli ka võrgu amortiseerumine, torud ja jaamad tuleb hoida korras.”* (Vastaja 5). Amortiseerumise tõi välja ka Vastaja 6: *“Nii palju kui gaasivõrk amortiseerub, nii palju me ka uuendame seda, et hoida torud töökorras. Lisaks peab silmas pidama, milline gaas voolab tulevikus torudes ning kust see gaas tuleb.”* (Vastaja 6). Vastaja 5 tõi välja, kuidas kulused kokku hoida: *“Gaasi transportimisel on võimalik võib-olla mingi kokkuhoid saavutada kompressorjaamade opereerimisel. See tähendab seda, et ülekande operaatoril on režiimid nii täpselt paika pandud, et võimalikult vähe koormata kompressorjaamasid ning tagada varustuskindlus süsteemis.”* (Vastaja 5).

“Veeldatud maagaasi maanteetranspordi puhul on põhiliseks kuluks on kulud veoteenuse eest ehk veokulud. LNG maanteetranspordi kulused saab vähendada ainult turg.” (Vastaja 2). *“Veeldatud maagaasi meretranspordi puhul on suurimaks kuluks sadamakulud. Lisaks kui rentida laeva, siis lisanduvad ka laeva rendikulud ning kütusekulud.”* (Vastaja 7).

Vastaja 4 sõnas, et gaasi tootja vaatevinklist on võimalik vähendada gaasi tootmiskulusid, mis võivad omakorda tuua ka gaasi transpordikulud madalamaks. *“Gaasi tootmisel peavad kulud olema võimalikult madalad, et tootjad suudaksid konkurentsias püsida.”* (Vastaja 4)

Vastaja 3 sõnas, et kulude vähendamise asemel tuleks hoopis keskenduda gaasitaristu välja ehitamisele ning nõudluse kasvatamisele. *“Gaasi valdkonnas on lihtsam kasvatada tulusid, kui hakata välja mõtlema, kuidas kulused vähendada.”* Vastaja 3 lisas, et tema organisatsiooni üheks eesmärgiks on tekitada teatud nõudlus ning teha selle vastu investeeringuid. (Vastaja 3)

3.1.2. Maagaasi transpordi tugevused, nõrkused ja probleemid

Järgmise teemana uuris autor intervjuueeritavatelt, millised korralduslikud ja poliitilised probleemid on seotud maagaasi transportimisega. Selles alapeatükis leitakse vastus teisele ning kolmandale uurimisküsimusele: millised korralduslikud ja poliitilised probleemid on seotud maagaasi transportimisega ning mis on nii maagaasi kui ka veeldatud maagaasi transpordi eelisteks ja puudusteks.

Nii Vastaja 6, Vastaja 3 kui ka Vastaja 5 sõnasid, et maagaasi torustranspordis korralduslike probleeme ei esine ning ka ärikeskkonnas pigem probleeme pole (Vastaja 6; Vastaja 3; Vastaja 5). Vastaja 6 lisas, et kõige suuremat rolli korraldusliku kohapealt mängib turg (Vastaja 6). Ka Vastaja 4 ütles, et neil gaasi transportimisega probleeme ei esine. Kõik vastavad seadmed, mis mõõdavad gaasi kogust ja tagavad gaasi transportimise, on olemas. (Vastaja 4)

Vastaja 2 tõdes, et veeldatud maagaasi transportimisel esineb erinevaid probleeme: *“Peamiseks probleemiks on piiriületamine, mis võib võtta vahepeal ootamatult kaua aega. Kõik probleemid, mis puudutavad tehnilist nüanssi ja punkerdamise protseduure, on koos meeskonnaga lahendatavad. Kahjuks piiriga seotud probleeme me kuidagi lahendada ei saa. Soomest ja Leedust Klaipeda terminalist veeldatud maagaasi transportides meil piiriületamisega probleeme ei esine, kuid seal on teised riskid nagu näiteks pikk distantis ning autojuhi töö- ja puhkeaja seadus, millega tuleb arvestada.”* Vastaja 2 lisas, et poliitilisi ning ärikeskkonnaga seotud probleeme veeldatud maagaasi maanteetranspordis ei esine. (Vastaja 2)

Vastaja 7 tõi välja, et meretranspordi puhul probleeme ei esine, vaid pigem on mõned murekohad: *“Näiteks on murekohaks erinevad laevade lepingud, sertifikaadid ja nõuded. Kui mõni sertifikaat on näiteks ületanud tähtaja, siis võib juhtuda, et laeva ei lasta sadamasse. Selliste juhtumite jaoks on meil eraldi spetsialistid, kes sellega tegelevad ning üldiselt saavad osapooled kiiresti kokkuleppele. Poliitika mängib mõnes riigis suuremat rolli, kuid meie ettevõtte probleemsetesse riikidesse oma laevu ei saada.”* (Vastaja 7)

Vastaja 6 peab tugevuseks maagaasi transportides just maagaasi puhtuse: *“Maagaasi torustranspordi tugevusteks on puhtus, maagaas on üks puhtamaid fossiilkütuseid. Gaasi on mugav transportida, sest ta on lõhnatu, maitsetu ning värvitu kütus.”* (Vastaja 6). Vastaja 5 lisas, et võrreldes teiste fossiilkütustega on maagaasil on CO₂ jälg kõige väiksem. Tugevusteks peab Vastaja 5 maagaasi infrastruktuuri, mida saavad kasutada ka teised energiaallikad nagu näiteks biometaan ja tulevikus ka vesinikukütus. (Vastaja 5)

