



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
EESTI MEREAKADEEMIA
Merehariduskeskus

Marcella Raud

**LAEVANDUSFIRMA MSC EESTI AS
KONTEINERILAEVADELT SÜSINIKDIOKSIIDI EMISSIOONI
VÄHENDAMISE VÕIMALUSED AASTAKS 2050**

Lõputöö

Juhendaja: Anatoli Alop, PhD

Tallinn 2023

Olen koostanud töö iseseisvalt.

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

Marcella Raud

(allkirjastatud digitaalselt, kuupäev digiallkirjas)

Üliõpilase kood: 193043VDSR

Üliõpilase e-posti aadress: marcra@ttu.ee

Juhendaja Anatoli Alop, PhD:

Töö vastab lõputööle esitatud nõuetele

(allkirjastatud digitaalselt, kuupäev digiallkirjas)

Kaitsmiskomisjoni esimees Marko Jürioja:

Lubatud kaitsmisele

(allkirjastatud digitaalselt, kuupäev digiallkirjas)

Sisukord

Jooniste loetelu	5
Annotatsioon.....	6
Kasutatud lühendid	7
Sissejuhatus	9
1 Süsinikdioksiidi emissioon	11
1.1 Mõju keskkonnale.....	12
1.1.1 Laevadelt tuleneva heitkoguse suurenemise põhjused	14
1.1.2 Süsinikuneutraalsuse mõiste.....	15
1.2 Rahvusvaheline Mereorganisatsioon (IMO) ja Pariisi kokkulepe.....	16
1.2.1 Nõuded ja regulatsioonid süsinikdioksiidi heitkoguste vähendamiseks	18
1.2.2 Esialgne süsinikuneutraalsuse strateegia aastaks 2050	21
1.3 Euroopa Liidu (EL) määrused	23
1.3.1 EL määruse 2015/757 seire- ja aruandluskohustus	24
1.3.2 EL õigusaktide nõuded meretranspordile	25
2 MSC Eesti AS ja uurimismetoodika.....	28
2.1 Ettevõtte tegevus.....	28
2.2 MSC konteinerilaevad	28
2.3 Ettevalmistus süsinikuneutraalsuse saavutamiseks aastaks 2050.....	30
2.3.1 Püstitatud jätkusuutlikkuse tegevuskava	33
2.4 Kvantitatiivne ja kvalitatiivne uurimismeetod	35
2.4.1 Küsitlus.....	37
2.4.2 Ekspertintervjuud	37
3 Tulemused ja laevandusfirma MSC Eesti AS toimetuleku võimalused.....	39
3.1 Küsitluse tulemuste analüüs	39
3.2 Ekspertintervjuude tulemuste analüüs	48
3.2.1 Intervjuu Genfi MSC <i>Sustainability</i> spetsialistiga	48
3.2.2 Intervjuu MSC Eesti AS operatiivosakonna juhatajaga	52
3.3 Järeldused	56
3.4 Soovitused	57
Kokkuvõte	59
Summary.....	61
Viidatud allikad	64

Lisa 1. Küsimustik laevandusfirmale MSC Eesti AS.....	69
Lisa 2. Intervjuu Genfi MSC <i>Sustainability</i> spetsialistiga	73
Lisa 3. Intervjuu MSC Eesti AS operatiivosakonna juhatajaga	77

Jooniste loetelu

Joonis 1. Eesti kasvuhoonegaaside osakaal (%) 2021. aastal.....	12
Joonis 2. MSC alternatiivkütuste tegevusplaan.....	32
Joonis 3. MSC konteinerilaevade EEOI väärtused aastatel 2008–2021.....	34
Joonis 4. CO2 emissiooni peamised põhjused	40
Joonis 5. Tedlikkus IMO 2023 regulatsioonidest.....	41
Joonis 6. Informatsiooniallikad	41
Joonis 7. Laevamootori võimsuse piiraja	42
Joonis 8. Optimaalsed meetmed	43
Joonis 9. Alternatiivkütused	44
Joonis 10. Laevade maksimaalne CII kiirus	45
Joonis 11. Ettepanekud võimuorganitele.....	46
Joonis 12. Esimene nullheitega MSC konteinerilaev	47
Joonis 13. Süsinikuneutraalsus aastaks 2050	47
Joonis 14. Laeva pirnvöör	50

Annotatsioon

Meretranspordilt tulenev süsinikdioksiidi emissioon põhjustab kliimamuutusi, mürasaastet, merevee vesinikekspoonendi (pH) taseme langust, õhukvaliteedi halvenemist ja mõjutab mereelustiku bioloogilist mitmekesisust. Süsinikdioksiidi hulga vähendamiseks atmosfäärist on Euroopa Liit (EL) ja Rahvusvaheline Mereorganisatsioon (IMO) kehtestanud kohustuslikud regulatsioonid ning nõuded, mida laevaomanikud ja merendusettevõtted peavad järgima.

Sellest tulenevalt on rahvusvaheline laevandusfirma MSC Eesti AS võtnud sihiks liikuda süsinikuneutraalsuse poole ja vähendada konteinerilaevadelt süsinikdioksiidi emissiooni aastaks 2050. Käesoleva lõputöö eesmärk on uurida MSC püstitatud energiatõhususe tegevuskava ning analüüsida ja selgitada välja, millised on kõige optimaalsemad võimalused ja strateegiaid vähendamaks süsinikdioksiidi emissiooni konteinerilaevadelt.

Lõputöö koosneb kolmest peatükist. Esimeses peatükis räägitakse süsinikdioksiidi mõjust keskkonnale, heitkoguse suurenemise põhjustest ning tuuakse välja IMO ja EL määrus nõuded meretranspordile. Teises peatükis annab autor ülevaate MSC tegevusest, konteinerilaevadest, ettevalmistusest ja jätkusuutlikkuse tegevuskavast. Samuti selgitab autor uurimismeetodeid ja annab ülevaate valimite valimisest. Uurimusliku osa käigus viidi läbi intervjuud Genfi MSC *Sustainability* ehk jätkusuutlikuse spetsialistiga ja MSC Eesti AS operatiivosakonna juhatajaga, et kuulda ekspertide visioone, arvamusi ja seisukohti. Andmekogumise meetodina korraldati ettevõttesisene küsitlus operatiiv-, impordi-, ekspordi- ja müügiosakonna spetsialistide seas, eesmärgiga kaardistada töötajate hoiakuid ja ettepanekuid. Kolmandas peatükis toob autor välja analüüsi tulemused ja järeldused. Lisaks annab autor omapoolse hinnangu ja soovitused leitud optimaalsetele võimalustele.

Lõputöö tulemusena selgitati välja, et MSC on võimeline vähendama süsinikdioksiidi ökoloogilist jalajälge aastaks 2050. Lõputöö aitas autoril saada ülevaate merendussektori heitkoguste tõsidusest, IMO ja EL seadusaktidest meretranspordile ning MSC tegevuskavast ja selgitada välja MSC kõige efektiivsemad võimalused süsinikdioksiidi emissiooni vähendamiseks. Autor saab kasutada analüüsitud tulemusi ja järeldusi oma firmas, milleks on MSC Eesti AS.

Märksõnad: MSC Eesti AS, süsinikdioksiid, keskkond, vähendamisvõimalused, IMO nõuded, EL määrused, regulatsioonid.

Kasutatud lühendid

AIS	Automaatne identifitseerimissüsteem (<i>Automatic Identification System</i>)
ALS	Õhumulltehnoloogia (<i>Air Lubrication System</i>)
BC	Must süsinik (<i>Black carbon</i>)
BIMCO	Balti ja Rahvusvaheline Merendusnõukogu (<i>The Baltic and International Maritime Council</i>)
CaCO ₃	Kaltsiumkarbonaat (<i>Calcium carbonate</i>)
CH ₄	Metaan (<i>Methane</i>)
CII	Süsinikuintensiivsuse indikaator (<i>Carbon Intensity Indicator</i>)
CO ₂	Süsinikdioksiid (<i>Carbon dioxide</i>)
DW	Laeva täielik kandevõime (<i>Deadweight</i>)
EEDI	Uute laevade energiatõhususe indeks (<i>Energy Efficiency Design Index</i>)
EEOI	Operatiivse energiatõhususe indikaator (<i>Energy Efficiency Operational Indicator</i>)
EEXI	Laevade energiatõhususe näitaja (<i>Energy Efficiency Existing Ship Index</i>)
EMSA	Euroopa Meresõiduohutuse Amet (<i>European Maritime Safety Agency</i>)
HKS	Heitkoguse ühikutega kauplemise süsteem
IMO	Rahvusvaheline Mereorganisatsioon (<i>International Maritime Organization</i>)
IPCC	Valitsustevaheline kliimamuutuste paneel (<i>The Intergovernmental Panel on Climate Change</i>)
LNG	Veeldatud maagaas (<i>Natural gas</i>)
LULUCF	Maakasutus, maakasutuse muutus ja metsandus (<i>Land Use, Land Use Change and Forestry</i>)
MARPOL	Rahvusvaheline Laevade Põhjustatava Merereostuse Vältimise Konventsioon (<i>The International Convention for the Prevention of Pollution from Ship</i>)
MEPC	Merekeskkonna Kaitse Komitee (<i>The Marine Environment Protection Committee</i>)
NO _x	Lämmastikoksiid NO ₂ ja NO ₃ (<i>Nitrogen oxides</i>)
pH	Vesinikeksponent (<i>Potential hydrogen</i>)
PM	Tahked osakesed (<i>Particulate matter</i>)
SEEMP	Laeva energiatõhususe juhtimiskava (<i>A Ship Energy Efficiency Management Plan</i>)

SO _x	Vääveloksiid (<i>Sulphur oxides</i>)
TEU	20-jalase konteineri ekvivalentühik (<i>Twenty-foot equivalent unit</i>)
ÜRO	Ühinenud Rahvaste Organistasioon

Sissejuhatus

Merendussektoris veetakse suure osa kaupadest konteinerilaevades, mistõttu on ka kaubanduse nõudluse ning sadamate arengu kasvades suurenenud konteinerilaevade arvukus ja suurus. Sellest tulenevalt on saanud aktuaalseks teema, kuidas minimaliseerida heitkoguseid meretranspordilt, et viia atmosfääri paisatud süsinikdioksiidi hulk tasakaalu samaväärse süsinikdioksiidi eemaldamisega. Eesmärk on ennetada õhusaastet laevadelt ja vähendada seeläbi kliimaprobleemide mõju, milleks on globaalne soojenemine ning merevee vesinikeksponeendi (pH) taseme langus.

Rahvusvahelise Mereorganisatsiooni (IMO) Merekeskkonna Kaitse Komitee (MEPC) on vastu võtnud ülemaailmsed kohustuslikud meetmed süsinikdioksiidi emissiooni vähendamiseks. IMO püstitatud strateegia kohaselt peaks rahvusvahelises laevanduses langema süsinikdioksiidi emissioon 70% aastaks 2050 võrreldes 2008. aastaga.

Sõltuvalt laevade suuruseklassist kontrollitakse uute laevade energiatõhususe indeksit (EEDI), mille kohaselt peavad konteinerilaevad vastama minimaalsetele kohustuslikele energiatõhususe tasemetele ja nõutele. Laevade kiiruse ja energiatõhususe parendamiseks ning optimeerimiseks on loodud energiatõhususe juhtimiskava (SEEMP). Alates 1. jaanuarist 2019 on olnud kõigil laevaomanikel kohustuslik esitada kütusetarbimise andmed IMO loodud kogumise andmesüsteemi (*IMO Ship Fuel Oil Consumption Database*). (Initial IMO GHG Strategy, n.d.) Lisaks peab laevaomanik arvestama Euroopa Liidu (EL) õigusaktide nõuetega. Euroopa Liidu komisjoni loodud 3-astmelise kasvuhoonegaaside strateegia esimese etapi kohaselt peavad kõik enam kui 5000 kogumahutavusega (GT) laevaomanikud täitma laevade kütusekulul põhineva süsinikdioksiidi heitkoguste seire- ja aruandluskohustusi. (Heitkogustega Kauplemine, 2021)

Rahvusvaheline laevandusfirma MSC Eesti AS on võtnud sihiks vähendada süsinikdioksiidi emissiooni oma konteinerilaevadelt aastaks 2050, kasutades selleks erinevaid tõhusaid võimalusi ja strateegiaid, mis aitaksid liikuda süsinikneutraalsuse poole. Lõputöö autori eesmärk on uurida ja selgitada välja, millised on MSC kõige optimaalsemad ja efektiivsemad võimalused konteinerilaevadelt süsinikdioksiidi emissiooni vähendamiseks.

Hüpotees on, et MSC Eesti AS on võimeline vähendama süsinikdioksiidi ökoloogilist jalajälge nõutaval määral aastaks 2050. Eesmärgi saavutamiseks on püstitatud järgnevad uurimisülesanded:

- analüüsida, milliseid alternatiivseid kütuseid, määrideid, laevaehitusosi, tehnoloogiaid ja moderniseermisvõimalusi kasutatakse;
- uurida, kuidas on laevakiirus ja võimsus seotud õhku eralduva süsinikdioksiidi hulgaga, kuidas on sellega seotud energiatõhususe indeks (EEDI);
- võrrelda erinevaid meetmeid ja nende efektiivsust süsinikuneutraalsuse saavutamiseks;
- anda hinnang laevandusfirma MSC Eesti AS strateegiatele ja võimalustele.

Käesolevas lõputöös välja toodud probleemide uurimiseks ja selgitamiseks püstitati järgmised uurimisküsimused:

- Missuguseid kliimamuutusi põhjustab süsinikdioksiid?
- Milline on konteinerilaevade ökoloogiline jalajälg?
- Mida võtab laevandusfirma MSC ette süsiniku ökoloogilise jalajälje vähendamiseks?
- Milliseid meetmeid rakendatakse ja tahetakse kasutusele võtta seoses konteinerilaevadega?

Efektiivsete võimaluste välja selgitamiseks viib lõputöö autor läbi ekspertintervjuud Genfi MSC *Sustainability* spetsialistiga ja MSC Eesti AS operatiivosakonna juhatajaga ning teostab ettevõttesisese küsitluse firmas MSC Eesti AS operatiiv-, müügi-, impordi- ja ekspordiosakonnaga. Lisaks uurib autor laevandusfirma dokumente, presentatsioone ja tööfaile, mis annavad informatsiooni konteinerilaevadele kehtestatud nõuetest ja tingimustest.

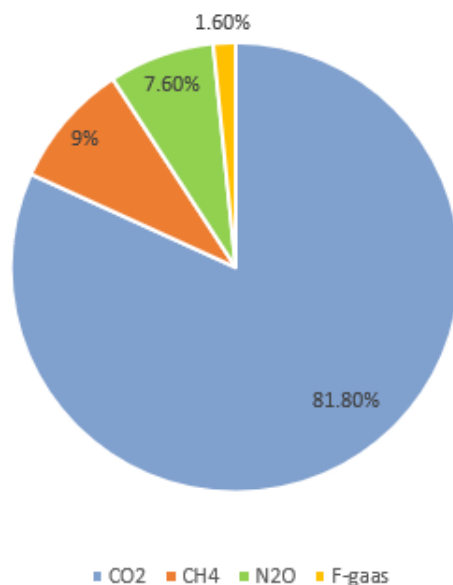
Töö koosneb kolmest peatükist. Esimene peatükk sisaldab teoreetilist osa, mis omakorda jaguneb kolmeks alapeatükiks. Alapeatükkides mõtestatakse ja selgitatakse lahti kliimaprobleemid, mis tulenevad meretranspordilt, ning kirjeldatakse Euroopa Liidu määruseid ja IMO kehtestatud seadusandluse nõudeid. Teises peatükis käsitletakse lähemalt laevandusfirma MSC Eesti AS tegevust, laevastikku, strateegiaid ja konteinerilaevade olukorda. Samuti tuuakse välja, kuidas firma valmistub ette ja mida teeb, et süsinikuneutraalsuse saavutamine oleks aastaks 2050 tagatud. Kolmandas peatükis toob autor järeldused läbi viidud intervjuudest ja küsitlusest, võttes kokku heitkoguste vähendamise eesmärgid, põhimõtted ja strateegiad ning annab omapoolse analüüsi ja hinnangu leitud optimaalsetele võimalustele.

1 Süsinikdioksiidi emissioon

Inimtegevuse tõttu on suurenenud kasvuhooonegaaside kontsentratsioon atmosfääris, millest üks peamisi kasvuhooonegaase on süsinikdioksiid (CO_2), mida leidub atmosfääris nii loodusliku osana kui ka inimtegevuse tagajärje tulemusena. Tegu on värvitu ja lõhnatu gaasiga, mida eelkõige eraldub atmosfääri fossiilsete kütuste (kivisüsi, nafta, gaas) põletamisel, tekitades kasvuhoooneefekti, neelates päikesekiirgust ja olles üks suurimaid emissiooni allikaid. (Euroopa Kontrollikoda, 2014). Võrreldes metaaniga, mis püsib teadlaste andmete kohaselt atmosfääris ligikaudu 10 aastat, võib CO_2 kümneid või kuni sadu kordi kauem püsida – kuni 10 000 aastat –, mistõttu on CO_2 emissiooni hulga vähendamine eriti olulise tähelepanu all. (Laast, 2021)

Kasvuhooonegaaside heite globaalse soojendamise potentsiaal arvutatakse ja esitatakse tavaliselt süsinikdioksiidi ekvivalendina (CO_2e). Ekvivalent on universaalne kasvuhooonegaaside mõõtühik, mis võimaldab süsinikdioksiidi kogumõju väljendada ühe arvuna. (Laast, 2021)

Võttes vaatluse alla Eesti kasvuhooonegaaside koguheidete andmed Keskkonnaministeriumi kodulehelt selgub, et Eesti kasvuhooonegaaside koguheide oli 2021. aastal ligikaudu 15,6 miljonit tonni CO_2e koos maakasutuse ja metsanduse (LULUCF) sektoriga, millest suurem osa kasvuhooonegaaside heitkogusest on olnud seotud energeetika- ja transpordisektoriga. Joonis 1 on välja toodud peamiseks kasvuhooonegaasiks CO_2 , mis 2021. aastal moodustas kogu Eesti kasvuhooonegaaside heitkogustest 81,8% (10,4 miljonit tonni CO_2e). Sellele järgnesid metaan (CH_4) 9,0% (1,1 miljonit tonni CO_2e), diämmastikoksiid (N_2O) 7,6% (0,9 miljonit tonni CO_2e) ilma LULUCF sektorita ja f-gaasid 1,6%. F-gaaside alla kuuluvad fluoritud ehk inimeste poolt tekitatud kemikaalid kasvuhooonegaasid. (Kasvuhooonegaasid Eestis, 2023)



Joonis 1. Eesti kasvuhooonegaaside osakaal (%) 2021. aastal

Allikas: Keskkonnaministeerium, 2023

Kuigi emissiooni hulga määr on viimastel aastatel olnud langustrendis ning riigid ja sektorid liiguvad rohelisema tuleviku suunas võttes kasutusele erinevaid kohustuslikke meetmeid ja määruseid, on siiski tähelepanu all kasvuhooonegaaside, eriti CO₂ emissiooni vähendamine.

1.1 Mõju keskkonnale

Umbes 90% maailma kaubandusest liigub meritsi, mistõttu on laevandusel suur roll kaubanduses. Merevedu võimaldab transportida suuri kaubamahte hoides võrreldes teiste transpordiliikidega rohkem kulusid kokku. (Merendus, 2021)

Euroopa Parlamendi ja nõukogu määruse (EL) 2015/757 (2015) kohaselt kasvas rahvusvahelise laevanduse CO₂ heitkogus ajavahemikus 1990. aastast kuni 2007. aastani 48% ning 2015. aastal moodustas laevandussektori heide 13% kõigist EL transpordisektori kasvuhooonegaaside heitkogustest. Meretransport põhjustab kliimamuutusi ning mõjutab mere bioloogilist mitmekesisust, mürasaastet, merevee pH taseme langust, happelise merevee teket ja õhukvaliteedi halvenemist, põhjustades CO₂ ja muude gaaside – metaani (CH₄), lämmastikoksiidide (NO_x), vääveloksiidide (SO_x), tahkete osakeste (PM) ja musta süsiniku (BC) heidet. Peamised laevastikult tulenevad keskkonnamõjud on järgnevad.

- **Globaalne soojenemine**

Kütuste põletamise tagajärjel eraldub transpordivahenditelt õhku CO₂, N₂O ja CH₄ heitgaase, mis soodustavad globaalset soojenemist. Õhku eralduva emissiooni hulk sõltub eelkõige transpordinõudlusest, transpordivahendi korrasolekust (moderniseeritud osadest), liikumisviisist ja kiirusest, kaubaveo liigist, sõidukite energiatarbest ning kasutatavatest kütuseallikatest. Kliima soojenemisega kaasneb äärmuslike ilmastikuolude sagenemine, temperatuuride kõikumised ja üleujutusriskide suurenemine. Ebasoodsad mõjud avalduvad keskkonnale, loodusressurssidele ja organismide tervisele. CO₂ koguheide viitab kogu transpordisüsteemi energiatõhususele, fossiilkütustest sõltuvusele ning teiste välisõhu saasteainete heitkogustele. (SEI Tallinn, 2021)

- **Õhusaaste**

Meretranspordilt tulenev süsinikdioksiidi emissioon tekitab õhusaastet, mille tagajärjeks on õhukvaliteedi halvenemine, saasteainete sisalduse suurenemine õhus, ookeanivee hapenemine ja soojenemine, mis omakorda suurendab tormide tekke sagenemist, intensiivsust ning kõikumisi ökosüsteemi tasakaalus. Temperatuuride ja õhuniiskuse tõus võib tekitada sudu teket, millel on kahjulik mõju inimeste ja loomade hingamisteedele. Üks peamisi õhusaaste tekitajaid on fossiilkütuste põletamine. (Eesti Mereinstituut, 2020)

- **Merevee pH taseme langus**

Ookeani hapestumine viitab merevee pH ehk vesinikiooni aktiivsuse langusele pikema aja jooksul, mis on põhjustatud suureneva atmosfäärse CO₂ hulga neeldumisest merevees. Ookean neelab umbes 30% atmosfääri eralduvast süsinikdioksiidist, mille käigus toimub erinevaid keemilisi reaktsioone, mille tulemuseks on vesinikioonide kontsentratsiooni suurenemine. Vesinikioonide kontsentratsiooni tõus põhjustab merevee hapenemist ja karbonaatioonide hulga vähenemist, mis põhjustavad pH taseme langust, muutusi valgala piirkonnas, eutrofeerumist ehk veekogude rikastumist toitainetega ja vee segunemist. Globaalsete uuringute kohaselt omab merevee hapestumine negatiivset mõju kalade ja karpide arvukusele, häirides nende kudemisperioode ja maimude varajasi arengustaadiumeid. Mõju on ka lubiskeletsetele organismidele, näiteks korallidele ja karpidele, kelle kaltsiumkarbonaati (CaCO₃) sisaldav koda on happega reageerimisel lahustuv. (Eesti Mereinstituut, 2020)

- **Bioloogilise mitmekesisuse häirimine**

Kliima muutumine toob esile temperatuuride kõikumisi, üleujutuste teket, äärmuslike ilmastikuolunähtusi (sagenevaid torme, tugevaid vihmajärskeid) ja õhusaaste suurenemist, mis avaldavad mõju kogu looduskeskkonnale ja bioloogilisele mitmekesisusele. Tihe meretranspordi liiklussagedus ja fossiilsete kütuste kasutamine mõjutavad vee kvaliteeti ning vee-elustikku. Näiteks merevee temperatuuri tõusu tõttu oleksid osa kalaliike ja veeorganisme sunnitud rändama külmematesse veepiirkondadesse, et tagada oma populatsiooni ellu jäämine, mis omakorda tähendaks, et organismid peavad oma eelistatud toitumis- ja elupaikadest eemale hoidma ning kohanema uute elutingimustega. Mittekohanemise korral võivad teatud liigid välja surra, mis võib tekitada veeorganismide söögiahelas probleeme. (SEI Tallinn, 2021)

- **Veealune müra**

Üks põhilisi veealuse mürasaaste tekitajaid on laevakered ja masinad (eriti konteinerilaevade, reisilaevade ja tankerite omad), seal hulgas laevamootorid, mille müra ajab veeorganismid ja kalad paanikasse, pannes nad ettearvamatult käituma ning suurendades veeorganismide ohtu sõukruvide või laevakerede külge jäämist. Mikroorganismide, vetikate, veetaimede ja -loomade kogunemine laevakere või sõukruvi külge mõjutab laevakiiruse vähenemist ja sujuvat liikumist, mille tagajärjeks on ebahühtlane laeva võimsuse, kiiruse ja kütuse kasutamine. (SEI Tallinn, 2021)

1.1.1 Laevadelt tuleneva heitkoguse suurenemise põhjused

Laevandus moodustab umbes 3% maailma heitkogustest, olles transpordisektoris esikohal. Rahvusvahelise Simpson Spence & Young (SSY) agenteerimis- ja laevandusettevõtte (2022) andmetel kasvas globaalse laevanduse süsinikdioksiidi heitkogus 833 miljoni tonnini, mis on võrreldes 2020 aasta 794 miljoni tonni kogusega 4,9% rohkem, ületades sellega ka 2019. aastal mõõdetud 800 miljoni tonnist emissiooni hulka.