Vastaja 7 peab LNG tugevusteks seda, et veeldatud maagaasi kasutades ja transportides ei jää loodusesse maha erinevaid jääke ning reostust (Vastaja 7). Vastaja 2 peab samuti LNG eeliseks keskkonnasäästlikkust: *“Veeldatud maagaasil on ka nüanss, mida vähesed teavad, et LNG mootorid tekitavad 40% vähem müra. Näiteks ühes Pariisi piirkonnas töötavad ainult LNG prügiautod ning nad töötavad väga vaikselt ja ei sega varahommikul linnarahvast.”* (Vastaja 2)

Vastaja 6 sõnas, et maagaasi torustranspordis on puuduseid üsna vähe: *“Üheks puuduseks on see, et torud asuvad maa sees ning korrosioon mõjutab torusid. Torude eest peab palju vaeva nägema, et korrosioon neid liigselt ei kahjustaks. Teiseks puuduseks on amortisatsioon, sest gaasivõrgustik ja rõhud on päris suured ning kui esineb korrosiooni, siis ka amortisatsioon on üsna suur. Peab jälgima, et torud saaksid õigel ajal välja vahetatud.”* (Vastaja 6). Vastaja 5 tõi puuduseks välja kulukad investeeringud: *“Uute ülekande torustike ehitamine on seotud väga suurte investeeringutega.”* (Vastaja 5). Nii Vastaja 1 kui ka Vastaja 3 tõdesid, et üldist maagaasi transporti võib mõjutada mingil määral ka poliitika. Vastaja 1 lisas, et kui vaadata kogu maailma pilti, siis mõnes riigis mängib poliitika energia sektoris üsna suurt rolli, mis ei pruugi alati aidata kaasa energeetika arengule. (Vastaja 1; Vastaja 3)

Nii Vastaja 7 kui ka Vastaja 2 tõid välja maagaasi puuduseks kõrget ning ebastabiilset LNG hinda (Vastaja 2; Vastaja 7). Vastaja 7 lisas, et LNG meretranspordi puudusteks on meretranspordi hind, LNG vedu mööda merd on üsna kallis, ning ka terminalide ja kogu infrastruktuuri väljaehitamine, mis on samuti päris kulukas (Vastaja 7).

3.1.3. Ettevõtete riskijuhtimise praktika ja riskide analüüs maagaasi transpordis

Töö eesmärkidest lähtudes uuris autor intervjuude abil maagaasi spetsialistidelt, milline on tänane gaasi transpordiga tegelevate ettevõtete riskijuhtimise praktika. Kolmandas alapeatükis leitakse vastus nii neljandale kui ka viiendale uurimisküsimusele: esiteks millised on maagaasi transpordiga seotud ohud ning millist mõju võivad need avaldada keskkonnale ning teiseks milline on tänane ettevõtete riskijuhtimise praktika ja ettevõtete valmisolek tegutseda riskide realiseerumisel.

Vastaja 5 peab torustranspordi üheks füüsiliseks ohuks maagaasi plahvatusohtlikkuse ning lisas, et maagaasiga peab hooldustöid tehes väga hoolikalt ümber käima (Vastaja 5). Vastaja 6 peab ohtudeks vanasid torusid ning väliseid ohte. Lisaks peab ta füüsiliseks ohuks seda, kui mõni hape või õhk peaks sattuma gaasi sisse (Vastaja 6). Maagaasi torustranspordi füüsiliseks ohuks on tema plahvatusohtlikus, mis tähendab seda, et maagaasiga peab väga hoolikalt ümber käima. (Vastaja 5). Nii Vastaja 6, Vastaja 5 kui ka Vastaja 3 peavad maagaasi transporti läbi torujuhtmete üldjoontes keskkonnale väga ohutuks, kui kõik torud korras ning hooldatud (Vastaja 5, Vastaja 6, Vastaja 3).

Vastaja 2 peab veeldatud maagaasi transporti keskkonnale väga ohutuks: *“LNG on vedelik, temperatuuril -160 kraadi, see ei lähe põlema. Kui gaas ei satu kokku leegi või tulega, siis LNG*

aurustub õhuga kokku puutudes lihtsalt ära.” (Vastaja 2). Vastaja 7 sõnas, et ka veeldatud maagaasi meretranspordi puhul riske ja ohte keskkonnale praktiliselt ei esine ning ka suuremaid õnnetusi seni juhtunud pole: *“LNG meretransport on üks ohutuim kauba transport üldse. Veeldatud maagaasi vedavad laevad ja seadmed on ehitatud nii ohutuks, et õnnetusi praktiliselt juhtuda ei saagi.”* (Vastaja 7)

Vastaja 6 peab üheks torutranspordi riskiks maaomanike teadmatust, et gaasivõrgustik asub nende maa all. Vastaja 6 tõi riskideks välja veel korrosiooni kiirenemise ning vale juhtimise: *“Kui keegi reostab torusid näiteks viskab torude peale vanu akusid või mingit hapet, siis võib korrosioon olla palju kiirem. Lisaks võib vale juhtimine olla riskiks, dispetšerid peavad teadma kui palju rõhku ja kui palju gaasi saavad nad torusse panna.”* (Vastaja 6)

Gaasi tootmisega tegelev Vastaja 4 sõnas, et gaasi tootmise valdkonnas tehnoloogilisi riske ei esine, ainukesed riskid on kui suur on tarbimine ning mida toovad endaga kaasa muudatused transpordi sektoris: *“Kuidas tulevikus torutransport välja näeb, kas me lähme pigem üle vesinikule või hoopis elektrile? Pigem on riskiks see teadmatust ning ennustamine, kas pigem jätkata investeerimist gaasisektorisse või pigem juba mõelda vesiniku ja elektri projektide peale.”* (Vastaja 4)

Vastaja 6 selgitas, et riskide realiseerumisel on nad ettevõttes valmis muutma kraanisõlmesid: *“Tavaolukorras ei tohiks meil õnnetusi juhtuda, sest me hoiame kõik kontrolli all. Kui tõesti juhtub mõni õnnetus, siis me saame eraldada probleemse toru nupuvajutusega ja juhtimiskeskusel on võimalik tagada gaasivarustus igalt poolt. Kui mõni osa võrgustikust katki läheb, siis see ei tähenda, et kogu gaasivõrgustik on maas. Meil on välja töötatud ka avariikava, kus me oleme kõik ohtlikud situatsioonid läbi töötanud, iga torulõigu kohta on olemas instruksioon, mida teha ja kuhu gaas liigutada, kui esineb õnnetus.”* (Vastaja 6)

Vastaja 5 tõi välja, et riskide vähendamiseks on vaja palju spetsialiste, kes oskavad gaasitorusid hooldada, parandada ja nendega ümber käia: *“Oleme välja töötanud Tallinna Tehnikaülikooliga magistrantuuri programmi, kus valmistatakse ette torutranspordiga seotud spetsialiste. Gaasiettevõtted teevad omalt poolt kõik, et hoida riskid minimaalsed. Nii ülekandevõrgus kui ka jaotusvõrgus on meil ööpäevaringne valve ja reageerimismeeskond, kes on valmis likvideerima gaasiavariid. Samuti on olemas vastavad seadmed, mis võimaldavad jaotusvõrgus gaasi katkestamata need tööd läbi viia töötaval gaasivõrgustikul. Oluline roll on ka veeldatud*

maagaasil, tänu LNG seadmetele saab kliendile tagada katkematu gaasivarustuse samal ajal kui ülekandevõrgus on vaja läbi viia teatud remonditööd.” (Vastaja 5)

Vastaja 4 tõi välja, et riskide vähendamiseks tuleb end ette tulevikuks ette valmistada: *“Metaani molekulid on head algmaterjalid ka vesiniku tootmiseks, need on alternatiivid, mis võiksid järgmised sammud selles valdkonnas olla. Ettevõtted peavad riskide realiseerumisel olema valmis tulevasteks muutusteks ning vajadusel valmis ka kohe reageerima ja täiendavalt investeerima.”* (Vastaja 4)

Vastaja 2 lisas, et ka nende ettevõtte on kõik oma õnnetused läbi töötanud: *“Veeldatud maagaasi transportimisega seotud õnnetused oleme läbi töötanud oma avarii lahendamise korras ning oleme valmis kohe ka reageerima neile. Meil on avariideks olemas ka erihaagis koos seadmetega (Lisa 4.), mis on valmis 24 tundi ööpäevas, aga õnneks nelja aasta jooksul pole kordagi seda vaja olnud. Tasub mainida ka, et haagistel on ehitus- ja ohutusnõuded väga ranged, et see peaks olema väga-väga suur avarii, et LNG hakkaks treilerist välja jooksuma.”* (Vastaja 2). Vastaja 7 sõnas, et ööpäevaringne valve kehtib ka LNG meretranspordi puhul: *“Meil on alati 24 tundi ööpäevas keegi kättesaadav oma tiimis, keegi on alati valmis reageerima probleemidele või riskidele, kui need peaksid esinema öösel.”* (Vastaja 7).

Intervjuudes osalenud ettevõtete riskijuhtimine sarnaneb väga suuresti riskijuhtimise ISO 31 000 standardi raamstruktuurile. Intervjuudes osalenud eksperdid sõnasid, et enne kui hakatakse kiirustades otsuseid vastu võtma, määratletakse riskid ning seejärel leitakse probleemidele ning riskide kõrvaldamiseks parim lahendus. Vastaja 7 tõdes, et tema ettevõttes on eraldi olemas suur meeskond, kes tegelevad riskide analüüsimise ning hindamisega. Vastaja 7 ettevõttes tehakse tihti koolitusi, et riske maandada ning ka meeskonna siseselt on kõik töötajad välja koolitatud, et näiteks ööpäevaringses valves võetakse vastu otsuseid põhjendatult ning korralikult läbimõeldult. (Vastaja 7). Nii Vastaja 2 kui ka Vastaja 6 sõnasid, et riskide realiseerumise korral ollakse valmis vastu võtma õigeid otsuseid koos meeskonnaga (Vastaja 2; Vastaja 6).

3.2. Järeldused

Autori poolt läbiviidud intervjuude käigus võis leida mõningatele küsimustele üsna sarnaseid vastuseid. Kõik intervjuueritavad tõdesid, et maagaasi transportimine on keskkonnale ohutu. Veeldatud maagaasi ekspertide intervjuude põhjal saab järeldada, et ka veeldatud maagaasi transportimine mööda maanteed ning mööda merd on samuti ohutu keskkonnale.

Intervjuudest selgus, et maagaasi torustranspordi puhul on peamisteks kuludeks torude hoolduskulud, mis koosnevad suuresti tööjõukuludest. Torustranspordi lisakuludeks on gaasi komprimeerimine. Veeldatud maagaasi maanteetranspordi peamisteks kuludeks on veokulud ning meretranspordis sadamakulud. Maagaasi torustranspordi puhul korralduslike probleeme ja probleeme ärikeskkonnas ei esine, samuti ei esine probleeme ka LNG meretranspordis. Veeldatud maagaasi maanteetranspordi probleemiks on piiri ületamine, mis võib võtta oodatust mitu korda kauem aega. Maagaasi transpordi eeliseks on keskkonnasäästlikkus, seda nii torustranspordi kui ka LNG transpordi puhul. Põhiliseks puuduseks on väga kulukad investeeringud. Intervjuude põhjal selgub, et nii maagaasi torustransport kui ka veeldatud maagaasi transport on keskkonnale väga ohutu, kui kõik seadmed on hästi hooldatud ning töökorras. Riskide realiseerumisel on kõikide intervjuudes osalenud spetsialistide ettevõtted valmis probleemidele reageerima. Lisaks on ettevõtetes olemas ööpäevaringne valve.