Heitehinnangud põhinevad automaatse identifitseerimissüsteemi (AIS) andmete põhjal ning kehtivad laevade kohta, mille täielik kandevõime (DWT) on 100 või enam. Antud aastaid võrreldes on CO₂ hulk suurenenud hoolimata kehtestatud regulatsioonidest ja emissiooni vähendamise eesmärkidest. Kõige rohkem mõõdeti heitgaaside hulga eraldumist gaasitankeritelt, konteinerilaevadelt ja puistlastilaevadelt. Peamisteks põhjusteks olid laevade pikenenud transiitajad, suuremate ja ebahühtlaste sõidukiiruste kasutamine ning sadamate ülekoormatus.

Tankerlaevastiku CO₂ emissiooni suurenemine oli eelkõige seotud ülemaailmse naftanõudluse taastumisega, mis toimus 2022. aasta lõpuks. (Bockmann, 2022)

Peamised põhjused, miks konteinerilaevadelt tulenev CO₂ heide on jätkuvalt kõrge:

- fossiilkütuste jätkuv kasutus;
- ebahühtlane laevakiiruse kasutamine;
- laevade sage kiirendamine ning sealt tuleneva kütusekulu suurenemine ning punkerdamise vajadus;
- laevamootori pidev töötamine kai ääres;
- transiitaegade pikenemine sanktsioonide ja sadamate ülekoormatuse tõttu;
- sadama- ja terminalitöö tegevuse madal efektiivsus, mittetõhusus;
- vana laevastiku ja masinaosade aeglane välja vahetus jätkusuutlikumate laevade ja osade vastu;
- vetikate, mikro- ja veeorganismide laevakere ja sõukruvi külge peale kasvamine takistades laeva ühtlast ja sujuvat liikumist;
- laevakere mittesagedane puhastamine vetikatest.

1.1.2 Süsinikuneutraalsuse mõiste

Süsinikuneutraalsus on tasakaal CO₂ emissiooni ja atmosfäärist süsinikdioksiidi talletajatesse seotud süsiniku vahel. Põhilised süsiniku talletajad ehk sidujad on metsad, ookeanid ja mullad, mis seovad rohkem süsinikdioksiidi kui eraldada suudavad. Selleks, et saavutada netonullheide peavad kõik kasuvhoonegaaside heited olema tasakaalus süsiniku sidumisega. Tänapäeval ei leidu tõhusat tehislikku CO₂ sidujat, mis eemaldaks atmosfäärist vajalikus koguses süsinikku, seetõttu peavad kõik sektorid ja ettevõtted tegelema oma absoluutheite vähendamisega kogu tarneahela ulatuses, takistamaks kliimaprobleemide süvenemist ja saavutamaks süsinikuneutraalsust. (Mis on süsiniku..., 2021)

Üks võimalus saavutamaks süsinikuneutraalsus kiiremini on kompenseerida teatud valdkonnas tekkivaid heitkoguseid, vähendades samal ajal muu sektori emissioone läbi investeerimise

energiatõhususse, taastuvenergiasse või väiksema CO₂-heitega tehnoloogiatesse. Näiteks on üks levinumad kompenseerimise süsteeme Euroopa Liidu kasvuhoonegaaside lubatud heitkoguse ühikutega kauplemise süsteem (HKS), mis hõlmab ligikaudu 11 000 EL tööstusettevõtet ja energiatootjat. (Mis on süsiniku..., 2021)

Läbi kauplemise süsteemi määratakse CO₂ hind ning piiratakse lubatud heitkoguste üldist taset, kehtestades süsinikdioksiidile kõrgem hind ning piirates lubatud heitkoguse määra, pannes heidetele piirangud. Süsteemis olevad osalejad saavad ka lubatud heitkoguse ühikuid (EUAsid) müüa ning osta vastavalt vajadusele ja soovile. Koostöös erinevate ministriumitega on kauplemise süsteemis kaardistatud erinevad meetmed, mis aitavad saavutada pikaajalisi kliimaeesmärke ning vähendada CO₂ emissiooni. (Heitkogustega Kauplemine, 2021)

1.2 Rahvusvaheline Mereorganisatsioon (IMO) ja Pariisi kokkulepe

Rahvusvaheline Mereorganisatsioon (IMO) on 1948. aastal loodud Ühinenud Rahvaste Organisatsiooni (ÜRO) allorganisatsioon, mis reguleerib ülemaailmset laevandust tehes koostööd teiste merendusvaldkonna esindajate ja valitsusega. Eesmärgiks on arendada ühtset rahvusvahelist laevandussektori reglementi ning edendada meresõidu ohutust, turvalisust ja keskkonnakaitset, sh maandada laevadelt tulenevat mere- ja õhusaastet. (Brief History of IMO, n.d.)

IMO alla kuuluv Merekeskkonna Kaitse Komitee (MEPC) võttis 2019. aasta mais vastu liikmesriikide määruse MEPC.323(74) (2019), julgustamaks liikmesriike tegema vabatahtlikku koostööd sadama- ja laevandussektori vahel, aitamaks kaasa laevade kasvuhoonegaaside emissiooni vähendamisele. Määrus hõlmab regulatiivseid, tehnilisi, operatiivseid ja majanduslikke meetmeid – alternatiivsete madala süsinikusisaldustega kütuste kasutamist, süsinikuvabade kütuste tootmist, kütuste ohutut ja tõhusat punkerdamist, säästva ja vähese CO₂ emissiooniga laevanduse edendamist, seadmete ja stiimulite parendamist, sadamaala töö optimeerimist ning laevade õigeaegse saabumise tagamist. Tähelepanu all on laevadelt tuleneva heitkoguse vähendamine läbi EEXI arvutamise, süsinikuintensiivsuse indikaatori (CII) rakendamise ja laeva CII klassifikatsiooni määramise.

IMO kehtestatud süsinikustrateegia on kooskõlas Pariisi kokkuleppega ning sealsete temperatuuri vähendamiste eesmärkidega. Pariisi kokkulepe on esimene õiguslikult siduv ülemaailmne kliimamuutuseid käsitlev leping, mis allkirjastati 22. aprillil 2016. Leping jõustus 4. novembril 2016. aastal tingimusega, et selle peavad ratifitseerima vähemalt 55 riiki, kelle arvele langeb

vähemalt 55% ülemaailmsest kasvuhoonegaaside koguheitest. Tänapäevaks on Pariisi kokkuleppega liitunud 193 riiki ja kogu EL. Pariisi kokkulepe kujutab endast tegevuskava, mille eesmärk on piirata globaalset soojenemist läbi kliimamuutuste vastu suunatud tegevuste ja vastu võetavate meetmete, liikudes nullheitemaailma suunas. (Pariisi kliimakokkulepe, 2023; Pariisi kokkulepe – ÜRO..., n.d.) Tegevuskavas on järgmised põhipunktid välja toodud.

Eesmärgid

Ülemaailmset keskmist temperatuuritõusu tuleb hoida alla 2 °C võrreldes tööstusrevolutsioonieelse tasemega, püüdes piirata temperatuuri tõusu 1,5 °C-ga. Iga viie aasta tagant tuleb riikidel esitada oma tegevuskavad, kus on kirjas uued energiatõhususe eesmärgid, mida riigid soovivad saavutada. (Pariisi kliimakokkulepe, 2023; Pariisi kokkulepe – ÜRO..., n.d.)

Panused

Kliimamuutused on ülemaailmne probleem, mille lahendamiseks on vaja kõikide riikide koostööd ja panustamist. Selleks esitasid riigiliidrid enne Pariisi konverentsi ning selle toimimise ajal terviklikud riiklikud kliimaalased tegevuskavad, kus on riikidel kindlaks määratud panused heitkoguste vähendamiseks. (Pariisi kliimakokkulepe, 2023; Pariisi kokkulepe – ÜRO..., n.d.)

Läbipaistvus

Riigid teavitavad teineteist oma tegevuste elluviimisel saavutatud edusammudest, takistustest ja problemaatilistest kohtadest, pidades läbipaistvust, ausust ja järelevalvet oma kehtestatud eesmärkidest. (Pariisi kliimakokkulepe, 2023; Pariisi kokkulepe – ÜRO..., n.d.)

Solidaarsus

Selleks, et suureneks vastupanuvõime kliimamuutuste vastu, pakuvad osa arenenud riike ja EL liikmesriike rahastamist arengumaadele ja riikidele, kes on eriti haavatavad kliimamuutuste ebasoodsa mõju suhtes, näiteks väikesaartel asuvad riigid. Eesmärgiks on aidata vähendada antud riikide heitkoguseid, võttes arvesse riigi juhitavaid strateegiaid ning arenguriikide osalisi vajadusi ja prioriteete. Silmas tuleb pidada vajadust riiklike ja toetuspõhiste vahendite järele, mis toetavad ja aitavad kohaneda abivajavaid riike kliimamuutuste mõjudega. (Pariisi kliimakokkulepe, 2023; Pariisi kokkulepe – ÜRO..., n.d.)

1.2.1 Nõuded ja regulatsioonid süsinikdioksiidi heitkoguste vähendamiseks

IMO on ainus organisatsioon, mis on vastu võtnud energiatõhususe meetmed, mis on õiguslikult kehtivad kõikides riikides ja tööstusharudes. Lavaomanikud, kelle laevade kogumahutavus on 5000 ja enam, peavad koguma kütusetarbimise andmeid ning sisestama antud andmed koos laeva volikirjadega IMO loodud kogumise andmesüsteemi (*IMO Ship Fuel Oil Consumption Database*), mis tehti kohustuslikuks alates 2016. aastast. Igale laevatüübile on kehtestatud lähtetasemed kütusekoguse põletamise kohta ning tulevikus ehitatud laevad peavad järgima kindlaksmääratud kütusetarbimise baastaset, mis aja jooksul muutub järjest karmimaks. Nõuded karmistuvad kolmel aastal: 2015, 2020 ja 2025. (*CO₂ Emission Performance...*, 2016)

MEPC 74 istungjärgul, mis toimus 2019. aasta mais, kinnitati heaks MARPOL (Rahvusvaheline Laevade Põhjustatava Merereostuse Vältimise Konventsioon) VI lisa muudatuste vastu võtmine, et tugevdada energiatõhususe indeksi EEDI 3. faasi nõudeid kõige suurematele ja energiamahukamatele laevadele: segalastilaevad, tankerid, puistlastilaevad, veeldatud maagaasi (LNG) tankerid, konteinerilaevad, külmutuslaevad, kombineeritud ja üldlastilaevad. Muudatuste eelnõuga lükati 3. etapi jõustumise kuupäev 2022. aastaks, mille raames sätesati, et alates aastast 2025 peavad kõik uued laevad olema vähemalt 30% energiatõhusamad kui 2014. aastal ehitatud laevad. EEDI arvutatakse laevade kohta, mille GT on alates 400. Arvutamisel võetakse arvesse laeva koguheidet, kiirus ja mahutavus. Vastavalt konteinerilaeva suurusele on EEDI vähendamise määr alates 2022 aastast seatud järgnevalt (vt Tabel 1). (*Supporting Implementation of...*, 2022)

Tabel 1. EEDI vähendamise määr (%) vastavalt konteinerilaeva klassile

Konteinerilaeva klass	Laeva kandevõime	EEDI vähendamise määr (%)
Large Capesize	200 000 või enam	50
Capesize	120 000 – 200 000	45
Post-Panamax	80 000 – 120 000	40
Handymax/Panamax	40 000 – 80 000	35
Handysize	15 000 – 40 000	30

Allikas: Autori koostatud

Laev on seda energiatõhusam, mida väiksem on EEDI indeks ja meretranspordilt tulenev süsinikdioksiidi emissiooni hulk. Energiatõhususe eeskirjade kohaselt on nõutud kõigile üle 400 GT suurusega laevadele, et pardal oleks laeva energiatõhususe juhtimiskava (SEEMP), mis võeti kasutusele 2011. aasta juulis pärast MEPC 62 istungit MARPOL Lisa VI raames. SEEMP kujutab endast viise, kuidas optimaalselt ja võimalikult väikeste kuludega laeva käidelda ning rakendada operatiivse energiatõhususe mõõdikut (EEOI). (International Energy Efficiency..., n.d.)

EEOI on indikaator, mida määratakse laevandusettevõtetele SEEMP kaudu, et jälgida laevade energiatõhusust ja kütusetarbimise efektiivsust marsruudi ajal. Indikaator aitab laevaomanikel leida lahendusi, kuidas marsruudi ajal säästa laevade kütusekulusid ning vähendada CO₂ emissiooni. SEEMP hõlmab parendatud laevagraafikuid, laeva veealuste osade ja sõukruvi puhastamise sageduste tõstmist ja märkimist ning tehniliste abimeetmete kasutuselevõttu, nagu näiteks uue sõukruvi paigaldamist või heitsoojuse taaskasutussüsteemide kasutuselevõttu energiatõhususe eeskirjade kohaselt. (What Is EEOI..., n.d.)

Alates 1. jaanuarist 2023 on kõikidel laevadel kohustuslik välja arvutada energiatõhususe näitaja (EEXI), mille arvutus sõltub laeva kiirusest, mootori- ja laevavõimsusest ning laevadel, mille kogumahutavus on üle 5000, peab olema kehtestatud iga-aastane süsinikuintensiivsuse näitaja (CII), mis põhineb kütusekulul ja CO₂ heitkogusel läbitud meremiili kohta. MARPOL VI lisa 4. peatükis sätestatud rahvusvahelise laevanduse süsinikuintensiivsuse eeskirjad kehtivad kõikidele laevadele kogumahutavusega 400 ja rohkem. Sellest olenemata ei kohaldata 4. peatüki sätteid laevade suhtes, mis sooritavad reise üksnes vetes, mis kuuluvad selle riigi suveräänsete õiguste või jurisdiktsiooni alla, mille lipu all on laeval õigus sõita. (Cutting GHG Emissions..., 2021)

Süsinikuintensiivsuse näitaja põhjal antakse laevadele 12 kuu möödudes CII seisundi hinnang – A, B, C, D või E, millest A on kõige väiksema CO₂ jalajäljega. See tähendab, et esimene aastaaruanne valmib 2023. aasta lõpus ning esimene laevahinnang antakse 2024. aastal. D või E kategooria laevadele on kohustuslik aga rakendada lisameetmeid, vaadates üle laeva tegevuskava ja SEEMP juhtimiskava. SEEMP juhtimiskavas tuuakse välja parenduse ettepanekud, laeva tehniline hinnang ja CII prognoos kolmeks järgenvaks aastaks, selleks, et laev vastaks 2030. aastaks kehtestatud nõuetele. (Cutting GHG Emissions..., 2021)

D ja E kategooriasse kuuluvad laevad, mis omavad kõige suuremat kütusekulu ja CO₂ emissiooni jalajälge. Kui laeval on kolmel järjestikusel aastal D või E kategooria, siis on laevaomanik sunnitud esitama parendusmeetmete kava, näitamaks, kuidas saavutada laevale kõrgem

energiatõhusus ja hinnang. Selleks, et laev vastaks energiatõhususe miinimumstandardile, tuleb võrrelda välja arvutatud EEXI energiatõhusust laevatüübi lähtetasemega, kus saavutatud EEXI väärtus peab olema nõutavast EEXI tasemest madalam. Laeva saavutatud EEXI energiatõhusust tuleb võrrelda EEDI indeksi protsendiga baasjoone suhtes, mis on omakorda välja arvutatud vastavalt laevatüübi ja suurskategorია väärtusele. (Cutting GHG Emissions..., 2021)

MEPC 76 istungi kohaselt vaadeldakse laevanduse CO₂ emissiooni vähendamist läbi alternatiivsete kütuste kasutuselevõtu kui pikaajalist lisameedet, mille edendamiseks peaksid valitsused eesotsas Euroopa Liiduga rakendama seadusi, mis nõuavad laevandussektorilt emissiooni vähendamist, kas läbi volituste või süsinikumaksude kaudu. Tungivalult soovituslik on kasutada madala süsinikusisaldusega kütuseid ehk alternatiivseid kütuseid, mis on mõeldud asendamaks fossiilkütuseid, kuna üks tonn naftakütust eraldab ligi 3,15 tonni CO₂. (MSC Latest IMO Regulation, n.d.)

Alternatiivsed laevanduskütused on näiteks vedel maagaas, ammoniaak, biokütused, vesinik, metanool, etanool ja puhtad energiaallikad. Puhaste energiaallikate alla kuuluvad tuule-, päikese- ja hüdroenergia, mis esinevad looduslikult ning ei ole saastavad. Taastuvallikate miinuseks on asjaolu, et energiaallikad sõltuvad looduslikest faktoritest, näiteks tuulekiirusest ja suunast, päikesekiirguse intensiivsusest ning veetasemest. Samuti tuleb arvestada, et taastuvate energiaallikate kasutuselevõtuga tuleb laevu modifitseerida või ümberehitada ning panna rõhku vastavate tehnoloogiate arengule, mis omakorda nõuavad investeringuid.

Biokütuste ehk biodiisli alla kuuluvad taastuvad kütused, mis on valmistatud taimeõlidest või rasvadest, näiteks rapsiõlist või loomsetest rasvadest. Erinevate kütusevalikute puhul tuleb arvesse võtta kütuste hinda, ohutust, kättesaadavust, laevadelt eralduvat emissiooni, tootmist, takistusi ja tarneahela piiranguid.

Vastavalt laevatüübile ja suurusele on kehtestatud absoluutkiirused ning piirangud, mida iga laevakapten ja laevaomanik peab järgima. Mida kiiremini ja ebaühtlasema kiirusega laev sõidab, seda rohkem süsinikdioksiidi eraldub õhku. Laevakiirust saab piirata laevamootori võimsuse vähendamisega. Kui mootori võimsus väheneb ligikaudu 27%, siis laevakiirus väheneb umbes 10%. (GL Reynolds, 2019)

Keskmiselt on konteinerilaevade kiirus 16–24 sõlme, puistlastilaevadel 13–15 sõlme ning tankeritel 13–17 sõlme (Agarwal, 2019). Faber et al. (2017) uuringus hinnati, kui palju väheneks

ligikaudu CO₂ emissiooni protsent vastavalt laevatüübile, kui laeva kiirust vähendatakse vastavalt 10%, 20% ja 30% võrra ajavahemikus 2018-2030 (vt Tabel 2).

Tabel 2. CO₂ emissiooni protsent (%) sõltuvalt laevatüübi kiirusest

	CO ₂ emissiooni vähenemise protsent vähendades laevakiirust 10%	CO ₂ emissiooni vähenemise protsent vähendades laevakiirust 20%	CO ₂ emissiooni vähenemise protsent vähendades laevakiirust 30%
Konteinerilaevad	13%	23%	32%
Puistlastilaevad	15%	28%	38%
Tankerid	10%	18%	24%
Laevastiku kaalutu keskmine	13%	24%	33%

Allikas: Faber et al., 2017

Kuigi heitkoguse vähenemise määr sõltub laevatüübist ja rakendatavast laevakiirusest, näitab tabel, et kui kõik laevad vähendaksid oma keskmist kiirust 10%, 20% ja 30% võrra, väheneks CO₂ heitkoguse lähtetase vastavalt 13%, 24% ja 33%, mis omakorda aitaks vähendada laevakütuse punkerdamise vajadust ning alandada merendussektori heitgaaside üldkogust (GL Reynolds, 2019).

1.2.2 Esialgne süsinikuneutraalsuse strateegia aastaks 2050

Merekeskkonna Kaitse Komitee poolt vastu võetud esialgne IMO kasvuhoonegaaside strateegia näeb ette rahvusvahelise laevanduse süsinikusisalduse vähendamist, püüdes vähendada 2030. aastaks CO₂ emissiooni hulka ühe meretransporditöö kohta vähemalt 40% ning 2050. aastaks 70% võrreldes 2008. aastaga. Seatud strateegia kujutab endast raamistikku liikmesriikidele ja on kooskõlas Pariisi kokkuleppega ning sealsete temperatuuri- ja kliimaprobleemide lahendamiste eesmärkidega. (Initial IMO GHG Strategy, n.d.)

Strateegias on sätestatud alates 2023. aastast rahvusvahelise laevanduse tulevikuvision, kasvuhoonegaaside heitkoguste vähendamise eesmärgid ja juhtpõhimõtted ning lühi-, kesk- ja

pikaajalised lisameetmed koos ajakavade, strateegiate ja nende võimalike mõjudega riikidele. Lühiajaliste lisameetmete eesmärk on vähendada CO₂ sisaldust läbi tehniliste ning operatiivsete viiside (EEXI, EEDI) 2023. aastaks. Keskajaliste meetmete periood, mis hõlmab CO₂ vähendamist transporditöö kohta 40%, on seatud aastateks 2023-2030 ning pikaajaliste meetmete ajakava, mis on kooskõlas Pariisi kokkuleppe temperatuurieesmärkidega, sisaldab CO₂ vähendamist 70% ajavahemikus 2030–2050. Oma osa strateegia uuendusele annab IMO loodud ja käivitatud kütusetarbimise andmesüseem, mis käivitati 1. jaanuaril 2019. (Initial IMO GHG Strategy, n.d.)

Esialgse strateegia visioon on, et käesoleva sajandi laevandusest tuleneva süsinikdioksiidi emissiooni hulk väheneb. Ambitsioonitasemete alla on märgitud, et tehnoloogia innovatsiooni ning alternatiivsete kütuste ja/või energiaallikate ülemaailmne kasutuselevõtt aitab kaasa laevandussektori eesmärkide saavutamistele. Meetmete ja eesmärkide püstitamisel tuleb arvesse võtta ajakohaseid heitkoguste hinnangud, rahvusvahelise laevanduse heitkoguste vähendamise võimalused ja Valitsustevahelise Kliimamuutuste Paneeli (IPCC) aruanded. Strateegia ambitsioonitasemed on määratud kolme punkti. (gCaptain, 2018; Initial IMO GHG Strategy, n.d.; Initial IMO GHG Strategy, n.d.)

- Laevadelt tuleneva süsinikdioksiidi intensiivsus väheneb läbi uute laevade EEDI täiendavate etappide rakendamise ja laevade energiatõhususe projekteerimisnõuete tugevdamise kaudu. Igale etapile on määratud EEDI protsent vastavalt laevatuübi suurusele ja nõuetele. (Initial IMO GHG Strategy, n.d.)
- Rahvusvahelise laevanduse süsinikdioksiidi heitehulk väheneb 2030. aastaks vähemalt 40% võrra meretranspordisektoris ning 2050. aastaks 70% võrreldes 2008. aastaga. (Initial IMO GHG Strategy, n.d.)
- Leida järk-järgult uusi võimalusi ja meetmeid rahvusvahelise laevanduse CO₂ emissiooni maandamiseks. Samal ajal tuleb järgida püstitatud tegevuskava ja seatud visiooni, mis on kooskõlas Pariisi kokkuleppe kliimaprobleemide lahendamiste eesmärkidega. (Initial IMO GHG Strategy, n.d.)

Enne kui CO₂ emissiooni vähendamise meetmeid vastu võetakse, tuleks hinnata meetmete mõju igale riigile eraldi. Erilist tähelepanu pööratakse arengumaadele, eelkõige väikesaarte arenguriikidele ja vähem arenenud riikide vajadustele. Meetmete mõju hindamise protseduur on MEPC 74 poolt heaks kiidetud ning arvesse tuleks võtta järgnevaid tähelepanekuid ja hinnanguid: geograafiline kaugus ja ühenduvus põhilistest kaubaturgudest; lastiväärtus ja tüüp; kulutõhusus;

transpordisõltuvus; transpordikulud; toiduainete kättesaadavus ja olemasolu; valmisolek äärmuslikele ilmastikuoludele ja katastroofidele ning sotsiaalmajanduslik edasimine ja areng. Kõik mõjuhinnaangud peavad olema tõendatavad. (gCaptain, 2018; Initial IMO GHG Strategy, n.d.)

1.3 Euroopa Liidu (EL) määrused

EL määrused on siduvad seadusandlikud aktid, mida tuleb kohaldada kogu Euroopa Liidus. Eesmärkide saavutamiseks peavad liikmesriigid järgima kehtestatud EL õigusakte. Euroopa Parlamendi ja nõukogu määruse (EL) 2021/1119 (2021) kohaselt on eesmärk 2030. aastaks vähendada CO₂ heitkoguseid 55% võrra ning muuta EL 2050. aastaks kliimanetraalseks. Määrus muudab Euroopa rohelises kokkuleppes seatud kliimanetraalsuse eesmärgi õiguslikult siduvaks kõikidele liikmesriikidele. Visioon on, et atmosfäärist tuleks eemaldada sama suur hulk CO₂ kui seda eraldub ning peale 2050. aastat rohkem veelgi. Järk-järgult tuleks kaotada nii otsesed kui ka kaudsed toetused fossiilkütustele, kasutades alternatiivseid ja naftavabasad kütuseid. Hetkeseisuga on kliimanetraalsuse eesmärgi oma õigusaktidega kehtestanud viis EL liikmesriiki: Rootsi, Prantsusmaa, Saksamaa, Taani ja Ungari.

Määruse (EL) 2018/1999 (2018) kohaselt peavad liikmesriigid esitama iga kahe aasta tagant aruande, mis hõlmab riikide energia- ja kliimakavasid ning teavet kavade rakendamistest ja edusammudest. Aruanne aitab hinnata EL valmisolekut seoses kliimamuutustega toimetulekuks ning peab sisaldama järgnevat informatsiooni: riiklikud poliitika-suunad ja meetmed, kasvuhoonegaaside inimtekkelistest allikatest pärineva emissiooni ja heite neeldajate sidumise riiklikud prognoosid, kõikide meetmete ajakohased prognoosid, andmete muudatused ning hinnangud kulude ja mõjude kohta, mis kaasnevad riiklike meetmete ning emissiooni piiramisega. Lisaks peavad liikmesriigid esitama komisjonile umbkaudsed inventuuriandmed oma iga-aastaste kasvuhoonegaaside kohta, mis saadakse laevaomanikelt või muudelt isikutelt, kes vastutavad laeva töö eest laevaomaniku ees. Esialgsed inventuuriandmed kasvuhoonegaaside kohta peavad olema esitatud iga aasta 15. jaanuariks ja lõplikud andmed 15. märtsiks. Komisjon mõõdab läbi inventuuride, kuidas on heitgaaside kogus vähenenud ning otsustab andmete põhjal, kas on toimunud edasimine.

1.3.1 EL määruse 2015/757 seire- ja aruandluskohustus

Euroopa Parlamendi ja nõukogu määruse (EL) 2015/757 (2015) kohaselt, mis käsitleb meretranspordist pärit süsinikdioksiidi heitkoguste seiret, aruandlust ja kontrolli, peab laevadele, mille kogumahutavus on üle 5000, kohaldama alates 1. jaanuarist 2018 laevapõhist seiret, aruandlust ja kontrolli seoses laevade kütusekulu, CO₂-heite ja energiatõhususega. See kehtib kõikidele laevadele, mis saavad Euroopa Majanduspiirkonna (EMP) sadamatesse, viibivad parasjagu kai ääres või lahkuvad sadamaalalt. Laevade puhul hinnatakse ja märgitakse järgmisi näitajaid: lähtesadama ja sihtsadama väljumise ning saabumise kuupäev koos kellaaajaga, iga CO₂ heiteallika summaarne tarbitud kogus ja heitekoefitsient, laeva läbitud vahemaa, merel viibitud aeg, veetud lastikogus ning transporditöö maht kokku.

Laeva keskmise energiatõhususe seire näitajate arvutamisel võivad laevaomanikud sisse ka arvestada muid andmeid, kui need on kooskõlas eeskirjade järgmisega. Näiteks lisaandmeid seoses tarbitud laevakütuse ja CO₂ emissiooniga või andmeid, mis käivad mingi konkreetse laeva jääklassi või jääs navigeerimise kohta. Laeva keskmise energiatõhususe seire näitajad arvutatakse nelja kindlaks määratud valemiga. Esimene valem (1) on kütusekulu vahemaa kohta, teine valem (2) arvutab kütusekulu transporditöö kohta, kolmas valem (3) hõlmab CO₂ heitkogust vahemaa kohta ja neljas valem (4) sisaldab CO₂ heitkogust transporditöö kohta. (Euroopa Parlamendi 16. septembril 2020. aastal vastuvõetud muudatusettepanekud ettepanekule võtta vastu Euroopa Parlamendi ja nõukogu määrus, millega muudetakse määrust (EL) 2015/757, et võtta asjakohaselt arvesse laevade kütusekulu käsitlevat üleilmset andmekogumissüsteemi, 2020)

$$\text{Kütusekulu vahemaa kohta} = \frac{\text{summaarne aastane kütusekulu}}{\text{summaarne läbitud vahemaa}} \quad (1)$$

$$\text{Kütusekulu transporditöö kohta} = \frac{\text{summaarne aastane kütusekulu}}{\text{transporditöö summaarne maht}} \quad (2)$$

$$\text{CO}_2 \text{ heitkogus vahemaa kohta} = \frac{\text{summaarne aastane CO}_2 \text{ heitkogus}}{\text{summaarne läbitud vahemaa}} \quad (3)$$

$$CO_2 \text{ heitkogus transporditöö kohta} = \frac{\text{summaarne aastane } CO_2 \text{ heitkogus}}{\text{summaarne transporditöö}} \quad (4)$$

EL määruse 2015/757 (2015) kohaselt peavad eeskirjad põhinema reisi ajal tarbitud kütusest tekkinud CO₂ emissiooni arvutamisel ning sisaldama ajakohast teavet, mis võimaldab täiendavalt analüüsida heitkoguste tekke põhjuseid ja teha kindlaks CO₂ emissiooni vähendamise kulutõhususe. Laevaomanik peab täitma ühe järgnevatest seiremeetoditest pardal: kütusemahuti saatelehtede kasutamise, punkri kütusepaagi kontrollimise, põlemisprotsesside voolumõõturite või heitkoguste otsese mõõtmise. Valitud meetod tuleks üksikasjalikult dokumenteerida laevapõhises seirekavas koos kasutatud tegevusandmetega, heitekoefitsientidega ja võrdlusalustega ning iga liikmesriik peab tagama, et riigi jurisdiktsiooni all olevas sadamas viibiv laev omab kehtivat kontrollitunnistust laeva pardal, mis vastab 2009/16/EÜ direktiivi nõuetele.

Seiretulemuste tõendatud aruanded tuleb esitada alates 2019. aastast Euroopa Komisjonile infosüsteemi THETIS MRV kaudu, mille haldajaks on Euroopa Meresõiduohutuse Amet (EMSA). Heitearuande vastavuse korral väljastab tõendaja kontrolliaruande põhjal laeva tunnistuse, mis tõendab laeva vastavust direktiivi nõuetele ja järgimisele. (Merendus, 2021) Lisaks haldab EMSA Euroopa Liidu laevaliikluse seire- ja teabesüsteemi SafeSeaNet, mille kaudu jälgitakse reaajas EL vetes seilavaid laevu, eelkõige laevu, mis veavad ohtlikku või saastavat lasti. Süsteem parendab laevaliikluse ladusust, hõlbustab sadamalogistikat ning sealseid operatsioone, tehes laevade ja sadamate vahelise teabe vahendamise ning koostöö sujuvamaks (European Maritime Safety Agency, 2018).

1.3.2 EL õigusaktide nõuded meretranspordile

Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv 2009/15/EÜ (2009) kehtestab, et Euroopa Liit peab tagama, et meretranspordi tehnilised kirjeldused on kooskõlas IMO poolt vastu võetud rahvusvaheliste eeskirjadega. Liikmesriigid teevad koostööd rahvusvaheliste organisatsioonidega ja naaberliikmesriikidega, tagamaks, et riigi lipu all seilavad laevad oleksid projekteeritud, ehitatud ja varustatud kooskõlas eeskirjade ning menetlustega, mis on omakorda seotud tunnustatud organisatsiooni nõuetega laevakerede, masinate ning elektri- ja juhtimisseadmete kohta. Näiteks peavad laevaehitajad tagama uute laevade ehitamisel, et laev oleks vastavalt nõuetele ehitatud ökonoomsemalt ning täidaks heitkoguste ja CO₂ emissiooni jalajälje vähendamise eesmärgi.

Euroopa Parlamendi ja nõukogu määrusettepaneku (2021) kohaselt peavad liikmesriigid tagama, et nende territooriumitel ei kasutata raskeid kütteõlisid, mille väävlisisaldus ületab 0,10 massiprotsenti. Mittekavandatud punkerdamiskohas peavad laevaomanikud esitama tõendid, tõendamaks, et üritati punkerdada vastavalt direktiivile ette nähtud reisiplaani kohas ning laevakütuse mittekättesaadavuse korral püüti leida punkerdamise jaoks alternatiivseid kütuseallikaid. Samuti kehtestatakse, et laev ei tohi kalduda kõrvale kavandatud reisi teekonnalt ega kiirendada ja viivitada reisi põhjendamatult.

Vastavalt Euroopa rohelisele kokkuleppele on kõik kai juurde haalatud laevad kohustatud kasutama kaldalt tulevat elektrit. Selleks peab sadamates olema tagatud piisav kaldaäärne elektritoide, pakkumaks kai ääres seisvatele konteinerilaevadele ja reisilaevadele elektrit ning rahuldamiseks nõudlust vähese CO₂ emissiooniga gaaside järele. Näiteks tuleks veeldatud maagaasi segada või asendada veeldatud biometaaniga (bio-LNG) või taastuvate ja vähese CO₂ emissiooniga sünteetiliste gaasiliste e-kütustega (e-gaas). Konteineri- ja reisilaevadele, mis tekitavad sadamas ühe laeva kohta kõige rohkem heidet, tuleks tagada kaldaäärne elektritoide esmajärjekorras, vältimaks kõrgendatud õhusaastet. (Euroopa Parlamendi ja..., 2021)

Liikmesriikidele on kehtestatud siduvad nõuded seoses üldkasutatava taristu loomisega, läbi mille on EL kohustatud looma vastavaid tingimusi alternatiivkütuseid kasutatavate laevade punkerdamiseks. Koostööd tuleks teha sadamatega, et tagada kiirem ja suurem alternatiivkütuste kättesaadavus ja punkerdamiskohtade võrgustik. Kai ääres seisvate laevade energianõudluse näitaja vajadusi tuleb ühendada vastavalt erinevate käitamisenäitajatega, mis hõlmab ka sadamate ülesehituse ning sealsete terminalide parendamist. (Euroopa Parlamendi ja..., 2021)

Laevastiku ümberkujundamine peaks toimuma järk-järgult, vahetades välja vanu laevuosi uutemate ökonoomsemate vastu ja võttes kasutusse erinevaid heitevabasid jõuseadmeid, näiteks vesiniku- ja elektritoimel kasutatavad jõuseadmeid. (Euroopa Parlamendi ja..., 2021)

Arvutisüsteemides peavad olema kajastatud meretranspordi põhiandmed reaalsajas. Näiteks laevaliikumise, marsruutide, lastide ja laevakiiruse andmed, mis aitavad tagada võrgu stabiilsuse ja laadimisprotsesside ning teenuste ratsionaalse kasutamise soodustamise. (Euroopa Parlamendi ja..., 2021)

Direktiivi 2009/16/EÜ kohaselt (2009) peavad liikmesriigid kontrollima läbi sadamariigi kontrollsüsteemi kõiki sadamaid ja ankrukohti, kuhu laevad suubuvad ja väljuvad ning laevade kinnipidamise kriteeriume, et tagada tõhusus sadamates ja ankrukohtades, vähendamaks laevade

seisu- ja üleseisuaega ning kiirendamiseks laevadele ettenähtud kontrole. Näiteks laevad, mis kujutavad vastavalt oma riskiprofiilile suuremat ohtu, on kontrolliaeg pikem, sagedasem ja üksikasjalikum. EL komisjon peab ühtlasi hindama ja kaaluma, kas sadamatele saaks kehtestada heitkogustel põhineva nõude, mis võtaks tasu laevade üleseisuja eest.

Igale merelaevale, mille kogumahutavus on üle 5000, peab kohaldama vastavalt määruse 2015/757 (2015) nõuetele laevapõhist seiret, aruandlust ja kontrolli, läbi mille peab sadama valdaja või juhtorgan edastama laeva saabumise teate laevaliikluse seire- ja teabesüsteemist.

2 MSC Eesti AS ja uurimismetoodika

2.1 Ettevõtte tegevus

Mediterranean Shipping Company S.A. (MSC) on Itaalia konteinerilaevaliini eraettevõtte, mis asustati 1970. aastal Šveitsis, Genfis. Laevandusfirma eesmärk on tarnida kaupu ja pakkuda teenuseid kohalikele kogukondadele, klientidele ja rahvusvahelistele äripartneritele. Ettevõtte lahenduste hulka kuuluvad ka maismaatransport (eel- ja järelvedu), logistika ja kasvav sadamaterminali investeeringute portfell ning 2023. aastast lennutransport. MSC Eesti AS alustas tegevust 1999. aastal Tallinnas. Ettevõtte põhitegevusala on mere-lastiveo organiseerimine ja kaubavedu nii eksport- kui ka importsuunal. Lisategevusalad on veondust ja laondust abistavad tegevusalad, lisateenuste pakkumine ning sadamaterminalide arendamine. (Meet Our Leadership, n.d.)

Laevandusfirma paneb rõhku konteinerilaevade parendamisele, muutes laevu keskkonnasõbralikemaks ning järgides käitamise kõrgeimaid standardeid laevastike, juhtimissüsteemide, keskkonna, tööohutuse ja turvalisuse kategooriates. Ettevõttele kuuluvad ISO 14001:2015 keskkonnajuhtimise ja ISO 50001:2018 energiajuhtimissüsteemide sertifikaadid ning DNV GL Excellence 5 Stars Rating, mis on kõrgeim laevahaldussüsteemide, ohutuse, keskkonna ja tõhususe sertifikaat. (Certifications, n.d.)

2.2 MSC konteinerilaevad

MSC laevaliinide laevad sõidavad enam kui 260 kaubateel, külastades ülemaailmselt 520 sadamat ning võimaldades ettevõttel hõlbustada rahvusvahelist kaubandust maailma suurimate majanduslike ja arenevate turgude vahel mitmel mandril. Kaasaegne laevastik koosneb 730 konteinerilaevast, millest uued laevad on varustatud uusimate rohetehnoloogiatega, pakkumaks klientidele jätkusuutlikke tarnelahendusi. Nutikad kuivlasti konteinertüübi valikud, mis on varustatud internetiühenduse põhjal töötavate seadmetega, võimaldavad klientidel jälgida ja koguda konteineri andmeid reaajas nagu konteineri asukoht, edasine liikumine, temperatuur ja ukse avamine. Aastal 2023 ja 2024 planeeritakse võtta kasutusse 42 uut energiatõhusat laeva ning olemasolevaid laevu veelgi parendada. Konteinerite aastane veomaht on umbes 23 miljonit TEUd. (The MSC Group, n.d.)

Kõik laevaomanikud peavad 2023. aasta jooksul välja arvutama laeva EEXI, eesmärgiga näha, kas konteinerilaeva energiatõhusus on alla teatud kehtestatud CO₂ läve. EEXI arvutatakse välja järgmise valemi (5) alusel:

$$EEXI = \frac{\text{mootori koormus } kW \times \text{kütuse erikulu} \times \text{CO}_2 \text{ faktor}}{\text{laeva kiirus} \times \text{laeva täielik kandevõime}} \quad (5)$$

kus CO₂ arvutatakse kütusekulu ja heitekoefitsiendi korrutisena. (MSC IMO regulations..., 2023)

EEXI sertifikaat on ühekordne sertifikaat, mida tuleb hoida laeva pardal. Vastavalt konteinerilaeva täiskandevõimele on EEXI vähendamiseks kehtestatud järgnevad nõuded: sõukruvi ja mootori välja vahetamine või juhtimissüsteemis asuva mootori võimsuse piiramine läbi kütuseindeksi piiraja. 2023. aasta seisuga on enamik sõukruvisid MSC laevadel välja vahetatud ehk laeva mootorivõimsus on piiratud ning laev ei saa ületada teatud kiirust, liikudes ökonoomsemal viisil. Antud teave kajastatakse ka sertifikaatidel. (MSC Latest IMO Regulation, n.d.)

Kui EEXI sertifikaat on suunatud laeva disainiparameetrite andmetele, siis CII hõlmab tegeliku laevategevuse, liikumise ja seismise käigus eralduvat heitkogust, mis mõõdab, kui tõhusalt laev veetavat lasti transpordib. CII arvutatakse järgneva valemiga (6) (MSC IMO regulations..., 2023):

$$CII = \frac{\text{aastane kütusekulu} \times \text{CO}_2 \text{ faktor}}{\text{aastane läbitud vahemaa} \times \text{laeva täielik kandevõime}} \quad (6)$$

Alates 01.jaanuarist 2023 jõustusid IMO MEPC 76 poolt kehtestatud CII nõuded, mille põhjal püstitas MSC laevadele järgnevad CII kiiruse reeglid (MSC IMO regulations..., 2023):

- CO₂ piiridesse jäämiseks peavad laevad sõitma kiirusega vähemalt 0,3 sõlme vähem kui laeva maksimaalne CII kiirus lubab;
- CII kiiruse rakendamisel peab arvesse võtma laeva seisuajal eralduvat CO₂ hulka sadamas;
- keskmiselt peab ookeanilaevade kiirus vähenema 15,5 sõlme pealt 14,2 sõlme peale.

Laevade kiiruse vähenemise tõttu oleks tarvidus kasutusele võtta lisalaevu, kuna laevade väljumised sadamatest on igapäevased. Marsruutidele, mille kaupade keskmine transiitaeg on

kuni kaheksa nädalat, tuleks lisada juurde üks laev ning pikematele marsruutidele, mis kestavad 9-11 nädalat, tuleks lisada kaks laeva. (MSC Latest IMO Regulation, n.d.)

2.3 Ettevalmistus süsinikuneutraalsuse saavutamiseks aastaks 2050

Meretranspordi CO₂-heite vähendamiseks on vaja rakendada konkreetseid meetmeid pikaajaliselt. Jätkusuutliku tarnevõrgustiku saavutamiseks teeb konteinerilaevaliin MSC koostööd oma klientidega, merendustööstusharu kolleegidega ja partneritega ning era- ja avaliku sektori sidusrühmadega. Näiteks on nimekamad koostööpartnerid Balti ja Rahvusvaheline Merendusnõukogu (BIMCO), Rahvusvaheline Laevanduskoda, Maailma Laevanduskoda ja ÜRO. Laevandusfirma süsinikuneutraalsuse saavutamise programm aastaks 2050 on kooskõlas ÜRO säästva arengu eesmärkidega. (Enabling Logistics Decarbonisation, n.d.)

MSC on seadnud süsinikdioksiidi vähendamiseks järgmised pikaajalised eesmärgid:

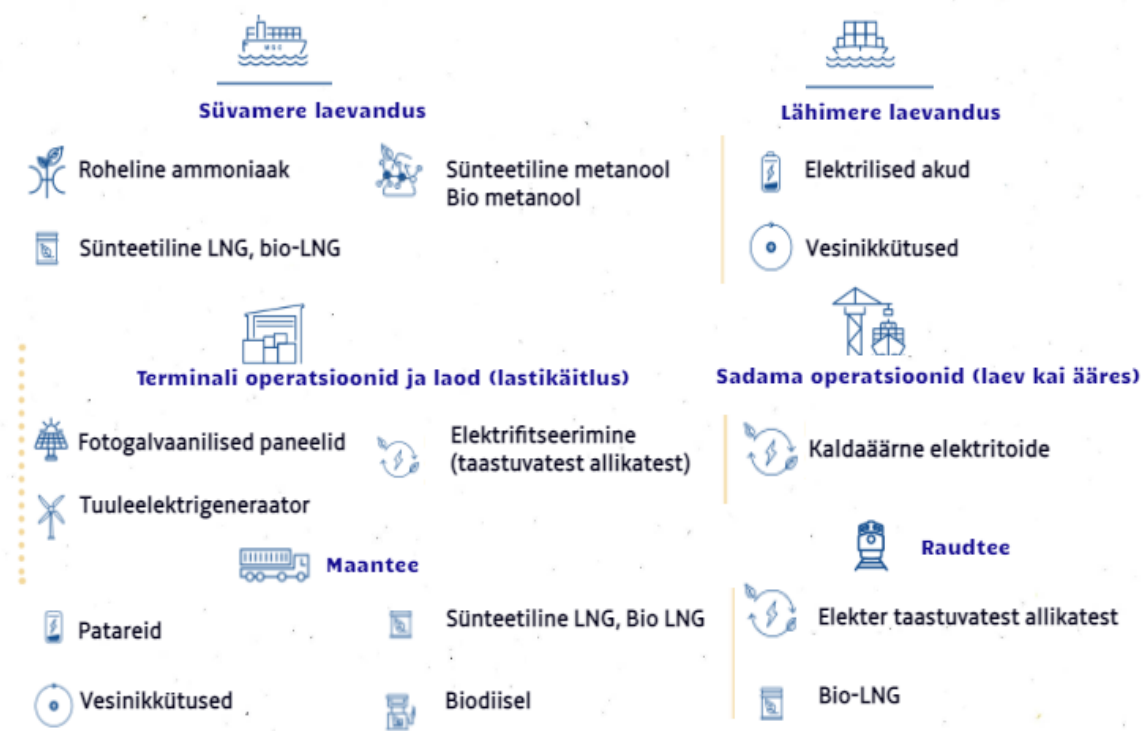
- 2023. aasta lõpuks on EEOI vähenenud 13,61 gCO₂/tonni-meremiili kohta;
- aastaks 2045 on EEOI vähenenud 70% võrreldes 2008. aasta algtasemega;
- 2030. aastal on kasutusse võetud esimene süsinikuheiteta konteinerilaev;
- aastaks 2050 on MSC laevastik saavutanud süsinikuneutraalsuse. (Enabling Logistics Decarbonisation, n.d.)