Järgnevalt on toodud välja intervjuude põhjal maagaasi transpordi SWOT analüüs, kus tuuakse välja maagaasi transpordi tugevused, nõrkused, võimalused ning viimasena toob autor välja ohud.

Maagaasi transpordi puhul on tugevusteks keskkonnasäästlikkus, maagaas on ise üks puhtaimad fossiilkütuseid ning lisaks on maagaas lõhnatu ja värvitu kütus, seetõttu ei jäta maagaasi transportimine keskkonnale jälgi maha. Tugevusteks saab veel välja tuua maagaasi infrastruktuuri, mida saavad kasutada ka teised energiaallikad nagu näiteks biometaan ja tulevikus ka vesinikukütus.

Maagaasi torustranspordi puhul on nõrkusteks väike gaasivõrgustik. Teiseks on maagaasi transpordi arendamiseks vajaminevad investeeringud nagu näiteks terminalide, jaamade ning infrastruktuuri ehitamine väga kulukad. Intervjuude põhjal tuli välja, et veeldatud maagaasi maanteetranspordi nõrkuseks on piiriületus, mis võib mõni päev võtta oodatust mitu korda kauem aega.

Maagaasi torustranspordi võimaluseks on varustuskindlus, gaasi transport on väga kindel ning selle peale saab alati loota. Võrgustikku saab alati ehitada suuremaks ning uuendada seadmeid, et tagada veelgi suurem kvaliteet ning ohutus. Üheks kasvaks trendiks on ka biometaan, mida kasutavad kütusena üha enam busse ning autosid. Veeldatud maagaasi transpordi võimalusteks on LNG raudteetransport, mis pole veel maailmas väga välja arenenud. Võimalusena saab välja tuua veel ka LNG tanklad ning LNG veokid. Lähiajal peaks turule juurde tulema mitu LNG veoautode tootjat.

Torutranspordi üheks ohuks on korrosioon, mis vähendab torude tööiga ning kvaliteeti. Teiseks ohuks torutranspordi puhul on vanad torud, mis võivad tekitada probleeme, kui torud pole õigel ajal välja vahetatud. Maagaasi transpordi ohuks võib lugeda ka poliitika liigse sekkumise, mõnes riigis proovib poliitika endale energia sektori kaudu võimalikult palju kasu lõigata. Ohuks saab lugeda ka elektri ja roheenergia populaarsuse tõusu, mis võib jätta maagaasi transpordi tahaplaanile.

3.3. Prognoos ning ettepanekud tulevikuks

Kõik intervjuueeritavad sõnasid, et gaasi veel maailmas jätkub ning senikaua on gaas vägagi konkureeriv teiste energiaallikatega. Vastaja 1 näeb energeetika sektoris suurt potentsiaali ammoniaagis. Ammoniaak võiks tulevikus olla taastuv energiaallikas, sest see on keskkonnale ohutu, odav ning seda on mugav transportida.

Intervjuude põhjal võiks maagaas tulevikus olla sillaks fossiilsetest kütustest taastuvate energiaallikateni. Kindlasti on tulevikus gaas olemas, kas on selleks siis rohegaas või tavaline maagaas, aga olemas on ta kindlasti. Küsimuseks on alati, et kuidas seda logistikat korraldada nii, et see oleks võimalikult kiire ja odav, kuid tulevikus on gaas kindlasti konkureeriv energiaallikas tulevikus.

Veeldatud maagaasi tulevikku vaadates on valdkond, mis areneb hetkel väga jõuliselt, meretransport. Meretranspordis on LNG praegu kasvav trend. LNG veokite puhul peaks turule tulema lähiajal uued tootjad. Lisaks on üsna uus trend LNG kasutamine raudteetranspordis, millel võib tulevikus olla väga palju potentsiaali.

Autori arvates võiks tulevikus veel põhjalikumalt uurida maagaasi transpordist lähtuvaid probleeme ning nende mõju gaasiettevõtetele. Samuti uurida veelgi laiemalt ning lähemalt, kuidas ettevõtted reageerivad kui esinevad probleemid gaasitorudega ning analüüsida Euroopa Liidu ning Eesti energiapoliitika mõju maagaasi levikule nii Eestis kui ka Euroopas.

KOKKUVÕTE

Käesoleva töö eesmärgiks oli hinnata ja analüüsida erinevate maagaasi ja veeldatud maagaasi transpordiga seotud probleeme, riske ja ohte ning saada ülevaade, milline on gaasi transportimisega tegelevate ettevõtete valmisolek tegutseda riskide realiseerumisel.

Töö teoreetilises osas kirjeldati maagaasi definitsiooni ning olemust. Maagaasi transportimiseks on mitmeid võimalusi, kuid kõige populaarsemad on torutransport ning maagaasi transportimine veeldatud kujul. Gaasi tarneahel on väga keerukas ja suur, mille ehitamisel peab silmas pidama väga suuri kulutusi. Kui tarneahel on valmis, siis gaasi torutranspordi puhul on nii suurimaks riskiks kui ka kuluks torud. Vanad torud võivad lekkida ning torudele peab tegema aeg-ajalt hooldustöid.

Metoodilises osas oli keskpunktiks maagaasi transportimise seotud riskid, probleemid ning ohud. Uuringu jaoks viidi läbi intervjuud maagaasi transportimisega seotud spetsialistidega. Lisaks kirjeldati igat intervjuus osalenud maagaasi eksperti.

Bakalaureusetöö empiirilises osas analüüsiti maagaasi transpordist lähtuvaid ohte ning riske. Lisaks määratleti maagaasi transpordi tugevused ning nõrkused ja uuriti, milline on ettevõtete valmisolek riskide realiseerumisel.