Liikudes süsinikuneutraalsuse poole 2050. aastaks, paneb MSC rõhku biokütuste tootmisele ja kasutamisele, mille kasutamine vähendab konteinerilaevadelt eralduvat CO₂ hulka kogu transpordiahelas, pakkudes klientidele jätkusuutlikumaid tarnevõimalusi. Asendades fossiilkütused loodussõbralikemate biokütustega, näiteks kasutatud toiduõlist toodetud biodiislikütusega, suureneb laevakütuste kokkuhoid ning seda ka rahalises mõttes. 2023. aasta seisuga on biokütused punkerdamiseks kättesaadavad valitud sadamates ja kaubatee kohtades ning nendele on lisatud rahvusvahelise sertifitseerimisasutuse poolt väljastatud jätkusuutlikkuse tunnustustõend. Biokütuse energiatihedus on sarnane fossiilkütusega, mistõttu laevamootorid ei vaja suuri kohandusi ning seeläbi ei saa ka mootorite jõudlust kahjustada. Metanoolil, veeldatud maagaasil ja ammoniaagil on energiatihedus mahuühiku kohta väiksem, seetõttu on vaja pardal kütuse hoiustamiseks suuremat kütusetanki või kahte kütusetanki, jättes seeläbi vähem ruumi

konteineritele, aga saavutades omakorda laeva energiatõhususe suurenemise veetava lastiühiku kohta. (Journey to Net Zero, n.d.)

Kliendid saavad omalt poolt aidata kaasa MSC kliimaeesmärkide saavutamisele ja biokütuste kasutamise laienemisele, kui valivad MSC biokütuse lahenduse (olenemata lasti lähte- või sihtsadamast), mille tagajärjel MSC garanteerib biokütuse ostmise. Biokütuse kasutamisel eralduva CO₂ väljalaskekoguse arvutus põhineb puhta lasti heiteteguri meetodikal, kus süsinikuhulga sissekandmise protsess on väljaspoolt kontrollitav, tagamaks protsessi terviklikkus ja CO₂ säästmismäär. MSC väljastab kliendile vastava dokumendi, mis tõendab biokütuse kasutust ja süsinikdioksiidi jalajälje vähendamise teavet. Antud dokumenti saab klient ja firma kasutada CO₂ aruandes. Avaldus sisaldab informatsiooni, kui palju CO₂ mitteeraldumist atmosfäri säästeti tonnides, võttes võrdlusesse sama marsruudi läbimisel fossiilkütusest tuleneva CO₂-heite eraldumise. Lisaks sisaldab avaldus teavet biokütuste spetsifikatsioonide ja sertifitseerimise kohta, punkerdaja väljastatud jätkusuutlikkuse tõendit ja kontrolliavaldust seoses süsiniku sisestusprotsessiga. (Journey to Net Zero, n.d.)

MSC on Euroopa Vesinikuühingu liige, toetades EL püüdlust saavutada aastaks 2030 puhta vesiniku tehnoloogiate laiaulatuslikku kasutuselevõttu. Aastal 2021 loodi partnerlussuhe Shell energiaettevõttega, mille eesmärk on keskenduda laeva alternatiivkütuste, nende tehnoloogiate ja kütustelahenduste arendamisele. Laevandusfirma plaanib tulevikus kasutada erinevate alternatiivkütuse kombinatsioone. Usutakse, et roheline ammoniaak, sünteetiline metanool, bio metanool, sünteetiline LNG ja bio-LNG saavad enamkasutatavateks kütusevalikuteks suuremate ookeanilaevade jaoks ning väiksematel konteinerilaevadel kasutatakse vesinikkütuseid ja elektrilisi akusid, kuna antud laevadel on punkerdamise vajadused mitte nii sagedased ning marsruudid on lühemad (vt Joonis 2). (MSC Sustainability Report, 2021)



Joonis 2. MSC alternatiivkütuste tegevusplaan

Allikas: Autori koostatud

Laevandusfirma MSC teeb investeeringuid vähese CO₂ emissiooniga tehnoloogiatesse, mis täiendab strateegilist lähenemist jätkusuutlikkusele, investeeringuid meretranspordi heitkoguste vähendamiseks ning laevastiku keskkonnamõjude minimaliseerimiseks. Järk-järgult võetakse kasutusele uusi jätkusuutlikemaid konteinerilaevu, siseveesõidukeid ning maismaal ja kalda ääres kasutatavaid seadmed. Lisaks tegeletakse olemasolevate laevade moderniseemisprojektide kallal ning pardal olevate süsteemide väljatootamisel, mis koguvad ja säilitavad andmeid süsinikusisalduse kohta. (MSC Latest IMO Regulation, n.d.)

Oluline roll dekarboniseerimise teekonna ettevalmistamisel on sadamatel, mis mängivad laevanduses kesksel rollil. Sadamad saavad hõlbustada vähese CO₂-heittega kütuste ja tehnoloogiate kasutuselevõttu, pakkudes kai ääres seisvatele laevadele juurdepääsu kaldaäärsele elektritoitele ja erinevaid raudteeühendusi siseveelogistikale. Sadamad annavad võimaluse taastuenergia tootmiseks ja selle kasutamiseks terminalitegevustes ning hõlbustavad roheliste laevakoridoride teket – saastevabu mereteid kahe või enama sadama vahel. (MSC Sustainability Report, 2021)

2023. aasta seisuga on üle 20 riigi kirjutanud alla Clydebank deklaratsioonile, mille eesmärk on vähendada ülemaailmse merendustegevuse keskkonnamõju ning edendada roheliste laevanduskoridoride loomist läbi riikidevahelise ja merendussektori koostöö. Dokumendile alla kirjutanud riigid on kohustatud looma 2025. aastaks kuus rohelist laevanduskoridori, et kiirendada rahvusvahelist algatust CO₂ hulga vähendamiseks laevateedel läbi süsinikdioksiidivabade kütuste ja tehnoloogiate, infrastruktuuri ning regulatiivsete raamistike kasutuselevõtu. (The Clydebank declaration..., 2022)

Lühiajalises ja keskmises perspektiivis kaalutakse terminalide täielikku elektrifitseerimist. Terminali infrastruktuuri investeerimisplaanid hõlmavad maismaa toiteallika paigaldamist rohkematesse terminalidesse, targemate süsteemide (näiteks sõidukite broneerimissüsteemid) ja protsesside (avamisaegade pikendamine väravates) kasutuselevõtmist, et tagada sujuvamad ja kiiremad ühendused tarneahelas. Juhul kui sadamatöö ei ole efektiivne, tekib laeva väljumisel ja kauba saabumisel sihtkohta viivitus, mis sunnib laevajuhti laevakiirust suurendama ajakulu tasa tegemiseks ja graafikus püsimiseks. (MSC Latest IMO Regulation, n.d.)

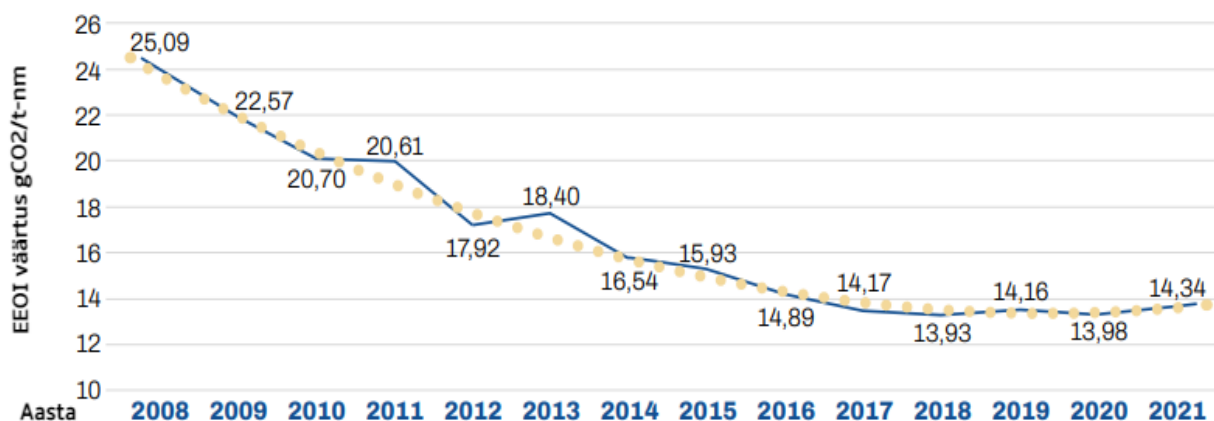
2.3.1 Püstitatud jätkusuutlikkuse tegevuskava

MSC jätkusuutlikkuse juhtkomitee, mis on konteinerilaevaliini MSC presidendi ja tegevjuhi poolt juhitud, koguneb aastas kaks korda, et edendada MSC kliimanetraalset merenduskultuuri. Laevandusfirmal on püstitatud kolm jätkusuutlikkuse tegevuskava programmi, millest iga programm koosneb püstitatud meetmetest, projektidest ja nende edusammude aruannetest. (MSC Sustainability Report, 2021)

Esimene programm on energiatõhususe programm. Alates 2021. aastast on arendatud uute ökonoomsete konteinerilaevade konstruktsioone ja tehnilisi hooldusi ning vana laevastiku moderniseerimist, tehes laevastikku jätkusuutlikumaks ja pikendades laevade kasutusiga läbi andurite ning süsteemide paigaldamise. Lisaks on kasutusse võetud täiustatud seadmeid ja laevaosi, nagu näiteks sõukruve ja madala energiatarbega valgusteid. Laevakered kaetakse hõõrdumisvastaste kattekihtidega, mille toime aitab hoida ära vetikate ja veeorganismide haakumise laevakere või sõukruvi külge. Määrdeid ja kattekihid aitavad vähendada ka veetakistust laevakerele läbi mille väheneb laeva kütusekulu. Säästmaks laevakere ja sõukruvi puhastamiseks kuluvat aega on MSC investeerinud robotrajatistesse, mis puhastavad laevakere ja sõukruvi automaatselt hoides ajakulu kokku. (MSC Sustainability Report, 2021) Uutel laevadel kasutatakse uuenduslikku õhumulltehnoloogiat – ALS, mille on loonud Silverstream System firma, mis aitab

vähendada veetakistuste mõju laevakerele, luues õhukese õhumullide kihi laevakere pinnale ning säästes kütusekulult keskmiselt 7%. Lisaks energia- ja heitkoguste kokkuhoiule aitab õhumullitehnoloogia minimeerida ka müra, vibratsiooni ja laevakere saastumist. Prognoositakse, et läbi kasutatava tehnoloogia peaks CO₂ emissiooni kogus vähenema 1,6 miljoni tonni võrra laevastiku kasutusea kohta ja hinnanguliselt hoiaks MSC kütusesäästu pealt kokku ligikaudu 257 miljonit eurot. (MSC Invests in..., 2021)

Nullheite eesmärgi saavutamiseks jälgitakse järgnevate aastakümnete jooksul IMO operatiivse energiatõhususe indikaatorit EEOI. Alates 2008. aastast on MSC laevastiku CO₂ järk-järguliselt vähenenud, kuid 2021. aastal tõusis EEOI 2,6%, minnes ajutiselt 14,34 peale (vt Joonis 3). Tõus oli tingitud COVID-19 pandeemia ajal tekkinud sadamate ülekoormatusest, mis mõjutas ülemaailma sadamaprotsesside ja terminalitööde pikenedamist ning konteinerilaevade hilinemist ja laeva seisuaegade pikendamist. Nüüdseks on olukord normaliseerunud ning rõhku on pandud sadamaühenduste parendamisele, sealhulgas sadamate läbilaskevõime suurendamisele ja transpordiviiside ümbersuunamisele, mis tulevikus aitavad kaasa süsinikdioksiidi heitkoguse vähendamisele. (MSC IMO regulations..., 2023)



Joonis 3. MSC konteinerilaevade EEOI väärtused aastatel 2008–2021

Allikas: MSC IMO regulations on the reduction of GHG emissions from ships, 2023

Teine programm sisaldab tehnoloogia ja süsteemide parendamist ning täiustamist. MSC laevadele plaanitakse rakendada põhi- ja abimootorite külge täiustatud andmekogumissüsteeme, mis analüüsivad mootorite efektiivsust, seovad andmeid energiasäästlikemate määrade ja tööviisidega ning koguvad reaajas ilmastikuandmeid, mis võimaldavad laevakaptenitel saavutada laeva optimaalse kiiruse ja marsruudi kasutamise ning reguleerida kütusekulu tõhusust. Pidevalt täienev

laevahaldus tugineb üha enam tehisintellekti ja masinõppe kasutamisele. Plaanis on laevadele paigaldada hübriidheitgaaside puhastussüsteemid ja skruuberseadmed, mis töötlevad ja eemaldavad tekkivaid tahkeid osakesi emissiooni eraldumise käigus. Skruuber on heitgaaside puhastussüsteem, mille eesmärk on vähendada vääveloksiidide emissiooni ja tahkete osakeste sisaldust. (Veeteede Ameti Teataja, 2013)

Eesmärk on edendada ka *Digital Container Shipping Association (DCSA) Just-In-Time (JIT)* sadamakõnede programmi, mis võimaldab vahetada sündmuste andmeid vedajate, sadamate, terminalide ja muude sadamakõnedega seotud teenuspakkujate vahel läbi automatiseeritud andmevahetuse. Optimeeritakse laeva kütusekulu, laevakiirust ja saabumisaega, minimeerides seeläbi laeva hilinemisi ja seisuaegu. Kolmas programm hõlmab alternatiiv- ja madala süsinikusisaldusega kütuste kasutamist, tootmist ning kütuste ohutut ja tõhusat punkerdamist. (MSC Sustainability Report, 2021)

2.4 Kvantitatiivne ja kvalitatiivne uurimismeetod

Lõputöö on koostatud kvalitatiiv-kvantitatiivsel uurimismeetodil. Kvalitatiivse meetodina viis lõputöö autor läbi suulised eksperintervjuud, mille eesmärk oli kuulda intervjueeritavate hinnanguid, ettepanekuid ja arvamusi. Kvantitatiivse uurimistöö meetod oli küsimustik MSC Eesti AS operatiiv-, impordi-, ekspordi ja müügi osakonna spetsialistidele, mille eesmärk oli kaardistada kollektiivi hoiakuid ja teadmisi ning koguda vastuste põhjal statistilisi arvandmeid analüüsi tegemiseks.

Lõputöö praktilise uuringu eesmärged oli kaks. Esimene eesmärk oli välja selgitada MSC Eesti AS spetsialistidelt:

- põhilised põhjused, miks süsinikdioksiidi hulk on jätkuvalt kõrge laevandussektoris;
- kui suur hulk MSC töötajaid on kursis laevadele kehtestatud IMO 2023 regulatsioonidega;
- põhilised allikad, kus loetakse ja saadakse eelkõige informatsiooni uutest kehtestatud laeva nõuetest ja piirangutest;
- arvamused selle kohta, kas kõigil konteinerilaevadel peaksid olema laevamootoritel mootori võimsuse piirajad;

- kõige optimaalsemad meetmed laevadelt tuleneva süsinikdioksiidi vähendamiseks;
- milline alternatiivkütuse kasutamine omaks pikaajaliselt kõige soodsamat mõju keskkonnale;
- kas usutakse, et sõltuvalt laeva maksimaalsest CII kiirusest, seilaksid laevad kahe aasta pärast hoopis 0,5 sõlme aeglasemalt 0,3 sõlme asemel;
- mida võiksid võimuorganid kui juhtiv pool teha paremini või muuta, et heitkoguste hulk väheneks;
- kas nähakse potentsiaali, et aastaks 2030 on MSC laevandusfirmas kasutuses esimene nullheittega konteinerilaev;
- kas nähakse potentsiaali, et aastaks 2050 on MSC laevastik saavutanud süsinikuneutraalsuse.

Teine eesmärk oli välja selgitada Genfi MSC *Sustainability* spetsialistilt ja MSC Eesti AS operatiivosakonna juhatajalt:

- milliste alternatiivkütuste kasutamine omaks pikaajaliselt kõige soodsamat mõju keskkonnale ning milliste alternatiivkütuste punkerdamise kättesaadavus on hetkeseisuga sadamates parim;
- milliseid nõudeid ja aspekte hõlmavad MSC laevade moderniseemisprojektid;
- millistesse laevaseadmetele ja keskkonnasäästlikele rohetehnoloogiale arendustesse MSC investeerib;
- kuidas erinevad uued laevade konstruktiivselt vanadest laevadest;
- kuidas MSC garanteerib, et laevad vastaksid IMO nõuetele ja meetmetele;
- milliseid hõõrdumisvastaseid kattekihte või määrdeid kasutatakse laevakeredel veetakistuse vähendamiseks ning kas nende kasutamist piiravad keskkonnakaitse nõuded;
- millised on MSC logistilised üleminekulahendused energiatõhususe saavutamiseks;
- millised on ettepanekud vähendamaks kai ääres seisvate laevade seisuaegu;

- millised tehnoloogiad ja meetmed on kõige optimaalsemad majanduslikult (hinna suhtes) energiatõhususe saavutamiseks;
- millised on peamised väljakutsed, millega MSC laevandusfirma silmitsi seisab süsinikdioksiidi emissiooni vähendamisel;
- millised meetmed on pikaajaliselt kõige efektiivsemad konteinerilaevadelt tuleneva süsinikdioksiidi vähendamiseks.

Operatiivosakonna juhatajalt uuriti hõõrdumisvastaste kattedekihtide ja määrete kasutamise küsimuse asemel, kuidas saaks parendada MSC konteinerilaevade ning sadamate omavahelist andme- ja infovahetust, et operatiivtöö sujuks tõhusamalt ning laevad püsiksid paremini graafikus. Järgnevates alapeatükkides kirjeldab autor küsimustiku ja intervjuude läbiviimise protsessi ning valimi määratlemist.

2.4.1 Küsitlus

Küsitlus viidi läbi firmasiseselt laevandusfirmas MSC Eesti AS. Küsitluse eesmärk oli kaardistada MSC kollektiivi hoiakuid ja ettepanekuid laevameetmetest ning nõuetest ja arvamusi süsinikdioksiidi heitkoguste vähendamisest.

Küsimustiku (vt Lisa 1) jaoks koguti vastuseid MSC töötajatelt suuliselt ja läbi programmi Microsoft Words faili. Fail saadeti laiali läbi töömeili isikutele, kes ei viibinud kontoris või olid puhkusel. Küsimustik koosnes kokku 10 kohustuslikust eesti keelsest küsimusest ning autor tagas küsimustiku vastajatele anonüümsuse. Vastajateks olid spetsialistid operatiiv-, müügi-, ekspordi ja impordi osakondadest. Analüüsi jaoks kasutati programmi Microsoft Excel. Valimi määratlemisel oli lähtekoht, et autor saaks kaardistada erinevate osakondade ettepanekuid ja arvamusi. Autor valis antud osakonnad seetõttu, et kõik neli osakonda teevad omavahel tihedat koostööd igapäevaselt, omavad pikaajalist töökogemust ning on kursis MSC laevadele kehtestatud nõuetega ja MSC jätkusuutlikuse strateegiatega (tänu tööfailidele, infomeilidele, koosolekutele ja rahvusvahelistele koolitustele). Autor leiab, et küsitlusest saadud tulemus ja selle põhjal tehtud analüüs andsid soovitud tulemuse ning täitsid seatud eesmärgi.

2.4.2 Ekspertintervjuud

Autor viis läbi kaks suulist ekspertintervjuud, millest üks intervjuueeritav oli Šveitsist, Genfist, MSC *Sustainability* osakonnast ja teine Eestist, MSC operatiivosakonnast. Esimene intervjuu viidi läbi 17.04.2023 ja teine 25.04.2023.

Valimi määratlemisel lähtuti seisukohast, et autor saaks kuulda ettepanekuid ja arvamusi nii Eesti firma perspektiivist kui ka välisriigi kontorist, milleks osutus MSC firma peakontor, kust tulevad ka põhinõuded ning eesmärgid laeva meetmete ja jätkusuutlikkuse plaanide kohta.

Läbi viidud ekspertintervjuud aitasid kaardistada MSC strateegiaid, visioone, meetmeid ning tegevuskava seoses süsinikdioksiidi emissiooni vähendamisega. Mõlemas intervjuus oli küsimusi kokku kaksteist koos lisaküsimustega. Läbi intervjuu küsimuste kaardistas autor järgmised teemad MSC kohta.

- kõige soodsamat mõju keskkonnale avaldavad alternatiivkütused;
- alternatiivkütuste punkerdamise kättesaadavus sadamates;
- MSC laevade moderniseerimisprojektide nõuded ja aspektid;
- keskkonnasäästlikud rohetehnoloogia arendused, kuhu MSC investeerib;
- uute laevade konstruktsioonide võrdlus vanemate laevadega;
- IMO nõuete ja meetmete järgimine;
- veetakistuse vähendamine laevakeredele;
- keskkonnanõuete kehtestamine hõõrdumisvastastele kattekihtidele/määretele;
- logistilised üleminekulahendused energiatõhususe saavutamiseks;
- ettepanekud vähendamaks laevade seisuaegu;
- majanduslikult (hinna suhtes) kõige efektiivsemad võimalused;
- peamised väljakutsed seoses süsinikdioksiidi vähendamisega;
- pikaajaliselt kõige efektiivsemat mõju avaldavad meetmed.

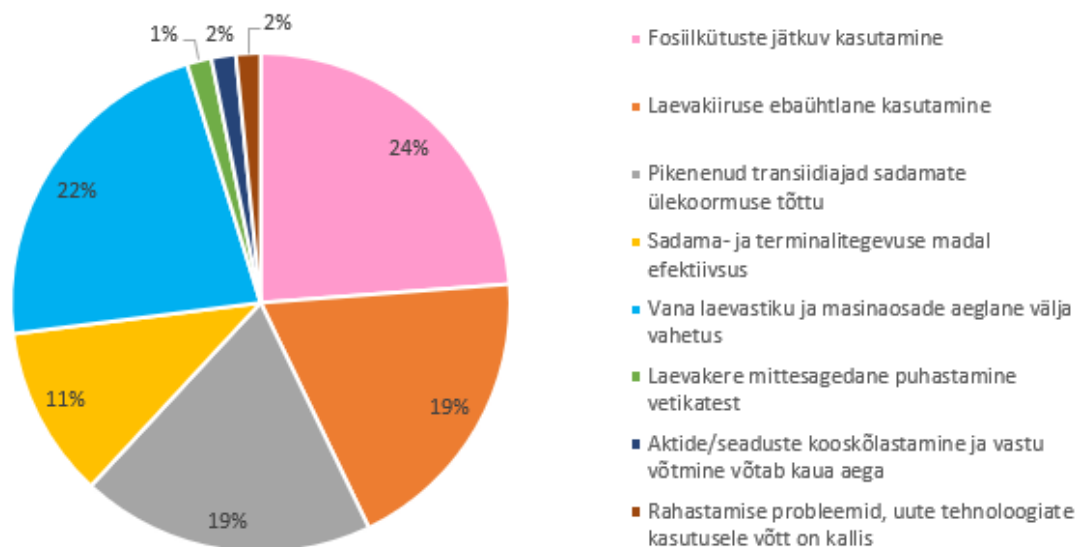
3 Tulemused ja laevandusfirma MSC Eesti AS toimetuleku võimalused

Antud peatükis annab autor ülevaate MSC Eesti AS kontoris läbiviidud küsitluse tulemustest ja analüüsist ning ekspertintervjuude käigus saadud informatsioonist, mis koguti intervjuuküsimuste põhjal MSC *Sustainability* spetsialistilt ja MSC Eesti AS operatiivosakonna juhatajalt. Lisaks toob autor järeldused läbi viidud intervjuudest ja küsitlustest, võttes kokku heitkoguste vähendamise eesmärgid, põhimõtted ja strateegiad ning annab omapoolse analüüsi ja hinnangu laevandusfirma MSC Eesti AS optimaalsetele süsinikdioksiidi vähendamise võimalustele aastaks 2050.

3.1 Küsitluse tulemuste analüüs

Küsimustiku (vt Lisa 1) eesmärk oli kaardistada MSC Eesti AS ekspordi-, impordi-, müügi ja operatiivosakonna spetsialistide seisukohti, arvamusi ning teadlikkust süsinikdioksiidi vähendamise meetmetest ja laevadele kehtestatud nõuete osas. Autor viis eesti keelse küsitluse läbi suuliselt firmasiseselt ja läbi programmi Microsoft Words. Andmete võrdluseks ja analüüsi jaoks kasutati programmi Microsoft Excel. Kokku küsiti kohustuslike küsimusi 10 ja küsitluse vastajatele tagati anonüümsus. Analüüsi tegemiseks saadi kokku 20 vastust, mis on autori hinnangul piisav, et saada ülevaade vastajate teadlikkusest ja hoiakutest ning koostada antud andmete põhjal analüüs, arvestades sisse ka asjaolu, et firmas töötab kokku 25 inimest. Valimi määratlemisel oli lähtekoht, et autor saaks kaardistada erinevate osakondade hoiakuid ja arvamusi.

Esimese küsimusena soovis autor teada, mis on MSC kollektiivi arvates põhilised põhjused, miks süsinikdioksiidi hulk on jätkuvalt kõrge laevandussektoris (vt Joonis 4). Vastajatel oli võimalik valida rohkem kui üks vastus.

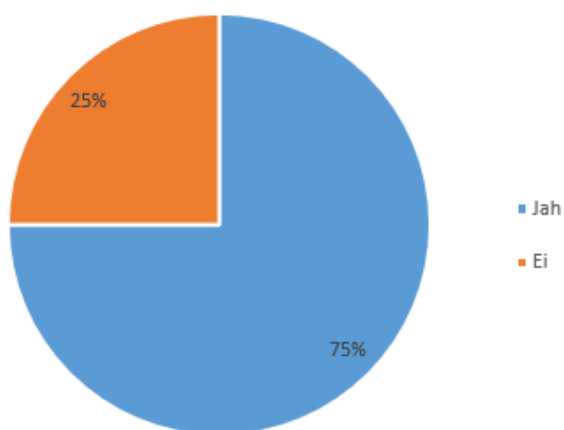


Joonis 4. CO2 emissiooni peamised põhjused

Allikas: Autori koostatud

Jooniselt 4 on näha, et MSC Eesti AS töötajate arvates on fossiilkütuste jätkuv kasutamine 24% (15 vastust) ning vana laevastiku ja masinaosade aeglane välja vahetus 22% (14 vastust) kaks peamist põhjust, miks CO₂-heide on jätkuvalt kõrge merendussektoris. Autori arvates ei ole tulemused üllatavad, sest fossiilkütused on IMO regulatsioonide ja EL jätkusuutlikkuse tegevuskava seisukohalt aktuaalne teema ning on üks põhilisi põhjuseid, mille tõttu on maailmas heitkoguste hulk kõrge. Tulemustest selgub, et vastajad ei näe, et laevakere mittersagedane puhastamine vetikatest mõjutaks otseselt emissiooni hulga suurenemist atmosfääri. Kaks vastajat tõid omalt poolt sisse põhjusteks veel rahastamise probleemid ja aktide kooskõlastamiseks kuluva aja.

Teise küsimusena uuriti, kui suur hulk MSC töötajaid on kursis laevadele kehtestatud IMO 2023 regulatsioonidega (vt Joonis 5).

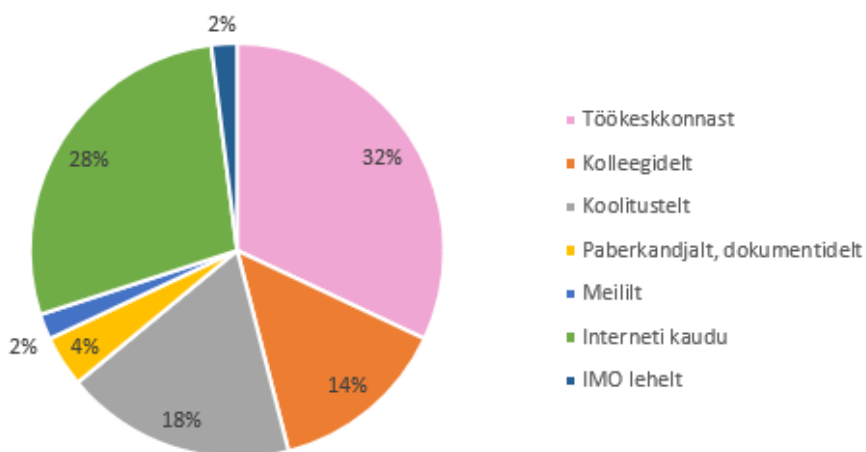


Joonis 5. Teadlikkus IMO 2023 regulatsioonidest

Allikas: Autori koostatud

Jooniselt 5 selgub, et suur hulk vastanutest 75% (15 inimest) on kursis IMO 2023 regulatsioonidega ning 25% (5 inimest) ei ole. Autori arvates on tulemus positiivne, aga mitte üllatav, et töötajate teadlikkus ja huvituvus IMO regulatsioonide kohta on kõrge.

Kolmanda küsimuse tulemusena selgitati välja põhilised allikad, kus loetakse ja saadakse eelkõige informatsiooni uutest laevadele kehtestatud nõuetest ja piirangutest (vt Joonis 6). Vastajatel oli võimalik valida rohkem kui üks vastus.

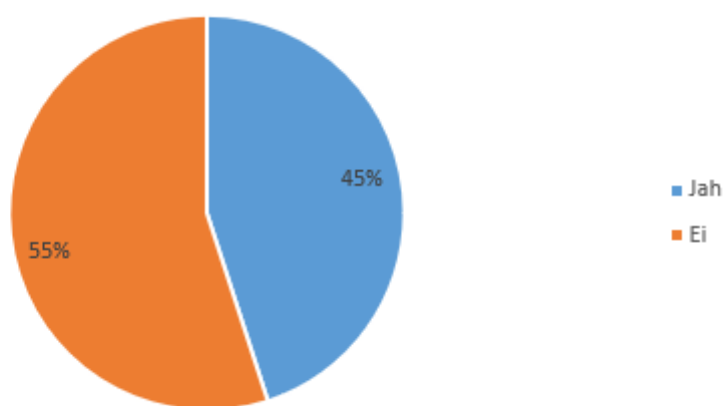


Joonis 6. Informatsiooniallikad

Allikas: Autori koostatud

Joonis 6 annab ülevaate, et 32% (16 vastust) saab teavet laeva nõuetest ja meetmetest läbi töökeskkonna ning 28% (14 vastust) Interneti kaudu. Tagaplaanile jäävad paber kandjad ja dokumendid, moodustades kõikidest informatsiooniallikate osakaalust 4%. Autor seostab seda asjaoluga, et füüsilisel kujul dokumente üritatakse vältida pabermajanduse pärast, mistõttu liigub põhiline informatsioon läbi arvuti, elektrooniliselt.

Neljanda küsimuse eesmärk oli autoril koguda arvamusi selle kohta, kas kõigil konteinerilaevadel peaksid olema laevamootoritel mootori võimsuse piirajad, mis takistaksid mootori võimsuse maksimaalset võimalikku kasutamist (vt Joonis 7).

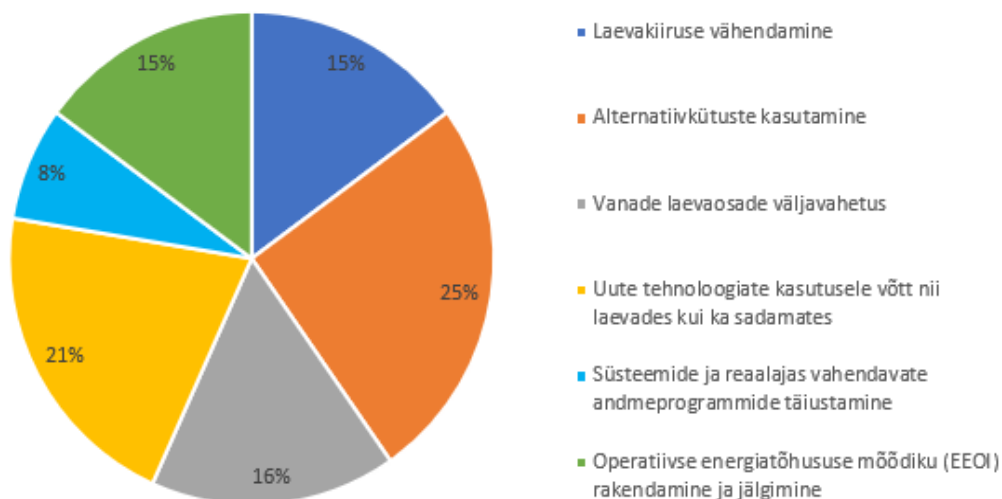


Joonis 7. Laevamootori võimsuse piiraja

Allikas: Autori koostatud

Jooniselt 7 selgub, et vastajate arvamused lähevad peaaegu pooleks. Siiski arvab 55% (11 inimest) MSC töötajatest, et kõikidel laevamootoritel ei peaks olema võimsuse piirajad peal ja 45% (9 inimest) arvab, et peaks. Autor uuris täiendavalt vastajatelt, miks nende arvates ei peaks olema laevadel võimsuse piirajad, põhilisteks põhjusteks toodi, et see poleks laevaomanike huvides ning spetsialistide arvates piisab kehtestatud CII õigusaktide regulatsioonidest, mis määravad laeva maksimaalse kiiruse ja uute laevade ehitustel peaksid laevamootorid olema juba nõuetele reguleeritud, kuigi vanadel laevadel oleks otstarbekam kasutada võimsuse piirajat laevamootori välja vahetamise asemel. Autori arvates ei pruugi olla laevamootori võimsuse piirajal nii suur efekt kui oodatakse, sest kütusekulu küll väheneb ajaühiku kohta, aga selle võrra pikeneb laeva reisiaeg ühest punktist teise.

Viiendas küsimuses oli autori eesmärk selgitada välja, milliseid meetmeid peavad MSC osakonnad kõige optimaalsemateks, et laevadelt tulenevat süsinikdioksiidi vähendada (vt Joonis 8). Vastajatel oli võimalik valida rohkem kui üks vastus.

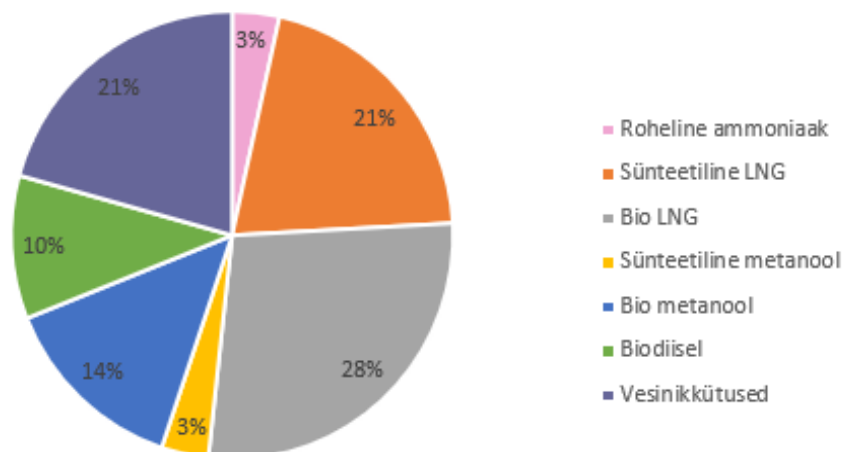


Joonis 8. Optimaalsed meetmed

Allikas: Autori koostatud

Jooniselt 8 on näha, et põhilisteks meetmeteks oleks vastajate arvates erinevate alternatiivkütuste kasutamine 25% (17 vastust) ja uute tehnoloogiate kasutuselevõtt nii laevades kui ka sadamates 21% (14 vastust). Mainitud meetmed on ka püstitatud MSC tegevuskava programmi vähendamaks konteinerilaevadelt tulenevat süsinikdioksiid emissiooni. Kõige vähem valimist, 8%, said laevasüsteemide ja reaalajas vahendavate andmeprogrammide täiustamised.

Kuuendas küsimuses oli autori soov leida, milline alternatiivkütuse kasutamine omaks pikaajaliselt kõige soodsamat mõju keskkonnale (vt Joonis 9).

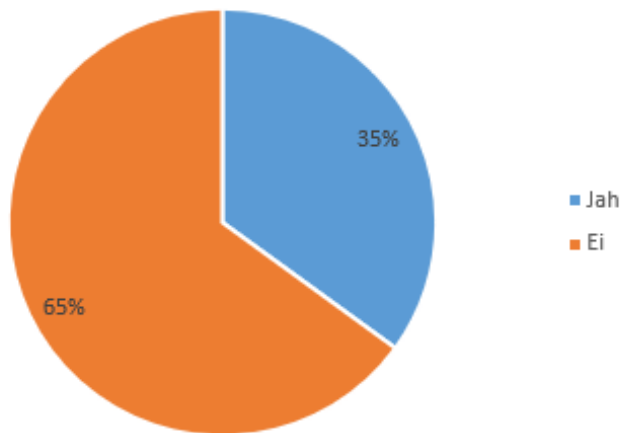


Joonis 9. Alternatiivkütused

Allikas: Autori koostatud

Jooniselt 9 selgub kolm põhilist alternatiivkütust, mis vastanute arvates omaks kõige soodsamat mõju keskkonnale – bio LNG 28% (8 inimest), sünteeiline LNG 21% (6 inimest) ja vesinikkütused 21% (6 inimest). Alternatiivkütustest on LNG kütuste tootmine ja kasutusala hetkeseisuga MSC konteinerilaevadel kõige kõrgem. Autori arvates on ka tugev potentsiaal vesinikkütustel ning selle mõjul keskkonnale, nimelt ei paiska vesinikkütused atmosfääri CO₂. Samas vesinikkütuse laiaulatuslikku kasutusele võttu piirab hetkeseisuga vähene uuringute läbiviidus ja teadlikkus.

Seitsmenda küsimuse eesmärk oli kaardistada, kas vastanute arvates on võimalik, et kahe aasta pärast seilaksid laevad hoopis 0,5 sõlme aeglasemalt 0,3 sõlme asemel (vt Joonis 10), võttes arvesse asjaolu, et CO₂ piiridesse jäämiseks peavad MSC laevad alates 2023 aastast seilama vähemalt 0,3 sõlme vähem kui laeva maksimaalne CII kiirus lubab.

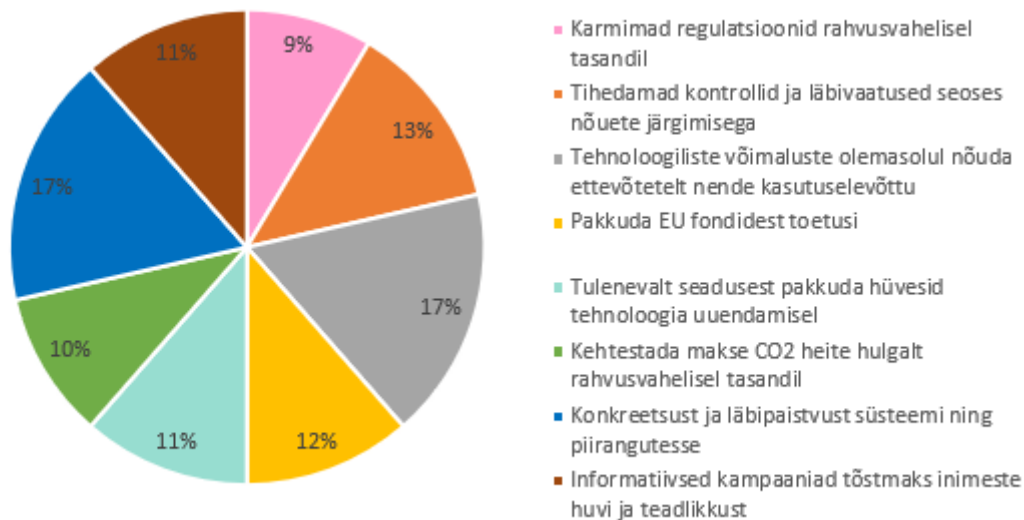


Joonis 10. Laevade maksimaalne CII kiirus

Allikas: Autori koostatud

Joonis 10 annab ülevaate, et enamik MSC töötajaid arvab, et ei ole võimalik, et kahe aasta pärast seilaksid laevad hoopis 0,5 sõlme aeglasemalt 0,3 sõlme asemel 65% (13 inimest) ning 35% (7 inimest) arvab, et on võimalik. Autor on seisukohal, et laevad saaksid veelgi vähendada kiirust ainult juhul, kui mereveondus toimiks selle arvelt jätkuvalt sujuvalt ning regulatsioonid seda nõuaksid, aga äri ja ajakulu vaatepildist hakkaks see mõjutama kogu tarneahela toimimise efektiivsust.

Kaheksandas küsimuses palus autor lühidalt kirjeldada, mida võiks võimuorganid teha paremini või muuta, et heitkoguste hulk atmosfääris väheneks (vt Joonis 11). Vastajatel oli võimalik tuua rohkem kui üks vastus välja.

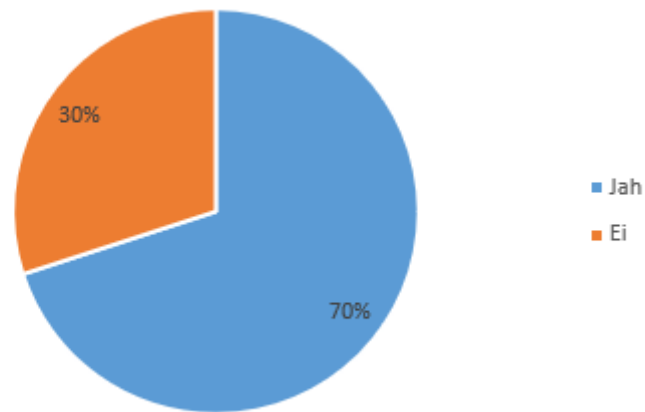


Joonis 11. Ettepanekud võimuorganitele

Allikas: Autori koostatud

Võrreldes teiste küsimustiku tulemustega on Joonis 11 vastused kõige rohkem hajutatud, siit võib järeldada, et ettepanekuid parendamiseks on võimuorganitele mitu. Tulemusi analüüsisid selgub, et 17% (12 vastust) soovib juhtival poolel lisada konkreetsust ja läbipaistvust süsteemi ning piirangutesse seoses heitkoguste vähendamistega ja 17% (12 vastust) soovib võimuorganitel nõuda ettevõtetelt tehnoloogiliste võimaluste olemasolul nende kasutuselevõttu. Samuti 13% (9 vastust) julgustab võimuorganeid kehtestama tihedaimaid kontrolle ja läbivaatuseid seoses nõuete järgimisega. Autor nõustub eelnevalt mainitud ettepanekutega, lisaks arvab, et võimuorganid võiksid kehtestada regulatsioonid, mille kohaselt transpordiettevõtted ja autotootjad oleksid sunnitud üle minema alternatiivsetele energiaallikatele, andes neile kohanemiseks piisavalt aega.

Üheksanda küsimusena uuris autor, kas nähakse potentsiaali, et aastaks 2030 on laevandusfirmas MSC kasutuses esimene nullheitega konteinerilaev (vt Joonis 12).

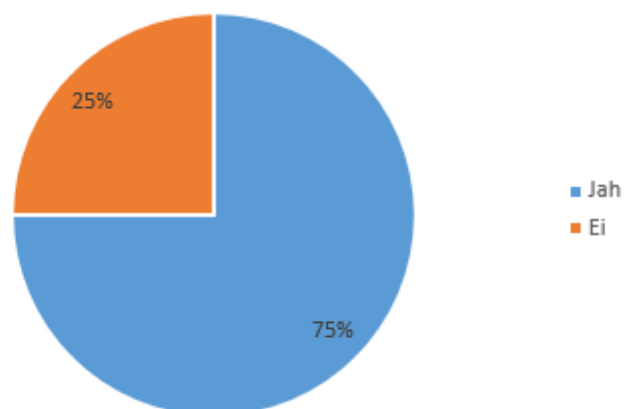


Joonis 12. Esimene nullheitega MSC konteinerilaev

Allikas: Autori koostatud

Joonise 12 tulemuste põhjal selgub, et enamik ehk 70% (14 inimest) on positiivsel arvamusel ja usub, et esimene nullheitega MSC konteinerilaev võetakse kasutusele aastaks 2030, 30% (6 inimest) arvab, et see pole tõenäoline. Tulemuste põhjal võib järeldada, et MSC töötajad usuvad valdavalt oma firma püstitatud eesmärkidesse.

Viimase küsimusena soovis autor teada saada, kas nähakse potentsiaali, et aastaks 2050 on MSC laevastik saavutanud süsinikuneutraalsuse (vt Joonis 13).



Joonis 13. Süsinikuneutraalsus aastaks 2050

Allikas: Autori koostatud

Sarnaselt eelnevale tulemusele, usuvad ka Joonise 13 kohaselt 75% (15 inimest) MSC kollektiivist laevandusfirma püstitatud eesmärki ehk 2050 aastaks süsinikuneutraalsuse saavutamist, 25% (5 inimest) arvab, et antud aastaks ei ole MSC firmal süsinikuneutraalsus saavutatud. Põhiliseks põhjuseks toodi välja, et ajaperiood on küll pikk, aga arvatakse, et raske on ennetada, et mingi tegevuse või protsessi käigus ei eraldu konteinerilaevadelt atmosfääri CO₂ emissiooni.