Autori poolt püstitatud viiele uurimisküsimustele saadi vastused ning bakalaureusetöö täitis oma eesmärgi. Uurimisküsimuste vastused on kokkuvõtlikult välja toodud järgnevas viies lõigus. Iga lõik vastuseks ühele uurimisküsimusele.

Analüüsi käigus tuli välja, et peamisteks kuludeks maagaasi transportimisel on torude hoolduskulud ja gaasi komprimeerimise kulud. Torude hoolduskulud koosnevad suures osas tööjõukuludest. Veeldatud maagaasi maanteetranspordi peamisteks kuludeks on veokulud ning LNG meretranspordi kuludeks sadamakulud. Gaasiettevõtted teevad omalt poolt kõik, et vähendada kulusid, kuid üldiselt paneb kulud paika turg. Üheks võimaluseks, kuidas transpordikulud vähendada, on hoida gaasi tootmisega seotud kulud võimalikult madalad.

Analüüsist selgus, et maagaasi torustranspordi ning LNG meretranspordi puhul korralduslike ning poliitilisi probleeme ei esine. Veeldatud maagaasi maanteetranspordi peamiseks probleemiks on piiri ületamine, mis võib võtta vahepeal planeeritust mitu korda kauem aega. Ärikorralduslike probleeme maagaasi transpordis ei esine.

Samuti tuli välja, et maagaasi transpordi eelisteks on maagaasi puhtus ja keskkonnasäästlikkus. Maagaasi transportimine ei jäta keskkonnale jälgi maha. Lisaks on maagaas lõhnatu ja värvitu, mis muudab maagaasi transpordi lihtsamaks. Maagaasi transpordi tugevusteks saab veel välja tuua maagaasi toruvõrgustiku infrastruktuuri, mida saavad kasutada ka teised energiaallikad nagu näiteks biometaan ja tulevikus ka vesinikukütus. Lisaks on maagaasi transpordi puudusteks liiga kulukad investeeringud. Maagaasi transpordi arendamiseks vajaminevad investeeringud nagu näiteks terminalide, jaamade ning infrastruktuuri ehitamine on väga kulukad. Lisaks saab puudusena välja tuua ka väikese gaasivõrgustiku, mis võiks olla veelgi laiem ning suurem.

Kui gaasitorud ning transportimisega seotud seadmed on töökorras ja korralikult hooldatud, siis on maagaasi transportimine keskkonnale väga ohutu. Maagaasi torustranspordi ohuks võivad olla korrosioon, mis vähendab torude tööiga ning kvaliteeti, ning vanad torud.

Tänane ettevõtete riskijuhtimise praktika sarnaneb suuresti riskijuhtimise ISO 31 000 standardi raamstruktuurile, kus kõigepealt riskid määratletakse ning seejärel leitakse probleemidele ning riskide kõrvaldamiseks parim lahendus. Kõik intervjuudes osalenud spetsialistide ettevõtted on valmis tegutsema kohe kui riskid realiseeruvad.

Autor usub, et maagaasi transpordist lähtuvaid probleeme ning nende mõju maagaasiga tegelevatele ettevõtetele võiks põhjalikumalt uurida. Samuti võiks uurida veelgi laiemalt ning lähemalt, kuidas ettevõtted reageerivad kui esinevad probleemid gaasitorudega. Lisaks analüüsida Euroopa Liidu ning Eesti energiapoliitika mõju maagaasi levikule nii Eestis kui ka Euroopas ning poliitika mõju energeetikaga tegelevatele ettevõtetele.

SUMMARY

HAZARDS AND RISK MANAGEMENT PRACTICES FROM NATURAL GAS TRANSPORT

Tiit Matvejev

The aim of this work was to assess and analyze the various problems, risks and hazards related to the transportation of natural gas and liquefied natural gas and to get an overview of the readiness of gas transportation companies to act in the event of risks materializing.

Based on the aim of the work, five research questions were asked:

1. What are the main costs of transporting natural gas and what is being done to reduce them?
2. What are the organizational and political problems associated with the transportation of natural gas?
3. What are the advantages and disadvantages of transporting both natural gas and liquefied natural gas?
4. What are the risks associated with the transport of natural gas and what impact can they have on the environment?
5. What is the current risk management practice of companies and the readiness of companies to act when risks materialize?

The theoretical part of the work described the definition and nature of natural gas. There are many options for transporting natural gas, but the most popular are pipeline transport and transporting natural gas in liquefied form. The gas supply chain is very complex and large, with very high construction costs. When the supply chain is complete, pipelines are both the biggest risk and cost for gas pipeline transport. Old pipes can leak and need to be serviced from time to time.

In the methodological part, the focus was on the risks, problems and dangers related to the transportation of natural gas. For the study, interviews were conducted with specialists involved in natural gas transportation. In addition, each natural gas expert interviewed was described.

In the empirical part of the bachelor's thesis, the dangers and risks arising from natural gas transportation were analyzed. In addition, the strengths and weaknesses of natural gas transportation were identified and the readiness of companies to realize risks was examined.

The research questions posed by the author were answered and the bachelor's thesis fulfilled its purpose. The answers to the research questions are summarized in the following five paragraphs. Each section is the answer to one research question.

The analysis revealed that the main costs of transporting natural gas are pipe maintenance costs and gas compression costs. Pipe maintenance costs largely consist of labor costs. The main costs of LNG road transport are transport costs and LNG sea transport costs are port costs. Gas companies do everything they can to reduce costs, but generally the costs are set by the market. One way to reduce transport costs is to keep the cost of gas production as low as possible.