3.2 Ekspertintervjuude tulemuste analüüs

3.2.1 Intervjuu Genfi MSC *Sustainability* spetsialistiga

Autor küsis kokku intervjuueeritavalt 12 küsimust (vt Lisa 2). Intervjuu MSC *Sustainability* spetsialistiga viidi läbi Microsoft Teams kõne ühendusel ning vestlus toimus inglise keeles. Intervjuueeritavaga lepidi kokku, et kõne salvestatakse hilisemate märgete tegemiseks.

Esimese küsimusena uuriti, milliste alternatiivkütuste kasutamine omaks intervjuueeritava hinnangul pikaajaliselt kõige soodsamat mõju keskkonnale. Lisaks uuriti, milline on alternatiivkütuste punkerdamise kättesaadavus sadamates.

2023. aasta seisuga on MSC etapis, kus uuritakse ja katsetatakse erinevaid võimalusi koos kolleegidega, partneritega ja erinevate tööstusharudega. Käivitatud on biokütuse programm, mille eeliseks on asjaolu, et biokütused ei nõua laevade ümberehitamist. Kuid siiski tuleb meeles pidada, et antud kütus pole nullheite energiaallikas, vaid üleminekulahendus heitkoguste vähendamiseks. Sõltuvalt, kas on ookeanivedude (nt Euroopast USA-sse või USA-st Jaapanisse) või lähimerevedude (nt Euroopa rannik, Vahemeri) reis, vaadeldakse alternatiivkütuseid erinevalt. Ookeanivedude marsruudid, mis kestavad kauem, nõuavad rohkem kütust, seega tõhusamad kütused antud marsruutideks on roheline ammoniaak, sünteetiline metanool, bio metanool ning bio-LNG. Potentsiaalne kütus on tulevikus ka tuumaeneriga, mida kasutavad sõjaväe allveelaevad. Tuumaenergia puhul tuleb arvestada suuremate investeeringute ja tuumajäätmetega. Lähimerevedude puhul nähakse eelistatavalt vesinikkütuste ja elektriakude kasutamist. Sadamaoperatsioonide hõlbustamiseks on rõhk terminalide elektrifitseerimisel, seal hulgas kaldäärsete elektritoite kohtade laiendamistel. Paralleelselt paigutatakse päikesepaneel terminalidesse ja leitakse alternatiive taastuvenergia kasutamiseks.

Antud spetsialistil puudus kindel ülevaade alternatiivkütuste punkerdamise kättesaadavuse kohta sadamates, aga intervjuueeritav lisas, et Madalmaad on hetkeseisuga üks peamine sadamate sõlmpunkt, kus on kõrge biokütuste kättesaadavus ja tootmine.

Teise küsimusena uuriti, milliseid aspekte ja nõudeid hõlmavad MSC laevade moderniseerimisprojektid.

Moderniseerimisprojektide puhul teevad erinevad MSC osakonnad ja spetsialistid koostööd. Näiteks tulevad nõuded ja ettepanekud Genfi jätkusuutlikkuse osakonnast, aga nõuete rakendumise viib ellu laevajuhtimise tehniline osakond. Oluline on, et laevad vastaksid IMO nõuetele ning oleksid kooskõlas kehtestatud reeglitega. Iga laeva olukorda, masinate ja laevakere korrasolekut vaadeldakse eraldi ning sõltuvalt laevasuurusest ja seisust hinnatakse, kuidas oleks laeva kõige paremini kohandada alternatiivkütuste hoiustamisega ja punkerdamise võimalustega.

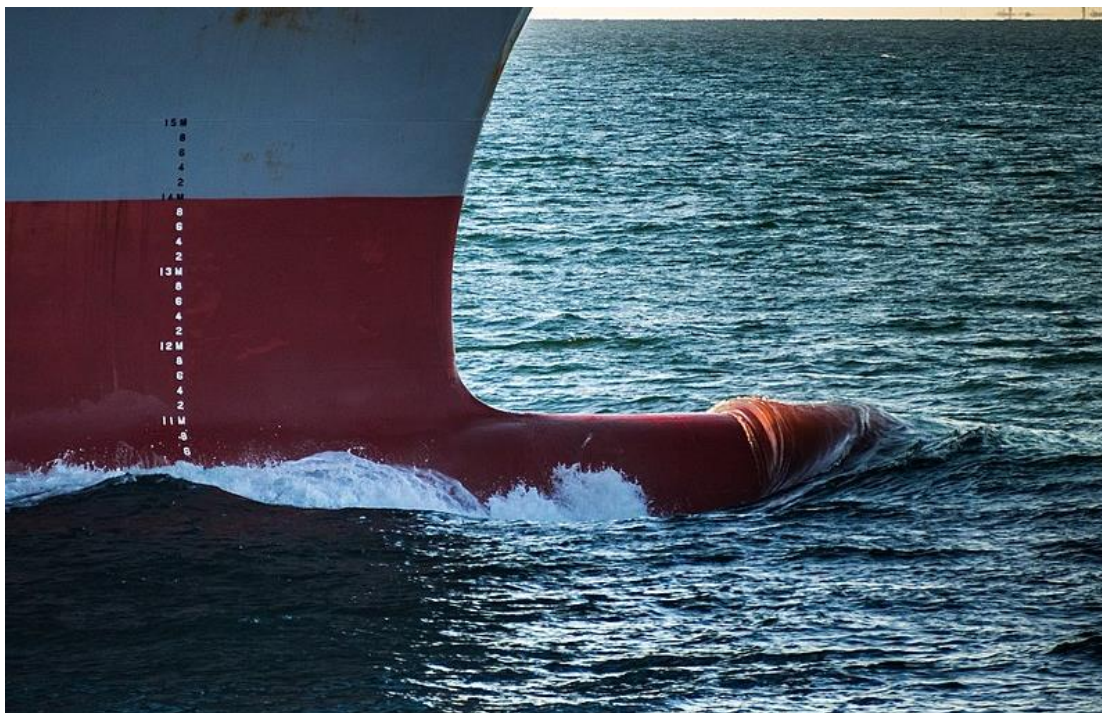
Kolmanda küsimuse eesmärk oli uurida välja, millistesse keskkonnasäästlikesse rohetehnoloogia arendustesse MSC investeerib.

Investeeringuid rohetehnoloogia arendustesse saab jaotada kolme gruppi. Esimene grupp hõlmab investeeringuid tõhususmeetmetesse, mille alla kuuluvad laevade moderniseerimised, muutes laevu energiatõhusamateks. Samuti investeeringuid erinevatesse energiaallikatesse ja alternatiivkütuste katsetamistesse. Hetkeseisuga on MSC kasutuses viis LNG kütusel töötavat konteinerilaeva, mis on täielikult modifitseeritud punkerdama ja hoiustama antud kütust. Teine grupp sisaldab investeeringuid digitaliseerimisse ning seadmetesse, mis aitavad tõhusamalt korraldada operatiivtööd ja sadamaoperatsioone. Kolmandasse gruppi kuuluvad investeeringud erinevate partnerlus- ja sidusrühmadega, kellega tehakse tihedat koostööd ühise eesmärgi nimel – süsinikuneutraalsuse saavutamiseks. Näiteks on laevandusfirmal partnerlussuhe rahvusvahelise nafta- ja gaasiettevõttega Shell, kellega tehakse koostööd netokütuste väljatöötamiseks.

Neljandas küsimuses soovis autor teada, milline on uute laevade konstruktsioonide võrdlus vanemate laevadega.

Intervjuueeritava sõnul on uued laevad rohkem digitaliseeritud ja suuremad ühe veetava tonni-meremiili kohta ehk konteinerite hoiustamisruum on suurem. Laevadel on täiustatud navigeerimissüsteemid ning laevakorstnad on varustatud parendatud puhastusfiltritega. Vööri puhul on kasutatud *bulbous bow* (vt Joonis 14) ehk pirnvööri disaini, mille esiosa ulatub ettepoole vahetult veeliini all. Antud disain vähendab veetakistust laevakerele, tehes laeva seilamise

sujuvamaks, kütusesäästlikumaks (kuni ligikaudu 15%) ja kiiremaks. Pirnvööriaga paralleelselt rakendatakse õhumulltehnoloogiat (ALS).



Joonis 14. Laeva pirnvöör

Allikas: Andrew Priest, 2015

Viienda küsimuse eesmärk oli selgitada välja, kuidas MSC garanteerib, et laevad vastaksid IMO nõuetele ja meetmetele.

Laevandusfirmal MSC on kaks laevajuhtimiskeskust (Itaalias ja Küprosel), mis tegelevad kogu põhilogistikaga ning laevade juhtimise ja tehnilise poolega. Antud halduskeskuse spetsialistid tagavad, et kõik laevad vastaksid IMO nõuetele ja meetmetele. Samuti kui IMO annab välja uue määruse, siis spetsialistid tagavad, et antud nõudeid järgitakse, sest tegu on merendussektori seadustega, mille mittejärgimise korral rakenduvad trahvid ning ebasoodsad mõjud keskkonnale.

Järgnevalt küsis autor intervjuueeritavalt hõõrdumisvastaste laevakere kattekihtide ja määrete kasutamise kohta ning uuris, kas nende kasutamist piiravad keskkonnakaitse nõuded.

Spetsialist tõi välja, et hõõrdumisvastaste kattekihtide ja määrete asemel kasutatakse üha rohkem õhumulltehnoloogiat, aga kattekihid või määrded, mida siiski kasutatakse, peavad olema kooskõlas IMO alla kuuluva MARPOL merereostuse vältimise nõuetega.

Seitsmendas küsimuses selgitati välja, millised on MSC logistilised üleminekulahendused energiatõhususe saavutamiseks.

Logistilised üleminekulahendused hõlmavad biokütuste programmi, uute energiatõhusamate laevade ehitamist ja autopargi laienemist. Biokütuste programmi on kaasatud ka kliendid, kellega alustatakse partnerlust ning kes soovivad vähendada oma heitkoguseid, olles ise osa tarneahelast.

Kaheksanda küsimuse eesmärk oli kuulda ettepanekuid, kuidas saaks vähendada laevade seisuaega sadamates, mis omakorda põhjustab pikenenud transiitaegu ja suurenenud kütusetarbimist.

Intervjueeritava sõnul on oluline pidevalt parendada operatiiv- ja tehnilist poolt, võttes kasutusse uusi seadmeid, tehnoloogiaid ja reaalaja andmevahetussüsteeme. Näiteks investeeritakse laevakere ja sõukruvi puhastavatesse robotlahendustesse, et kätke juurde haalatud laevade seisuaega kokku hoida. Samuti on oluline aspekt arendada igat tarneahela lüli eraldi, et kogu tarneahel oleks efektiivne ja sujuks võimalikult ilma tõrgeteta. Efektiivne tarneahela toimimine aitab kaasa transiitaegade parendamisele ja laevade seisuaega vähenemisele.

Üheksandas küsimuses küsis autor, mis on spetsialisti arvates majanduslikult (hinna suhtes) kõige efektiivsemad võimalused energiatõhususe saavutamiseks.

Kõige efektiivsem pikaajaline võimalus on majandusliku poole pealt erinevate alternatiivkütuste täiendav katsetamine, analüüsimine ja kasutusele võtmine. Põhjuseks toodi välja, et eelkõige on transpordisektoris kütused, mis mängivad suurt rolli keskkonna saastamisel ning hoiavad atmosfääri eraldatud heitkoguste protsendi kõrgel. Kõrge süsinikdioksiidi sisaldusega kütuste piiramine ja erinevate alternatiivlahenduste leidmine omab suurt mõju ning seda ka majandusliku poole pealt.

Kümnenda küsimusega uuriti, mis on peamised väljakutsed seoses süsinikdioksiidi vähendamise, millega MSC silmitsi seisab.

Põhiliseks väljakutseks toodi välja sobivate alternatiivkütuste välja selgitamise, kuna selle kohapealt ollakse veel uurimisetapis. Puuduvad pikaajalised katsetused, mis garanteeriksid täieliku arusaama, milline energiaallikas on just kõige efektiivsem ja optimaalsem energiatõhususe saavutamiseks, sest igal alternatiivkütusel on omad eelised ning puudused. Lisaks tuleb jälgida, et kasutusse võetavad alternatiivkütused ja tehnoloogiad oleksid sobilikud laevakonstruktsiooni ning masinaosadega. Näiteks on omaette väljakutse, kui laev on ehitatud 20-aastat tagasi ning kasutusse

võetakse uus tehnoloogia, aga selgub, et laeva ei saa moderniseerida vastavalt uue tehnoloogia nõuetele.

Viimase küsimusena soovis autor teada, millistel meetmetel on intervjueeritava hinnangul pikaajaliselt kõige efektiivsem mõju süsinikdioksiidi vähendamiseks.

Spetsialisti sõnul on kõige efektiivsem viis energiatõhususe saavutamiseks, kui kombineerida kõiki eelnevalt nimetatud strateegiaid, meetmeid ja viise kokku, nägemaks üldtulemust süsinikdioksiidi emissiooni vähenemises. Iga firma peaks üle vaatama oma tegevused ja parendama kasutusel olevaid meetmeid, leidmaks uusi lahendusi ja edendamaks koostööd erinevate sidusrühmadega, sest ainult üheskoos saab edasi liikuda süsinikuneutraalsuse poole.

3.2.2 Intervjuu MSC Eesti AS operatiivosakonna juhatajaga

Autor viis suulise eestikeelse intervjuu läbi operatiivosakonna juhatajaga MSC Eesti AS kontoris, kus küsiti kokku 12 küsimust (vt Lisa 3).

Esimese küsimusena uuriti, milliste alternatiivkütuste kasutamine omaks intervjueeritava hinnangul pikaajaliselt kõige soodsamat mõju keskkonnale. Lisaks uuriti, milline on alternatiivkütuste punkerdamise olemasolu sadamates.

Intervjueeritava sõnul on hetkeseisuga LNG kütuse kasutus kõige otstarbekam, kuna antud kütuse kättesaadavus on kõige kõrgem. LNG kütuse kohta on tehtud ka pikaajalisemaid uuringuid võrreldes teiste alternatiivkütustega ning antud kütus on juba kasutusel osadel ümberehitatud MSC konteinerilaevadel. Siiski tuleb LNG puhul meeles pidada, et metaani sisaldus on antud gaasis kõrge ning tegu pole nullheite kütusega. Sarnaselt *Sustainability* spetsialistiga tõi ka operatiivosakonna juhataja välja, et MSC on üleminekufaasis, otsides ja uurides erinevaid alternatiivkütuseid koos sidusrühmade ja partneritega. Investeeringuid tehakse biodiisli, bio metanooli ja sünteetilise metanooli infrastruktuuri, üritades laiendada tulevasi kütusetarneahelaid tootjate, tarnijate ja sadamate vahel. Ookeanivedude puhul nähakse potentsiaali järgnevatel kütusel: roheline ammoniaak, sünteetiline LNG, bio-LNG, sünteetiline metanool, bio metanool ja tuumaenergia. Tuumaenergia koos vesinikkütustega ei eralda atmosfääri heidet, aga mõlemad energiaallikad nõuavad suuri investeeringuid ning täiendavaid uuringuid. Lähimere konteinerivedude puhul arvatakse, et tulevikus on kasutuses elektrilised akud ja vesinikkütused.

Teise küsimusena selgitati välja, milliseid nõudeid hõlmavad MSC konteinerilaevade moderniseemisprojektid.

Laevade moderniseerimisprojektid hõlmavad *bulbous bow* (vt Joonis 14) ehk pirnvööri kasutamist, õhumulltehnoloogiat ning modernsemate kattekihtide ja määrete kasutamist, mis kõik aitavad kaasa veetakistuse vähenemisele laevakeredele. Lisaks paigaldatakse laevadele nutikaid ja uusimaid seadmeid ning andureid. Vanadel laevadel vahetatakse laevamootorid ja sõukruvid välja tõhusamate vastu.

Kolmanda küsimusena soovis autor teada, millistele laevaseadmetele ja tehnoloogia arendustele MSC investeerib.

Intervjueeritava sõnul investeerib MSC andmepõhistele ja tehisintellekti süsteemidele, mis seovad ja analüüsivad reaajas andmeid, võttes arvesse laeva kiirust, kandevõimet, ilmastikuolusid ja marsruudi teekonna pikkust. Pea- ja abimasinate külge monteeritakse erinevaid mehhanisme ning seadmeid, et masinad töötaksid efektiivsemalt ja energiatõhusamalt. Mida uuem ja jätkusuutlikum on tehnoloogia, seda väiksem on ka konteinerilaevadelt tulenev CO₂ hulk ja laevakütuse kulu.

Neljanda küsimusena andis intervjueeritav ülevaate, kuidas erinevad uute energiatõhusamate laevade konstruktiivselt vanadest laevadest.

Üks eesmärk ehitades uusi laevu on pikendada laevade kasutusiga aastates, mis on hetkeseisuga keskmiselt 20 aastat. Selleks tehakse laevadele moderniseerimisprojekte, mis hõlmavad kolmanda küsimuse all toodud meetmeid ja viise. Uute laevade konstruktsioonid on ehitatud *bulbous bow* laevakere disainil. Lisaks laevu digitaliseeritakse, tehakse automatiseeritumaks ja parendatakse täiustatud navigeerimissüsteemidega.

Järgmise küsimusena uuriti, kuidas MSC tagab, et laevad oleksid kooskõlas IMO poolt kehtestatud nõuete ja meetmetega.

MSC on rahvusvaheline laevandusfirma, mistõttu on eriti oluline, et kõik konteinerilaevad vastaksid IMO poolt kehtestatud nõuetele ning dokumendid oleksid kooskõlas reeglitega. MSC spetsialistid ja osakonnad teevad selle nimel tihedat koostööd, et kõiki reegleid ja tingimusi järgitakse ning ollakse kursis uusimate informatsioonivoogudega.

Kuuenda küsimusena selgitati välja, millised on MSC logistilised üleminekulahendused energiatõhususe saavutamiseks ning süsinikdioksiidi emissiooni vähendamiseks.

Paralleelselt merevedudele pakub MSC klientidele sisemaatransporti (maantee- ja raudteetransport) enam kui 80 riigis, mistõttu on eesmärkide hulgas ka energiatõhususe

saavutamine sisemaatranspordi kaubavedudes. Logistilised üleminekulahendused panevad rõhku kütuste säästmisele, mille eesmärk on vältida sõidukite tühje sõite ja mootori töötamist seismise ajal ning terminalides ja sadamates olevate elektriseadmete laiaulatuslikku kasutuselevõttu. Näiteks kasutatakse ladudes elektritõstukeid diislikütustel töötavate tõstukite asemel. Intervjueeritava sõnul töötab üha rohkem laevu sadamates ka sadamaelektri toimel, mis võimaldab laevadel oma mootorid (kaasa arvatud abimootorid) välja lülitada, mitte paisates seeläbi atmosfääri CO₂ emissiooni. Üleminekulahendused hõlmavad veel taastuvate energiaallikate kasutamist, multimodaalsete lahenduste ja infrastruktuuri sidumist ning sadamatega koostöö arendamist.

Seitsmendas küsimuses küsiti operatiivosakonna juhatajalt, millised on ettepanekud vähendamaks kai ääres seisvate laevade seisuaegu, arvestades, et seisuajad põhjustavad omakorda transiitaegade pikenedamisi ning laevakütuste tarbimise suurenemist.

Operatiivosakonna juhataja sõnul on märksõnaks tihe kommunikatsioon sadamate, laevapere liikmete, ametiasutustega, terminalide ja operatiivtööga tegelevate inimeste vahel vähendamaks laevade seisuaegu. Osapoolte vahel tuleb vahendada teavet laevade hilinemistest, laevagraafikute ümbertegemistest, erinevate probleemide lahendustest, laevakiiruse muudatustest (seal hulgas laevakiiruse tõstmisest), vabadest kaikohtadest ning kellaaegadest ja kuupäevadest, millal sadamast väljus laev ja millal sadamasse saabus (koostamiseks laevade reisiplaan). Pikenenud seisuaega aitab ka vältida, kui laevade *cut-off* ehk lukustusaegsid järgitakse ning ei pikendata, mis eeldab, et kõikide eksport- ja importtellimuste üldkonteinerimahu kohta on teada vajalikud dokumendid ja andmed olemas ning dokumendid klapiivad tolliandmetega. Sel juhul saab ka õigel ajal laevaplaanid koostatud ja manifestid saadetud järgnevasse vahe- või lõppsadamatesse, kus omakorda hakatakse plaane koostama seoses laevade saabumiste ning konteinerite virnastamise ja tõstmistega.

Kaheksandas küsimuses soovis autor teada, kuidas saaks intervjueeritava hinnangul parendada MSC konteinerilaevade ja sadamate omavahelist andme- ja infovahetust, et operatiivtöö sujuks tõhusamalt ning laevad oleksid paremini graafikus.

Laevandusfirma kasutab laevastikuportaali nimega Fleet Portal, kus on koos agendid ja laevade eest vastutavad isikud üle kogu maailma, kes suhtlevad ning jagavad omavahel informatsiooni. Omavahelist andme- ja infovahetust saab parendada, mida tihedamalt ja uuemalt informatsiooni üksteisega vahendatakse, olgu selleks näiteks teave laeva hilinemise, seisuaaja, ilmastikuolude, konteinerite, marsruutide, dokumentide või laevaplaanide kohta.

Üheksandas küsimuses uuriti, millised tehnoloogiad ja meetmed on juhataja hinnangul kõige optimaalsemad majandusliku poole pealt saavutamaks energiatõhusust.

Intervjueeritava hinnangul on majandusliku poole pealt kõige otstarbekam investeerida uutesse tehnoloogiatesse ja seadmetesse ning erinevatesse partnerlussuhetesse ja koostöö programmidesse. Laevastiku uuendamine jätkusuutlike rohetehnoloogiatega võimaldab õhku eralduvaid heitkoguseid vähendada, tagades laevamasinate efektiivsuse ja sujuvama töötamise. Üksinda on ühel firmal raske liikuda süsinikuneutraalsuse poole, aga koostöös erinevate laevaoperaatorite, agentide ja sidusrühmadega on antud eesmärgi saavutamine tõenäolisem ja tulemus kiirem tulema. Tehnoloogia parendamine annab võimaluse ka alternatiivkütuste kasutuselevõtuks.

Kümnenda küsimusega kaardistati peamised väljakutsed, millega laevandusfirma MSC võib silmitsi seista süsinikdioksiidi emissiooni vähendamiseks.

Operatiivosakonna juhataja ja MSC *Sustainability* spetsialisti arvamused kattuvad, et põhiline väljakutse on madala süsinikusisaldusega ja süsinikdioksiidvabade kütuste kättesaadavus, mis nõuab suuri investeeringuid, lisauuringuid, katsetusi ja tootmispunkte. Teine asjaolu seoses alternatiivkütustega on leida osapooli üle kogu maailma, kes oleksid nõus antud kütuseid tootma, võimaldama sõlmpunkte punkerdamiseks ning remontima ja tootma laevadele modifitseeritud või uusi varuosi.

Viimases küsimuses selgitati välja, millised meetmed omavad intervjueeritava hinnangul kõige efektiivsemat mõju pikaajaliselt konteinerilaevadelt tuleneva süsinikdioksiidi vähendamiseks.