The analysis showed that there are no organizational or political problems with natural gas pipeline transport and LNG maritime transport. The main problem with LNG road transport is crossing the border, which in the meantime can take several times longer than planned. There are no business organization problems in natural gas transportation.

It also turned out that the advantages of natural gas transport are the purity and environmental sustainability of natural gas. The transportation of natural gas does not leave traces on the environment. In addition, natural gas is odorless and colorless, which makes it easier to transport natural gas. Other strengths of natural gas transport include the infrastructure of the natural gas pipeline network, which can also be used by other energy sources, such as biomethane and, in the future, hydrogen fuel. In addition, the disadvantages of natural gas transport are too costly investments. The investments needed to develop natural gas transport, such as the construction of terminals, stations and infrastructure, are very costly. In addition, a small gas network, which could be even wider and larger, can be pointed out as a disadvantage.

If the gas pipelines and equipment related to transportation are in working order and properly maintained, the transportation of natural gas is very safe for the environment. Natural gas pipeline transport can be at risk of corrosion, which reduces the service life and quality of the pipes, and old pipes.

Today's corporate risk management practices are very similar to the framework structure of the ISO 31000 standard for risk management, where risks are first identified and then the best solution

to the problems and the elimination of risks is found. All the companies of the specialists who participated in the interviews are ready to act as soon as the risks materialize.

The author believes that the problems arising from natural gas transportation and their impact on natural gas companies could be studied in more detail. It could also be examined even more broadly and in more detail how companies react when there are problems with gas pipelines. In addition, to analyze the impact of the European Union and Estonian energy policy on the distribution of natural gas both in Estonia and in Europe and the impact of the policy on energy companies.

KASUTATUD ALLIKATE LOETELU

- Al-Fattah, S., M., Startzman, R., A. (2000). *Forecasting World Natural Gas Supply*.
Kättesaadav: <https://doi.org/10.2118/59798-MS>, 14. aprill 2021.
- Amirova-Mammadova, S. (2017). *Pipeline Politics and Natural Gas Supply from Azerbaijan to Europe*. Wiesbaden: Springer VS.
- Bernatik, A., Senovsky, P., Pitt, M. (2011). *LNG as a potential alternative fuel e Safety and security of storage facilities*. Kättesaadav: <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2010.08.003>, 5. aprill 2021.
- Crow, D., J., G., Giarola, S., Hawkes, A., D. (2018). *A Dynamic Model of Global Natural Gas Supply*. Kättesaadav: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.02.182>, 14. aprill 2021.
- dos Santos, S., P., Leal, J., E., Oliveira, F. (2011). *The Development of a Natural Gas Transportation Logistics Management System*. Kättesaadav: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.06.047>, 10. aprill 2021.
- Edmonds, W., A., Kennedy, T., D. (2017). *An Applied Guide to Research Designs: Quantitative, Qualitative, and Mixed Methods*. Thousand Oaks: SAGE Publications. Kättesaadav: <https://dx.doi.org/10.4135/9781071802779>, 14. aprill 2021.
- Elektrituru käsiraamat*. (2012). Tallinn: Elering.
- Farahani, R., Z., Rezapour, S., Kardar, L. (2011). *Logistics Operations and Management: Concepts and Models*. Waltham: Elsevier.
- Froot, K. A., Scharfstein, D., S., Stein, J., C. (1994). *A Framework For Risk Management*.
Kättesaadav: <https://hbr.org/1994/11/a-framework-for-risk-management>, 18. aprill 2021.
- Hamedi, M., Farahani, R., Z., Husseini, M., M., Esmaeilian, G., R. (2009). *A Distribution Planning Model for Natural Gas Supply Chain*. Kättesaadav: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.10.030>, 11. märts 2021.
- Hubert, F., Ikonnikova, S., (2011) *Investment Options and Bargaining Power: the Eurasian Supply Chain for Natural Gas*. Kättesaadav: <https://doi.org/10.1111/j.14676451.2011.00447.x>, 10. aprill 2021.
- Jacoby, D., (2012). *Optimal Supply Chain Management in Oil, Gas, and Power Generation*. Tulsa: PennWell.
- Lisowski, E., Czyżycki, W. (2011). *Transport and Storage of LNG in Container Tanks*.
Kättesaadav:

- https://ilot.lukasiewicz.gov.pl/kones/2011/3_2011/2011_lisowski_czyzyeki_transport_and_storage.pdf, 10. aprill 2021.
- Lurie, M., V. (2008). *Modeling of Oil Product and Gas Pipeline Transportation*. Heppenheim: Litges & Dopf GmbH.
- Maagaas, vedelgaas, gaasiseadmed Eestis. (2000) Eesti Gaasiliit.
- Martinez, J., M., B. (2012). *Liquefied Natural Gas Road Tanker Explosion*. Kättesaadav: https://www.gti.energy/wp-content/uploads/2018/12/Safety-4-Juan_M_Bonilla-LNG17-Poster.pdf, 11. märts 2021.
- Maxwell, D., Zhu, Z. (2011). *Natural Gas Prices, LNG Transport Costs, and the Dynamics of LNG Imports*. Kättesaadav: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.06.012>, 11. märts 2021.
- Riskijuhtimine: Põhimõtted ja juhised. (2010). EVS-ISO 31000:2010. Tallinn: Eesti Standardikeskus.
- Shaffer, B. (2013). *Natural Gas Supply Stability and Foreign Policy*. Kättesaadav: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.11.035>, 5. märts 2021.
- Spot market data. European Energy Exchange. Kättesaadav: <https://www.powernext.com/spot-market-data>, 10. aprill 2021.
- Šur, I., Tšepel, V., Bruk, J., Rõbakov, R. (1989). *Gaasi kasutamine ettevõtetes*. Tallinn: Valgus.
- Zarei, J., Amin-Naseri, M., R. (2019) *An Integrated Optimization Model for Natural Gas Supply Chain*. Kättesaadav: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.07.117>, 11. märts 2021.
- Tanning, L. (2010). *Maaailma energia ülevaade I osa*. Tallinn: Infotrükk.
- Thomas, S., Dawe, R., A. (2003). *Review of ways to transport natural gas energy from countries which do not need the gas for domestic use*. Kättesaadav: [https://doi.org/10.1016/S0360-5442\(03\)00124-5](https://doi.org/10.1016/S0360-5442(03)00124-5), 11. märts 2021.
- Tracy, S., J. (2020). *Qualitative Research Methods: Collecting Evidence, Crafting Analysis, Communicating Impact*. Hoboken: John Wiley and Sons.
- Vastaja 2, energiafirma LNG osakonna juhi 25. veebruari 2021. a e-kiri.
- Veeldatud maagaas (LNG) ohutuskaart. (2020). Eesti Gaas.
- Wangenstein, I. (2007). *Power system Economics – the Nordic Electricity Market*. Trondheim: Tapir Academic Press.
- Kasutatud intervjuude loetelu:
- Vastaja 1, Tallinna avalik-õigusliku ülikooli külalisprofessor. Autori telefoniintervjuu. Intervjueerija märkmed. 11. veebruar 2021.