Süsinikdioksiidi vähendamiseks on tähtis, et iga laevakapten järgiks kehtestatud EEOI indikaatorit ning ei ületaks lubatud CII laevakiirust, pidades nõutud kohustuslikest reeglitest kinni. Efektiivsemat mõju omavad pikaajaliselt alternatiivkütuste kasutamine ja vanade laevade moderniseerimisprojektide kasutuselevõtt koos uusimate tehnoloogiatega. Intervjueeritav toob uuesti esile kommunikatsiooni ja koostöö olulisuse erinevate osapooltega, sest ainult üheskoos on võimalik liikuda süsinikuneutraalsuse poole.

3.3 Järeldused

Võttes arvesse analüüsitud tulemusi on lõputöö autori arvates laevandusfirmal MSC erinevaid potentsiaalseid võimalusi vähendamaks konteinerilaevadelt süsinikdioksiidi emissiooni aastaks 2050.

Nii autori kui ka MSC kollektiivi hinnangul on peamisteks põhjusteks fossiilkütuste jätkuv kasutamine ning vana laevastiku ja masinaosade aeglane välja vahetus, miks CO₂-heite hulk on laevandussektoris jätkuvalt kõrge. Emissiooni hulga vähendamiseks atmosfäärist omab eelkõige tõhusat mõju alternatiivkütuste kasutamine, mis eeldab investeeringuid erinevate kütuste tootmisteks ja punkerdamiskohtade võrgustiku laiendamisteks. Autor on arvamusel, et majandusliku poole pealt on vähese süsinikusisaldusega või süsinikdioksiidi vabade kütustesse investeerimine kulukas, aga pikas perspektiivis kõige optimaalsem ja efektiivsem. Lähiaastatel on otstarbekam eelkõige LNG kütuste (nii sünteetilise kui ka bio) kasutamine üleminekulahendusena, olenemata gaasis olevale metaanisisisaldusele, sest võrreldes fossiilkütustega eraldub laevadelt LNG kütuste korral vähem CO₂ atmosfääri. Biodiisel on ka MSC firmal hea alternatiiv üleminekukütusena, sest toiduõlides ja loomsetest rasvadest toodetud biokütus omab taasringluse mõju ning majandusliku poole pealt ei vaja laevad erilisi ümberehitusi ja masinate kohandusi, sest biokütuse energiatihedus on sarnane fossiilkütusele ning biodiisli tootmine on kulude poolest pigem soodsam võrreldes teiste kütustega. Miinuseks on asjaolu, et ületootmine toob kaasa põldude ja maapindade üleharimise ning kuivenemise, mis keskkonna poole pealt on ebasoodsa mõjuga. Siiski usub autor, et kui 2030 aastaks on vesinikkütuste tootmispunkte ja uuringuid piisavalt tehtud, siis antud kütuse kasutamine omaks aastaks 2050 kõige tugevamat mõju keskkonnale CO₂ jalajälje vähendamisel, eraldades õhkkonda null CO₂.

Teine optimaalne võimalus MSC konteinerilaevadelt heitkoguste vähendamiseks on laevu moderniseerida uute energiatõhusamate laevaosadega, nagu näiteks täiustatud sõukruvide, laevamootorite ja mehhanismidega, mis omakorda parandavad ka laeva CII hinnangut. Autor arvab, et pirnvööri disaini kasutamine on hea lahendus, mida MSC kasutab moderniseeritud ja uutel konteinerilaevadel. Läbi pirnvööri disaini väheneb veetakistus laevakererele, mis muudab laevasõidu kiiremaks, sujuvamaks ja kütusesäästlikumaks.

Autor leiab, et vanadele laevadele oleks mõistlik monteerida laevamootorite külge mootori võimsuse piirajad, mis takistaksid mootori võimsuse maksimaalse võimsusega kasutamist, aga uutel laevadel poleks mõtet, kuna uute laevade mootori võimsused peaksid juba olema kooskõlas

kehtestatud regulatsiooni nõuetega ning laevakaptenid peaksid järgima EEOI indikaatorit ning laevadele kehtestatud CII kiiruse nõudeid.

Tulemustest selgub, et tõhusad võimalused süsinikuneutraalsuse saavutamiseks on ka uue tehnoloogia rakendamine ja tarkvara kasutusele võtmine, mis aitavad protsesse ning infovahetust efektiivsemaks muuta. Laevastiku uuendamine jätkusuutlike tehnoloogiatega võimaldab õhku eralduvaid heitkoguseid ja laevakütuse kulu vähendada. Autor leiab, et täiustatud infovahetuse protsessid ja andmeanalüüsid on aluseks kiirema teabe ja andmevahetuse vahendamisele erinevate osapoolte vahel. Seega investeeringud tehnoloogiatesse ja digitaliseerimisse aitavad korraldada tõhusamalt operatiivtööd ning laevade ja sadamate vahel olevaid operatsioone, parendades ka suhtlust sidusrühmade vahel.

Logistiliste üleminekulahendustena näeb autor jätkuvalt kaldaäärse elektritoite võimaldamise laiendamist sadamates, taastuenergiaallikatelt (päikese- ja tuuleenergialt) saadud elektri rakendamist terminalides ning seadmete ja masinate automatiseerimist. Eelnevalt mainitud võimalused aitavad pikas perspektiivis vähendada laevade seisuaegasid, kiirendada sadamaoperatsioone ning laiendada infrastruktuuri, pakkudes ka multimodaalsemaid lahendusi.

Analüüsi hinnangul omavad väiksemat efekti, aga siiski abistavat mõju süsinikdioksiidi emissiooni vähendamisel, hõõrdumisvastaste kattekihtide ja määrete kasutamine laevakeredel ning sõukruvide ja laevakerede puhastamine elusorganismidest. Jätkusuutliku tarnevõrgustiku saavutamise ja kommunikatsiooni parendamise eelduseks aastaks 2050 on koostöö edendamine klientide, agentide, partnerite ja merendustööstusharu isikutega.

Autor arvab, et analüüsitud andmete ja tulemuste põhjal on laevandusfirma MSC Eesti AS võimeline vähendama süsinikdioksiidi ökoloogilist jalajälge aastaks 2050 läbi mainitud viiside, meetmete ja strateegiate.

3.4 Soovitused

Tuginedes lõputöö raames analüüsitud materjalidele, küsitluse tulemustele ja läbi viidud ekspertintervjuudele, pakub autor välja laevandusfirmale MSC järgnevad soovitused edaspidiseks:

- madala süsinikusisaldusega ja süsinikdioksiidvabade kütuste tootmisetappide arendamine ja võimaluste leidmine;

- alternatiivkütuste punkerdamiskohtade laiendamine;
- laevaremondi töökodade edendamine sadamati ja terminaliti;
- modifitseeritud või uute laeva varuosade kättesaadavuse täiendamine;
- partnerlussuhete arendamine rahvusvahelisel tasandil;
- koostööprogrammide ja rahastuse leidmine;
- lähiaastatel eelkõige LNG kütustel töötavate laevade arvukuse suurendamine;
- lisaks õhumulltehnoloogiale leida sarnaseid tehnoloogiaid, mis võimaldaksid vähendada veetakistust laevakeredele;
- digitaalsete andurtehnoloogiate arendamine, mis võimaldaksid vastu võtta ja edastada kiiremini ning täpsemini operatiivandmeid;
- investeeringud marsruudi optimeerimissüsteemidesse, mis võtaksid arvesse ilmastikutingimusi, laevakiirust, teepikkust ja sadamates olevate kaikohtade kättesaadavust ning ülekoormatust;
- reaalaja- ja andmevahetus süsteemide arendamine laevati ning sadamate, laevaliikmete, terminalide ja operatiivtööga tegelevate inimeste vahel;
- kaardistada iga 5 aasta tagant peamised CO₂ emissiooni vähendamise väljakutsed ning sealpoolsed lahendused;
- *Fleet Portal* programmi täiustamine.

Autori ettepanekud võimuorganitele on lisada konkreetsust ning läbipaistvust regulatsioonidesse ja piirangutesse. Informeerida ja tõsta inimeste teadlikkust veelgi CO₂ tagajärgedest ning nõuetest läbi konverentside, programmide ja reklaamkampaniate. Pakkuda ettevõtetele hüvesid ja toetusi läbi fondide ning rahastamist, näiteks tehnoloogiatesse ning alternatiivkütuste katsetamistesse, kiirendamiseks alternatiivkütuste kasutuselevõtu protsessi. Lisaks sarnaselt analüüsitud tulemustele teha tihedamaid ülevaatusi seoses nõuete järgimisega ning nõuda ettevõtelt tehnoloogiliste vahendite olemasolul nende kasutuselevõttu.

Kokkuvõte

Suur osa maailma kaubandusest liigub meritsi, mistõttu on tähelepanu all merendussektorilt heitkoguste vähendamine, mis põhjustab keskkonna kliimaprobleeme, merevee happelisust ja õhusaastet. IMO on püstitanud strateegilise eesmärgi, et aastaks 2050 peab rahvusvahelise laevanduse süsinikdioksiidi emissioon vähenema 70% võrreldes 2008. aastaga. Sellest tulenevalt on püstitanud laevandusfirma MSC jätkusuutliku tegevuskava aastaks 2050, mis hõlmab erinevaid strateegiaid ja meetmeid süsinikdioksiidi emissiooni vähendamiseks.

Käesoleva lõputöö eesmärk oli uurida ja selgitada välja, millised on MSC kõige optimaalsemad ja efektiivsemad võimalused konteinerilaevadelt CO₂ emissiooni vähendamiseks. Hüpootees oli, et MSC Eesti AS on võimeline vähendama CO₂ ökoloogilist jalajälge aastaks 2050. Selleks viidi läbi küsitlus MSC Eesti AS operatiiv-, impordi-, ekspordi ja müügiosakonna spetsialistide seas ning intervjueriti Genfi MSC *Sustainability* spetsialisti ja MSC Eesti AS operatiivosakonna juhatajat. Uuringu tulemusena tegi autor omapoolsed soovitusel MSC firmale.

Analüüsitud küsitluse tulemustega kaardistati kollektiivi seisukohad ja ettepanekud. Küsitluse tulemustest selgus, et 75% vastanutest usuvad, et MSC on võimeline vähendama CO₂ heitkoguseid ja aastaks 2050 on saavutatud süsinikneutraalsus, mis on autori arvates positiivne. Põhilisteks meetmeteks pakuti välja alternatiivkütuste kasutamise, uute tehnoloogiate kasutusele võtu nii laevades kui ka sadamates ning vanade laevaosade väljavahetuse ja laevade modifitseerimise. Vastanute arvates omaks kõige soodsamat mõju keskkonnale bio LNG, sünteetiline LNG ja vesinikkütused, millest LNG kütuse kasutusala on hetkeseisuga MSC konteinerilaevade seas kõrgeim. Vesinikkütuse kasutamisevõtul nähakse tugevat potentsiaali tulevikus, mis omaks soodsat mõju keskkonnale ning ei eraldaks atmosfääri CO₂. Lisaks olid vastajad arvamusel, et kõikidel laevamootoritel ei peaks olema võimsuse piirajad peal ning laevadele kehtestatud CII kiiruseid ei ole võimalik lähiaastatel veelgi vähendada, kuna see mõjutaks kogu tarneahela efektiivsust ja ärilist poolt.

Ekspertintervjuud andsid ülevaate spetsialistide arvamustest, hoiakutest ja visioonidest seoses süsinikdioksiidi vähendamisvõimalustega ning strateegiatega. Kokkuvõtvalt omab eelkõige tõhusat mõju CO₂ hulga vähendamiseks atmosfääris alternatiivkütuste kasutamine. Probleeme võib tulevikus esineda tootmis- ja punkterduskohtade kättesaadavusega. Üleminekulahendusena on otstarbekas kasutada LNG kütuseid ja biodiislit. Ekspertide hinnangutel on oluline laevu moderniseerida uute energiatõhusamate laevaosadega, nagu näiteks täiustatud sõukruvide,

laevamootorite ja mehhanismidega ning sadamaid automatiseerida ja täiendada kaldaäärse elektritoite võimalustega. Uuendatud tehnoloogia ja tarkvara kasutuselevõtt aitavad protsesse ning infovahetust efektiivsemaks muuta, vähendades seeläbi ka laevakütuse kulu. Autor leiab, et majandusliku poole pealt on mõistlik teha investeeringuid tehnoloogiatesse ja digitaliseerimisse, mis aitavad korraldada tõhusamalt operatiivtööd ja sadamaoperatsioone. Autor teeb ettepaneku parendada laevade, agentide ning sadamate kasutuses olevaid programme ja andmevahetussüsteeme, mis teeks suhtluse ja reaajas liikuva andmevahetuse sujuvamaks sidusrühmade vahel.

Lõputöö viimases uurimuslikus alapeatükis antakse soovitusel laevandusfirmale MSC. Autori poolseteks soovitusteks on:

- madala süsinikusisaldusega ja süsinikdioksiidvabade kütuste tootmisetappide arendamine ja võimaluste leidmine;
- laevaremondi töökodade ja alternatiivkütuste punkerdamiskohtade laiendamine sadamati/terminaliti;
- modifitseeritud või uute laeva varuosade kättesaadavuse täiendamine;
- partnerlussuhete arendamine rahvusvahelisel tasandil ning erinevate koostöö programmide ja rahastuste/fondide leidmine;
- investeeringud marsruudi optimeerimissüsteemidesse ja digitaalsetesse andurtehnoloogiatesse, mis võimaldaksid vastu võtta ja edastada kiiremini ning täpsemini operatiivandmeid;
- kaardistada iga 5 aasta tagant peamised CO₂ emissiooni vähendamise väljakutsed ning vastavad lahendused.

Lõputöö raames täideti püstitatud hüpotees ja eesmärk. Järeldati, et MSC Eesti AS on võimeline vähendama süsinikdioksiidi ökoloogilist jalajälge aastaks 2050 ning pakuti optimaalsed võimalused selle saavutamiseks. Lõputöö autor tänab MSC kollektiivi ning Genfi MSC *Sustainability* spetsialisti ja MSC Eesti AS operatiivosakonna juhatajat, kes aitasid ellu viia uurimuslikus osas püstitatud eesmärged. Lõputöös analüüsitud tulemustest ja järeldustest saab MSC Eesti AS tegevdiriector teha omapoolsed ettepanekud energiatõhususe saavutamiseks teistele MSC kontoritele.

Summary

Title of thesis: POSSIBILITIES FOR REDUCING CARBON DIOXIDE EMISSIONS FROM THE SHIPPING COMPANY MSC EESTI AS' CONTAINER VESSELS BY THE YEAR 2050

Author: Marcella Raud

Language: Estonian

Keywords: MSC Eesti AS, carbon dioxide, environment, reduction possibilities, IMO requirements, EU regulations, directives

Volumes: page volume of the substantive part of the thesis 52, number of figures 14, number of tables 2, number of formulas 6, number of used sources 44

A large part of the world's trade moves by sea, therefore the focus is on reducing emissions from the maritime sector, in order to prevent climate problems, seawater acidity and air pollution. The IMO has adopted an initial greenhouse gas strategy for international shipping in order to reduce carbon dioxide emissions by 70% in 2050 compared to 2008. Alongside this, the shipping company MSC has established a sustainability plan for the year 2050, which includes various strategies to reduce carbon dioxide emissions. There is no previous thesis on the topic that would investigate the possibilities of reducing CO₂ emissions from MSC Eesti AS vessels, therefore the theme of the thesis is new.

The objective of this thesis was to investigate and find out what are the most optimal and effective options for MSC to reduce carbon dioxide emissions from container vessels. The hypothesis was that MSC is able to reduce carbon dioxide ecological footprint by 2050. To achieve the objective, the following research tasks were set:

- analyse which alternative fuels, lubricants, vessel parts, technologies and modernisation possibilities are used;
- investigate how vessel speed and power are related to CO₂ emissions and how the Energy Efficiency Index (EEDI) is related to this;
- compare different MSC measures and their effectiveness in achieving carbon neutrality;
- to evaluate the strategies and possibilities of the shipping company MSC Eesti AS.

Survey and interviews were conducted as a research method. Survey was conducted among the specialists of Operations, Import, Export and Sales department of MSC Eesti AS in order to map their views and opinions. Interviews were conducted with Geneva MSC Sustainability specialist and MSC Eesti AS Operations department manager.

The results of the survey revealed that 75% of the respondents believe MSC is capable of reducing CO₂ emissions and MSC will achieve carbon neutrality by the year 2050. The main possibilities proposed were the use of alternative fuels, the introduction of new technologies in vessels and ports, and the replacement of old vessel parts and vessel modifications. Bio-LNG, synthetic LNG and hydrogen fuels would have the most effective impact on the environment. In the future, a strong potential is seen in the use of hydrogen fuel, which would have a favorable effect on the environment. The respondents were on the opinion that all vessel engines should not have power limiters on them.

The expert interviews gave an overview of the specialists opinions and visions regarding carbon dioxide reduction possibilities and strategies. The use of alternative fuels, which requires investments in research and testing of fuels, has a particularly effective effect on reducing the CO₂ from the atmosphere. As a transitional solution, it is practical to use LNG fuels and biodiesel. According to experts, it is important to modernise vessels with new, more energy-efficient vessel parts, such as improved propellers, marine engines and mechanisms. Also to automate and supplement ports with shoreside power supply options. The implementation of updated technology and software helps to make processes and information exchange more efficient, thereby reducing the cost of marine fuel. In author opinion, from the economic point of view, it is reasonable to invest in technologies and digitalisation, which help to organise operative work and port operations more efficiently. The author proposes to further develop communication, real-time and data exchange between ports and agents, by improving the programs and data exchange systems.

In the final sub-chapter of the thesis, recommendations were given to the shipping company MSC. The author's recommendations were following:

- development of alternative fuel production and availability;
- expansion of ship repair workshops and bunkering places for alternative fuels;
- improving the availability of modified and new vessel spare parts;

- development of partnerships at the international level, finding different cooperation programs and funds;
- investments in route optimisation systems and digital sensor technologies, which would enable receiving and transmitting operational data faster and more accurately;
- map out the main challenges of reducing CO₂ emissions in every 5 years.

In the framework of the thesis, the set hypothesis and objective were accomplished. MSC Eesti AS is capable of reducing the ecological footprint of carbon dioxide by 2050, and the optimal opportunities to achieve the goal were found. Based on the results and conclusions analysed in the thesis, the managing director of MSC Eesti AS can make her own proposals for achieving energy efficiency to other MSC offices.

Viidatud allikad

- Agarwal, M. (2019, April 26). What is The Speed of a Ship at Sea? Marine Insight.
<https://www.marineinsight.com/guidelines/speed-of-a-ship-at-sea/> (12.03.2023)
- Andrew Priest. (2015, December 15). Los Angeles Trader Bulbous Bow.
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Los_Angeles_Trader_Bulbous_Bow_\(132409489\).jpeg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Los_Angeles_Trader_Bulbous_Bow_(132409489).jpeg) (17.04.2023)
- ANNEX 19 resolution MEPC.323(74) (adopted on 17 May 2019) invitation to Member States to encourage voluntary cooperation between the port and shipping sectors to contribute to reducing GHG emissions from ships.
<https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MEPCDocuments/MEPC.323%2874%29.pdf> (16.03.2023)
- Bockmann, M. (2022). Shipping emissions rise 4.9% in 2021. Lloyd's List.
<https://lloydslist.maritimeintelligence.informa.com/LL1139627/Shipping-emissions-rise-49-in-2021> (24.03.2023)
- Brief History of IMO. (n.d.). International Maritime Organization.
<https://www.imo.org/en/About/HistoryOfIMO/Pages/Default.aspx> (04.03.2023)
- Certifications. (n.d.). MSC. <https://www.msc.com/en/sustainability/certifications> (20.03.2023)
- CO₂ emission performance standards for cars and vans. (n.d.). European Commission. Retrieved 6 April 2023, from https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport-emissions/road-transport-reducing-co2-emissions-vehicles/co2-emission-performance-standards-cars-and-vans_en (04.03.2023)
- Cutting GHG emissions from shipping – 10 years of mandatory rules. (2021). International Maritime Organization.
<https://imopublicsite.azurewebsites.net/en/MediaCentre/PressBriefings/pages/DecadeOfGHGAction.aspx> (02.03.2023)
- Eesti Mereinstituut. (2020). Hapestumise olukorra kirjeldamise alusuuring Eesti rannikumeres. Tartu Ülikool.

Enabling Logistics Decarbonisation. (n.d.). MSC.

<https://www.msc.com/en/sustainability/enabling-logistics-decarbonisation> (21.03.2023)

Ettepanek: Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määrus, milles käsitletakse alternatiivkütuste taristu kasutuselevõttu ja millega tunnistatakse kehtetuks Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv 2014/94/EL, 2021, COM(2021) 559 final, 2021/0223 (COD), https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:dbb134db-e575-11eb-a1a5-01aa75ed71a1.0011.02/DOC_1&format=PDF (17.03.2023)

Euroopa Kontrollikoda. (2014). Kuidas arvutavad, vähendavad ja kompenseerivad ELi institutsioonid ja organid oma kasvuhoonegaaside heidet? Eriaruanne nr 14/2014. Euroopa Liidu Väljaannete Talitus. <https://data.europa.eu/doi/10.2865/66733> (17.03.2023)

Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiiv 2009/15/EÜ, 23. aprill 2009, laevade kontrollimise ja ülevaatusega tegelevate organisatsioonide ja veeteede ametite vastavat tegevust käsitlevate ühiste eeskirjade ja standardite kohta (uuestisõnastatud versioon), 2009, O.J (L131) 47, EUR-Lex

Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määrus (EL) 2015/757 29. aprill 2015, mis käsitleb meretranspordist pärit süsinikdioksiidi heitkoguste seiret, aruandlust ja kontrolli ning millega muudetakse direktiivi 2009/16/EÜ, 2015 O.J. (L123) 55, EUR-Lex

Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määrus (EL) 2018/1999, milles käsitletakse energialiidu ja kliimameetmete juhtimist ning millega muudetakse Euroopa Parlamendi ja nõukogu määrusi (EÜ) nr 663/2009 ja (EÜ) nr 715/2009, Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiive 94/22/EÜ, 98/70/EÜ, 2009/31/EÜ, 2009/73/EÜ, 2010/31/EL, 2012/27/EL ja 2013/30/EL ning nõukogu direktiive 2009/119/EÜ ja (EL) 2015/652 ning tunnistatakse kehtetuks Euroopa Parlamendi ja nõukogu määrus (EL) nr 525/2013, 2018 O.J. (L 328) 1, EUR-Lex

Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määrus (EL) 2021/1119 30.juuni 2021, millega kehtestatakse kliimaneutraalsuse saavutamise raamistik ning muudetakse määruseid (EÜ) nr 401/2009 ja (EL) 2018/1999 (Euroopa kliimamäärus), 2021 O.J. (L 243) 1, EUR-Lex

European Maritime Safety Agency. (2018). Laevaliikluse seire – SafeSeaNet. European Commission. <http://data.europa.eu/88u/dataset/safe-sea-net> (16.03.2023)

Faber, J., Huigen, T. & Nelissen, D. (2017). Regulating speed: a short-term measure to reduce maritime GHG emissions. https://cedelft.eu/wp-content/uploads/sites/2/2021/03/CE_Delft_7L90_Regulating_speed_DEF.pdf (29.02.2023)

gCaptain. (2018). Here is the IMO's Full Briefing on Its Strategy to Reduce Greenhouse Gas Emissions from Ships. GCaptain. <https://gcaptain.com/here-is-the-imos-full-briefing-on-its-strategy-to-reduce-greenhouse-gas-emissions-from-ships/> (10.04.2023)

GL Reynolds. (2019). The multi-issue mitigation potential of reducing ship speeds. Seas at Risk, Transport & Environment. <https://seas-at-risk.org/wp-content/uploads/2021/03/2019.6.11.-Mitigation-ship-speeds.pdf> (10.04.2023)

Heitkogustega kauplemine. (2021). Keskkonnaministeerium. <https://envir.ee/kliima/susinikuturud/heitkogustega-kauplemine> (10.02.2023)

Initial IMO GHG Strategy. (n.d.). International Maritime Organization. <https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Reducing-greenhouse-gas-emissions-from-ships.aspx> (20.03.2023)

International Energy Efficiency Certificate (IEEC) and Ship Energy Efficiency Management Plan (SEEMP). (n.d.). Human Environment and Transport Inspectorate. <https://english.ilent.nl/themes/r/required-documents/ieec-and-seemp> (28.03.2023)

Journey to Net Zero. (n.d.). MSC. <https://www.msc.com/en/sustainability/enabling-logistics-decarbonisation/journey-to-net-zero> (04.04.2023)

Kasvuhoonegaasid Eestis. (2023). Keskkonnaministeerium. <https://envir.ee/kliima/kasvuhoonegaasid#kasvuhoonegaaside-he--accordion> (02.02.2023)

Komisjoni rakendusmäärus (EL) 2020/1208, 7. august 2020, Euroopa Parlamendi ja nõukogu määruse (EL) 2018/1999 kohaselt liikmesriikide esitatava teabe struktuuri, vormi, esitamise ja ülevaatamise ning komisjoni rakendusmääruse (EL) nr 749/2014 kehtetuks tunnistamise kohta, 2020, O.J (L 278) 1, EUR-Lex

Laast, J. (2021, May 12). CO2. Segadust külvav kasvuhoonegaas. Postimees. <https://4jaleht.postimees.ee/7245902/co2-segadust-kulvav-kasvuhoonegaas> (02.02.2023)

Meet Our Leadership. (n.d.). MSC. <https://www.msc.com/en/about-us/management> (12.04.2023)

Merendus. (2021, July 14). Keskkonnaministeerium. <https://envir.ee/merendus> (11.02.2023)

Mis on süsiniku neutraalsus ja kuidas seda saavutada aastaks 2050? (2021). Euroopa Parlament. <https://www.europarl.europa.eu/news/et/headlines/society/20190926STO62270/mis-on-sysiniku-neutraalsus-ja-kuidas-seda-saavutada-aastaks-2050> (11.02.2023)

MSC Invests in New Efficiency Solution to Reduce Emissions from Fleet. (2021). MSC. <https://www.msc.com/en/newsroom/news/2021/september/msc-invests-in-new-efficiency-solution-to-reduce-emissions-from-fleet> (12.04.2023)

MSC Sustainability Report. (2021). MSC.