- Vastaja 2, energiafirma LNG osakonna juht. Autori intervjuu. Helisalvestis. 26. veebruar 2021.
- Vastaja 3, Eesti valitsusasutuse organisatsiooni energiaturgude juht. Autori intervjuu. Helisalvestis. 18. märts 2021.
- Vastaja 4, gaasitootmisfirma juhatuse liige. Autori telefoniintervjuu. Helisalvestis. 19.märts 2021.
- Vastaja 5, gaasivõrguettevõtte juhatuse esimees. Autori intervjuu. Helisalvestis. 19. märts 2021.
- Vastaja 6, elektri- ja gaasiettevõtte gaasivõrgu talituse juhataja. Autori intervjuu. Helisalvestis. 30. märts 2021.
- Vastaja 7, laevanduse logistika ja operatsioonide täiستنusega tegeleva ettevõtte LNG operaator. Autori intervjuu. Helisalvestis. 6. mai 2021.

LISAD

Lisa 1. Intervjuu plaan

<p>M a a g a a s i t r a n s p o r d i s t l ä h t u v a d o h u d j a r i s k i j u h t i m i s e p r a k t i k a</p>	<p>Uurimisküsimused</p>	<p>Intervjuu küsimused</p>
	<p>Millised on peamised kulud maagaasi transportimisel ja mida tehakse, et neid vähendada?</p>	<p>Gaasi transpordiga seotud kulud</p>
		<p>Millised on hetkel maagaasi transpordiga seotud suurimad kulud?</p>
		<p>Kuhu suunas võiksid tulevikus kulud liikuda?</p>
		<p>Milliseid kulutusi oleks võimalik vähendada?</p>
	<p>Millised on liigsed kulutused?</p>	<p>Erinevad probleemid</p>
		<p>Millised on korralduslikud probleemid?</p>
		<p>Millised on probleemid ärikeskkonnas?</p>
	<p>Millised korralduslikud ja poliitilised probleemid on seotud maagaasi transportimisega?</p>	<p>Kuidas on seis poliitikaga, kas esineb ka poliitilisi probleem?</p>
		<p>Tugevused ja nõrkused</p>
		<p>Mida peate gaasi torustranspordi nõrkusteks?</p>
		<p>Millised on maagaasi suurimad võimalused?</p>
		<p>Millised on gaasi suurimad tugevused?</p>
	<p>Mis on nii maagaasi kui ka veeldatud maagaasi transpordi eelisteks ja puudusteks?</p>	<p>Mis on peamised ressursid, mis aitaksid kaasa maagaasi transpordi levikule, kuid millest tekib meil puudus?</p>
		<p>Kas tulevikus on gaas konkureeriv energia?</p>

	Millised on maagaasi transpordiga seotud ohud ning millist mõju võivad need avaldada keskkonnale?	Gaasi transpordi ohud ja mõju keskkonnale
		Mida peate gaasiga füüsilisteks ohtudeks?
		Kas gaasi transportimine läbi torujuhtmete on pigem keskkonnale ohutu?
	Milline on tänane ettevõtete riskijuhtimise praktika ja ettevõtete valmisolek tegutseda riskide realiseerumisel?	Gaasi transpordi riskid ja riskijuhtimise praktika
		Mis on suurimad riskid seoses gaasi torustranspordiga?
		Kas esineb ka poliitilisi riske?
		Mida täna tehakse, et riske vähendada?
		Mida täna ei tehta, et riske vähendada?

Allikas: Autori koostatud

Lisa 2. Intervjuu küsimused maagaasi spetsialistile

1. Kuidas on koroonakriis mõjutanud maagaasi transporti?
2. Millised on hetkel maagaasi transpordiga seotud suurimad kulud?
3. Kuhu suunas võiksid tulevikus kulud liikuda?
4. Milliseid kulusi oleks Teie meelest võimalik vähendada?
5. Mis on hetkel gaasi transpordiga seotud korralduslikud probleemid?
6. Millised on probleemid ärikeskkonnas?
7. Mida peate gaasi torutranspordi nõrkusteks?
8. Millised on Teie silmis gaasi suurimad võimalused?
9. Kuidas on seis poliitikaga, kas esineb ka poliitilisi probleeme ja riske?
10. Mis on suurimad riskid seoses gaasi torutranspordiga?
11. Mida täna tehakse, et riske vähendada?
12. Mida täna ei tehta?
13. Kui peaks juhtuma mõni õnnetus, siis kuidas õnnetustele reageerimine välja näeb?
14. Mida peate gaasiga füüsilisteks ohtudeks?
15. Kas gaasi transportimine läbi torujuhtmete on pigem keskkonnale ohutu?
16. Mis on peamised ressursid Teie meelest, mis aitaksid kaasa gaasi transpordi levikule, kuid millest tekib meil puudus, näiteks kas pigem pole piisavalt inimesi, kes teemast huvituks või puudub teave või jääb hoopis tehnoloogia taha asjad?
17. Millised on hetkel Teie arvates gaasi suurimad tugevused, näiteks võrreldes naftaga?
18. Millised suurimad muutused on hetkel käsil või alles hiljuti läbi viidud?
19. Kui lähedal või kaugel on mõned uued muutused?
20. Mis Te arvate Nord Stream 2 projektist?
21. Mida toob endaga kaasa Nord Stream 2? Kas gaasihinnad langevad?
22. Kui oskate välja tuua, siis milline on Teie hinnangul gaasitranspordi olukord Eestis võrreldes näiteks Euroopaga, kas Eestis on mugav liigutada gaasi või pigem mitte?
23. Kas tulevikus on gaas konkureeriv energia?
24. Millisena näete gaasi tulevikku, kas aastal 2040 on gaas alles?

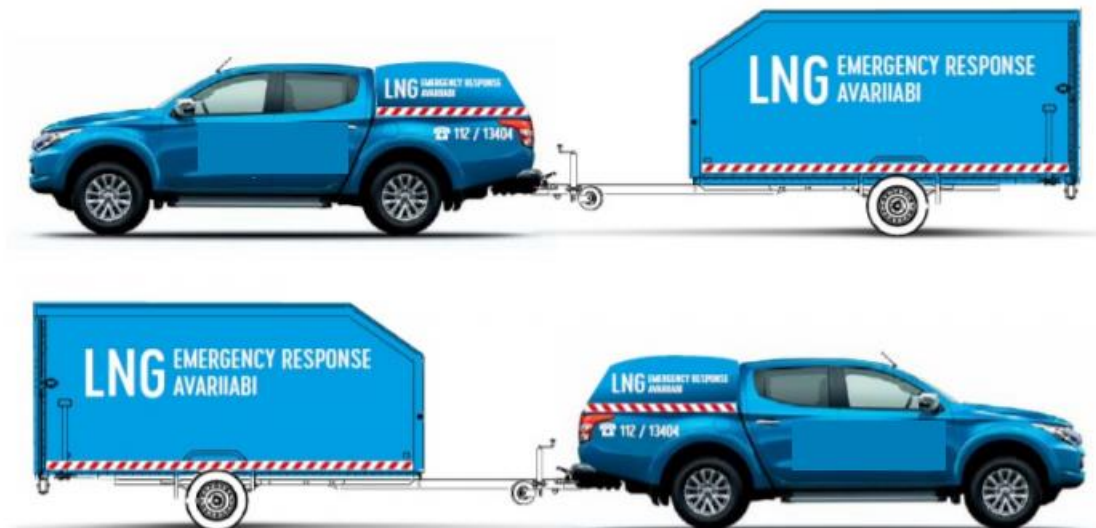
Allikas: Autori koostatud

Lisa 3. Intervjuu küsimused veeldatud maagaasi spetsialistile

1. Kuidas on koroonakriis mõjutanud LNG transporti?
2. Millised on hetkel LNG transpordi suurimad kulud?
3. Kuhu suunas võiksid tulevikus kulud liikuda?
4. Milliseid kulusi oleks Teie meelest võimalik vähendada?
5. Mis on hetkel LNG transpordiga seotud korralduslikud probleemid?
6. Millised on probleemid ärikeskkonnas?
7. Kuidas on seis poliitikaga, kas esineb LNG-ga ka poliitilisi probleeme ja riske?
8. Mis on suurimad riskid seoses LNG-ga?
9. Mida täna tehakse, et riske vähendada?
10. Mida täna ei tehta?
11. Kui peaks juhtuma mõni õnnetus, siis kuidas õnnetustele reageerimine välja näeb?
12. Kas LNG transportimine on Teie hinnangul pigem keskkonnale ohutu?
13. Mis on peamised ressursid Teie meelest, mis aitaksid kaasa LNG transpordile, kuid millest tekib meil puudus, näiteks kas pigem pole piisavalt inimesi, keda teema huvitaks või puudub teave või jääb hoopis tehnoloogia taha asjad?
14. Millised on hetkel Teie arvates LNG suurimad tugevused, näiteks võrreldes naftaga?
15. Millised suurimad muutused on hetkel käsil või alles hiljuti läbi viidud?
16. Kui lähedal või kaugel on mõned uued muutused?
17. Mis Te arvate Nord Stream 2 projektist?
18. Mida toob endaga kaasa Nord Stream 2? Kas gaasihinnad langevad?
19. Kui oskate välja tuua, siis milline on Teie hinnangul gaasitranspordi olukord Eestis võrreldes näiteks Euroopaga, kas Eestis on mugav transportida LNG-g või pigem mitte?
20. Kas tulevikus on gaas konkureeriv energia?
21. Millisena näete gaasi tulevikku, kas aastal 2040 on gaas alles?

Allikas: Autori koostatud

Lisa 4. LNG avariihaagis



Allikas: Vastaja 2, energiafirma LNG osakonna juhi 25. veebruari 2021. a e-kiri.

Lisa 5. Lihtlitsents

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Mina Tiit Matvejev

1. annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose Maagaasi transpordist lähtuvad ohud ja riskijuhtimise praktika,

mille juhendaja on Tarvo Niine,

1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh TalTechi raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks TalTechi veebikeskkonna kaudu, sealhulgas TalTechi raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

¹*Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil.*