MSC. (n.d.) Latest IMO Regulation. [PowerPoint presentatsioon].

MSC. 2023. IMO regulations on the reduction of GHG emissions from ships. [PowerPoint presentatsioon].

New requirements for international shipping as UN body continues to address greenhouse gas emissions. (2016). International Maritime Organization. <https://imopublicsite.azurewebsites.net/en/MediaCentre/PressBriefings/Pages/28-MEPC-data-collection--.aspx> (27.03.2023)

Pariisi kliimakokkulepe. (2023). Euroopa Ülemkogu. Euroopa Liidu Nõukogu. <https://www.consilium.europa.eu/et/policies/climate-change/paris-agreement/> (28.03.2023)

Pariisi kokkulepe – ÜRO kliimamuutuste raamkonventsioon. (n.d.). EUR-Lex. <https://eur-lex.europa.eu/content/paris-agreement/paris-agreement.html?locale=et> (28.03.2023)

SEI Tallinn. (2021). Transpordi ja liikuvuse arengukava 2021–2035 keskkonnamõju strateegilise hindamise aruanne. Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium. <https://www.sei.org/wp-content/uploads/2022/01/transpordi-ja-liikuvuse-arengukava-ksh-aruanne-logoga.pdf> (07.03.2023)

Simpson Spence & Young. (2022). Simpson Spence & Young Outlook 2022. https://www.ssyonline.com/media/2016/ssy-2022-outlook-final.pdf?fbclid=IwAR0zPbmsUUh09FgkbMqQQgnGFXkayc35U_shuuYLihMe_lt8wqKCpSSnTu0 (16.03.2023)

Supporting implementation of air pollution and energy efficiency rules – MARPOL amendments enter into force. (2022). International Maritime Organization. <https://www.imo.org/en/mediacentre/Pages/WhatsNew-1705.aspx> (04.04.2023)

The Clydebank declaration: green corridors kickstarting the adoption of long-term solutions. (2022, March 28). Watson Farley & Williams. <https://www.wfw.com/articles/the-clydebank-declaration-green-corridors-kickstarting-the-adoption-of-long-term-solutions/> (15.04.2023)

The MSC Group. (n.d.). MSC. <https://www.msc.com/en/about-us/msc-group> (10.04.2023)

Veeteede Ameti Teataja. (2013). Veeteede Amet, 2013(1).

What is EEOI – Energy Efficiency Operational Indicators? (n.d.). Marine Digital. https://marine-digital.com/article_eeoi (20.03.2023)

Lisa 1. Küsimustik laevandusfirmale MSC Eesti AS

Microsoft Words kaaskiri

Tere,

Küsimustiku eesmärk on kaardistada MSC Eesti AS spetsialistide hoiakuid ja arvamusi laevameetmetest ning süsinikdioksiidi emissiooni vähendamisest.

Vastajatele tagatakse anonüümsus ning vastuseid kasutatakse lõputöö analüüsi eesmärgil. Keskmiselt kulub küsimustiku vastamiseks 5 minutit.

Tänud ette!

1. Mis on Teie hinnangul põhilised põhjused, miks süsinikdioksiidi hulk on jätkuvalt kõrge laevandussektoris? Valides 'Muu' palun selgitage.

- Fosiilkütuste jätkuv kasutamine
- Laevakiiruse ebäühtlane kasutamine
- Pikenenud transiidiajad sadamate ülekoormuse tõttu
- Sadama- ja terminalitegevuse madal efektiivsus
- Vana laevastiku ja masinaosade aeglane välja vahetus
- Laevakere mittersagedane puhastamine vetikatest
- Muu..

2. Kas olete kursis laevadele kehtestatud IMO 2023 regulatsioonidega?

- Jah
- Ei

3. Millistest allikatest loete ning saate eelkõige informatsiooni uutest kehtestatud laeva nõuetest ja piirangutest? Valides 'Muu' palun selgitage.

- Töökeskkonnast
- Kolleegidelt
- Koolitustelt
- Paberkandjalt, dokumentidelt
- Meililt
- Interneti kaudu

- Muu..
- 4. Kas Teie arvates peaks kõigil laevamootoritel olema mootori võimsuse piiraja, mis takistaks mootori võimsuse maksimaalset võimalikku kasutamist?**
- Jah
 - Ei
- 5. Millised meetmed on Teie hinnangul kõige optimaalsemad laevadelt tuleneva süsinikdioksiidi vähendamiseks?**
- Laevakiiruse vähendamine
 - Alternatiivkütuste kasutamine
 - Vanade laevaosade väljavahetus
 - Uute tehnoloogiate kasutusele võtt nii laevades kui ka sadamates
 - Süsteemide ja reaalajas vahendavate andmeprogrammide täiustamine
 - Operatiivse energiatõhususe mõõdiku (EEOI) rakendamine ja jälgimine
 - Muu..
- 6. Mis arvate millise alternatiivkütuse kasutamine omaks pikaajaliselt kõige soodsamat mõju keskkonnale?**
- Roheline ammoniaak
 - Sünteetiline LNG
 - Bio-LNG
 - Sünteetiline metanool

- Bio metanool
 - Biodiisel
 - Vesinikkütused
- 7. CO₂ piiridesse jäämiseks peavad MSC laevad alates 2023 aastast seilama vähemalt 0,3 sõlme vähem kui laeva maksimaalne CII kiirus lubab. Kas Teie arvates on võimalik, et kahe aasta pärast seilaksid laevad hoopis 0,5 sõlme aeglasemalt 0,3 sõlme asemel?**
- Jah
 - Ei
- 8. Palun kirjeldage lühidalt, mida võiks Teie hinnangul võimuorganid teha paremini või muuta, et heitkoguste hulk väheneks?**
- 9. Kas näete potentsiaali, et aastaks 2030 on MSC laevandusfirmas kasutuses esimene nullheiteta konteinerilaev?**
- Jah
 - Ei
- 10. Kas näete potentsiaali, et aastaks 2050 on MSC laevastik saavutanud süsinikuneutraalsuse?**
- Jah
 - Ei

Lisa 2. Intervjuu Genfi MSC Sustainability spetsialistiga

1. In Your opinion, the use of which alternative fuels would have the most beneficial effect on the environment in the long term?

In the year 2023, MSC is in a phase where various options are being explored and tested with colleagues, partners and various industries. A biofuel program has been launched, which has the advantage of not requiring ship reconstruction. However, it must be remembered that this fuel is not a zero-emission energy source, but a transitional solution to reduce emissions. Depending on whether it is a Deep-Sea (from Europe to the USA or from the USA to Japan) or a Short-Sea voyage, alternative fuels are viewed differently. Deep-Sea routes, which transit times are longer, require more fuel. Suitable alternative fuels for these routes are primarily green ammonia, synthetic methanol, bio methanol and bio-LNG. Nuclear energy, which is used by military submarines, is also a potential fuel for the future, but in this case, larger investments and nuclear waste must be taken into account. For Short-Sea shipping (inland sea, Mediterranean), it is likely that larger volumes of hydrogen fuel or electric batteries will be used on ships. In parallel, solar panels are also placed in the terminals and more ways are being found to expand the use of renewable energy. In order to facilitate port operations, the emphasis is primarily on the electrification of terminals, including the expansion of shoreside power supply points.

Additional question: Do You know which ports currently have the highest availability to bunker the alternative fuels?

I don't have a clear overview of the availability of alternative fuel bunkering in ports, but I know that the Netherlands is currently one of the main hubs with a high availability and production of biofuels.

2. What requirements and aspects do MSC vessel modernisation projects cover?

Different MSC departments and specialists collaborate on ship modernisation projects. For example, requirements, proposals and rules come from the Sustainability department, but the Technical department is who reviews and implements the requirements. But we take it seriously that ships meet the IMO requirements and comply with the established rules. The condition of each

ship, machinery and the hull are examined separately, but it is also important to test how to adapt the ships to bunkering and storage options for different energy sources when modernising ships.

3. What environmentally sustainable green technology developments does MSC invest in?

Investments in green technology developments can be divided into three groups. The first group includes investments in efficiency measures, which include ship modernisations – making ships more energy efficient. Also investments in energy sources, including testing of the alternative fuels. For example, there are currently five LNG fueled vessels that have been fully modified to bunker and store the given fuel. The second group includes investments in digitisation and equipment which helps to improve operational work and port operations more efficiently. The third group includes investments with various partnerships and stakeholder groups, with whom we cooperate to achieve a common goal - to achieve carbon neutrality. For example, the shipping company MSC has a partnership with Shell, with whom we are working to develop net fuels.

4. New MSC container vessels are more economical and built more energy efficient than the old vessels - How does the structural designs of the new vessels differ from the old vessels?

MSC's new ships are more digitised and larger per tonne-nautical mile carried, the container storage space is larger. Ship masters have improved systems for navigation and ship chimneys are equipped with improved cleaning filters. For the bow, a bulbous bow design is used, which stays below the water line. This design reduces the water resistance on the ship's hull, making the ship's sailing smoother, more fuel efficient (up to approximately 15%) and faster. A bulb bow also increases the buoyancy of the front of the ship, thereby reducing the heel of the ship and making the ship more stable. In addition, to ensure better smooth sailing, Air Bubble Technology (ALS) is being used parallel.

5. How does MSC guarantee that vessels comply with IMO requirements and measures?

Our MSC Shipping company has two shipmanagement centers, in Italy and Cyprus, who are handling all core logistics, ship management and technical aspects. Specialists who work in these centers ensure that all ships comply with IMO requirements and measures. Also, if the IMO issues a new regulation, the specialists ensure that the exact given requirements are being followed,

because these are the laws of the maritime sector. Failure to comply with IMO requirements has consequences for the environment.

- 6. *In addition to air lubrication technology - ALS, which helps to reduce the impact of obstacles on the hull, what other anti-friction coatings or lubricants are used on hulls to reduce drag? Is their use restricted by environmental protection requirements?***

We try to avoid anti-friction coatings, instead we use air bubble technology. However, the coatings or greases that are used must comply with MARPOL marine pollution requirements under IMO.

- 7. *What are MSC's logistical transition solutions for energy efficiency?***

Logistic transition solutions include the biofuels program, the construction of new, more energy-efficient ships, and the expansion of the car fleet. The biofuel program also includes customers with whom we start a partnership and who want to reduce their emissions by being part of the supply chain themselves.

- 8. *What are the proposals to reduce the berthing time of vessels standing at the quay, which causes longer transit times and increased fuel consumption?***

It is important to constantly improve the operational and technical side by adopting new equipment, technologies and real-time data exchange systems. For example, we are investing in robotic facilities which are cleaning the hulls and propellers in order to save the time for ships standing at the quay. It is also an important aspect to develop each link of the supply chain separately, so that the entire supply chain is efficient and runs as smoothly as possible, this also contributes to the improvement of transit times and the reduction of vessel downtime.

- 9. *In Your opinion, which technologies and measures are the most optimal from an economic point of view (relative to price) to achieve energy efficiency?***

From the economic side, in our opinion, the most effective options are testing, analyzing and introducing different alternative fuels. In the transport sector, above all, fuels are which play a

major role in environmental pollution and keep the percentage of emissions released into the atmosphere high, therefore limiting them and finding alternative solutions has a great impact.

10. In Your opinion, what are the main challenges that MSC faces in reducing carbon dioxide emissions from the vessels?

The main challenge is to identify suitable alternative fuels, as it is still in the research stage. There are no long-term tests that would guarantee a complete understanding of which energy source is the most effective and optimal to achieve energy efficiency. It should also be remembered that each alternative fuel has its own advantages and disadvantages. At the same time, it must be ensured that the alternative fuels and technologies which are introduced are suitable for the ships. For example, it is a challenge when a new technology is introduced, but the life cycle of the ship is already 20 years, and it turns out that the ship cannot be modernized according to the requirements of the new technology.

11. In Your opinion, which measures have the most effective effect to reduce carbon dioxide from container vessels in the long-term?

I think that the most effective way to achieve energy efficiency is to combine all the previously mentioned strategies, measures and ways together to see the overall result in the reduction of carbon dioxide emissions. All companies should improve their activities and existing measures, find new solutions and technologies. Also promote cooperation with different stakeholders, because only together can we move forward towards carbon neutrality.

Lisa 3. Intervjuu MSC Eesti AS operatiivosakonna juhatajaga

1. Milliste alternatiivkütuste kasutamine omaks Teie hinnangul pikaajaliselt kõige soodsamat mõju keskkonnale? Kas teate, milliste alternatiivkütuste punkerdamise kättesaadavus on hetkeseisuga sadamates enim?

Hetkeseisuga on LNG kütuse kasutamine kõige otstarbekam, kuna LNG kütuse kättesaadavus on kõige suurem. LNG kütuse kohta on tehtud ka pikaajalisemaid uuringuid võrreldes teiste alternatiivkütustega ning antud kütus on juba kasutusel osadel ümberehitatud MSC konteinerilaevadel. Siiski tuleb LNG puhul meeles pidada, et metaani sisaldus on gaasis kõrge ning tegu pole nullheite kütusega. MSC on üleminekufaasis, otsides ja uurides erinevaid alternatiivkütuseid koos sidusrühmade ja partneritega. Investeeringuid tehakse biodiisli, bio metanooli ja sünteetilise metanooli infrastruktuuri, üritades laiendada tulevasi kütusetarneahelaid tootjate, tarnijate ja sadamate vahel. Süvamere vedude puhul nähakse potentsiaali järgnevatel kütustel: roheline ammoniaak, sünteetiline LNG, bio-LNG, sünteetiline metanool, bio metanool ja tuumaenergia. Tuumaenergia koos vesinikkütustega eraldavad atmosfööri nullheidet, aga mõlemad energiaallikad nõuavad suuri investeeringuid ning täiendavad uuringuid ja katsetusi. Lähimere konteinerilaevade puhul arvatakse, et tulevikus on kasutuses elektrilised akud ja vesinikkütused.

2. Milliseid nõudeid ja aspekte hõlmavad MSC laevade moderniseemisprojektid?

Laevade moderniseerimisprojektid hõlmavad *bulbous bow* ehk pirnvöör laevakere disaini, õhumulltehnoloogiat ning tõhusamate kattekihtide ja määrete kasutamist, mis kõik aitavad kaasa veetakistuse vähenemisele laevakeredele. Lisaks paigaldatakse laevadele nutikaid ja uusimaid seadmeid ning andureid. Vanadel laevadel vahetatakse laevamootorid ja sõukruvid välja tõhusamate vastu.

3. Millistele laevaseadmetele ja tehnoloogiale MSC investeerib?

MSC investeerib andmepõhistele ja tehisintellekti süsteemidele, mis seovad ja analüüsivad reaajas andmeid, võttes arvesse laevakiirust, kandevõimet, ilmastikuolusid ja marsruudi

teepikkust. Pea- ja abimasinate külge lisatakse erinevaid mehhanisme ning seadmeid, et masinad töötaksid efektiivsemalt ja energiatõhusamalt. Mida uuem ja jätkusuutlikum on tehnoloogia, seda väiksem on ka konteinerilaevadelt tulenev CO₂ hulk ja laevakütuse kulu.

4. Uued MSC konteinerilaevad on ökonoomsemad ja ehitatud energiatõhusamalt kui vanad laevad - Kuidas erinevad uute laevade konstruktiivselt vanadest laevadest?

Üks eesmärk ehitades uusi laevu, on ka pikendada laevade säilivusiga aastates, mis on hetkeseisuga keskmiselt 20-aastat. Selleks tehakse laevadele moderniseerimisprojekte, mis hõlmavad kolmanda küsimuse all toodud meetmeid ja viise. Uute laevade konstruktsioonid on ehitatud *bulbous bow* laevakere disainil. Lisaks laevu digitaliseeritakse, tehakse automaatsemateks ja parendatakse täiustatud navigeerimissüsteemidega.

5. Kuidas MSC garanteerib, et laevad vastaksid IMO nõuetele ja meetmetele?

MSC on rahvusvaheline laevandusfirma, mistõttu on eriti oluline, et kõik konteinerilaevad vastaksid IMO poolt kehtestatud nõuetele ning dokumendid oleksid kooskõlas reeglitega. MSC spetsialistid ja osakonnad teevad selle nimel tihedat koostööd, et kõiki reegleid ja tingimusi järgitakse ning ollakse kursis uusimate informatsioonivoogudega.

6. Millised on MSC logistilised üleminekulahendused energiatõhususe saavutamiseks?

Paralleelselt merevedudele pakub MSC klientidele sisemaatransporti (maantee- ja raudteetransport) enam kui 80 riigis, mistõttu on eesmärkide all ka energiatõhususe saavutamine sisemaatranspordi kaubavedudes. Logistilised üleminekulahendused panevad rõhku kütuste säästmisele, mille eesmärk on vältida sõidukite tühje sõite ja mootori töötamist seismise ajal ning terminalides ja sadamates olevate elektriseadmete laiaulatuslikku kasutuselevõttu. Näiteks kasutatakse ladudes elektritõstukeid diislikütustel töötavate tõstukite asemel. Sadamates töötab ühe rohkem laevu ka sadamaelektri toimel, mis võimaldab laevadel oma mootorid (kaasa arvatud abimootorid) välja lülitada, eraldades seeläbi atmosfääri null CO₂ emissiooni. Üleminekulahendused hõlmavad veel taastuvate energiaallikate kasutamist, multimodaalsete lahenduste ja infrastruktuuri sidumist ning sadamatega koostöö arendamist.

7. Millised on ettepanekud vähendamaks kai ääres seisvate laevade seisuaegu, mis omakorda põhjustavad transiitaegade pikenemisi ning laevakütuste tarbimise suurenemist?

Logistilised üleminekulahendused hõlmavad biokütuste programmi, uute energiatõhusamate laevade ehitamist ja autopargi laienemist. Biokütuse programmi on kaasatud ka kliendid, kellega alustatakse partnerlust ning kes soovivad vähendada oma heitkoguseid, olles ise osa tarneahelast.

8. Kuidas saaks Teie arvates parendada MSC konteinerilaevade ja sadamate omavahelist andme- ja infovahetust, et operatiivtöö sujuks tõhusamalt ning laevad oleksid paremini graafikus?

Oluline on pidevalt parendada operatiiv- ja tehnilist poolt, võttes kasutusse uusi seadmeid, tehnoloogiaid ja reaalajas vahendavaid andmesüsteeme. Näiteks investeeritakse laevakere ja sõukruvi puhastavatesse robotrajatistesse, et dokis olevate laevade seisuaega kokkuhoida. Samuti on oluline aspekt arendada igat tarneahela lüli eraldi, et kogu tarneahel oleks efektiivne ja sujuks võimalikult ilma probleemideta, see aitab ka kaasa transiitaegade parendamisele ja laevade seisuaja vähenemisele.

9. Millised tehnoloogiad ja meetmed on Teie hinnangul kõige optimaalsemad majanduslikult (hinna suhtes) energiatõhususe saavutamiseks?

Majandusliku poole pealt on kõige otstarbekam investeerida uutesse tehnoloogiatesse ja seadmetesse ning erinevatesse partnerlussuhetesse ja koostöö programmidesse. Laevastiku uuendamine jätkusuutlike rohetehnoloogiatega võimaldab õhku eralduvaid heitkoguseid vähendada, tagades laevamasinate sujuvama efektiivsuse ja töötamise. Üksinda on ühel firmal raske liikuda süsinikuneutraalsuse poole, aga koostöös erinevate laevaoperaatorite, agentide ja sidusrühmadega on antud eesmärgi saavutamine tõenäolisem ja tulemus kiirem tulema. Tehnoloogia parendamine annab võimaluse ka alternatiivkütuste kasutuselevõtule.

10. Millised on Teie hinnangul peamised väljakutsed, millega laevandusfirma MSC silmitsi seisab süsinikdioksiidi emissiooni vähendamisel?

Põhiline väljakutse on madala süsinikusisaldusega ja süsinikdioksiidvabade kütuste kättesaadavus, mis nõuab suuri investeeringuid, lisauuringuid ja tootmispunkte. Teine asjaolu seoses alternatiivkütustega on leida osapooli üle kogu maailma, kes oleksid nõus antud kütuseid tootma, võimaldama sõlmpunkte punkerdamiseks ning remontima ja tootma laevadele modifitseeritud või uusi varuosasid.

11. Millised meetmed omavad Teie hinnangul kõige efektiivsemat mõju pikaajaliselt konteinerilaevadelt tuleneva süsinikdioksiidi vähendamiseks?

Süsinikdioksiidi vähendamiseks on tähtis, et iga laevakapten järgiks kehtestatud EEOI indikaatorit ning ei ületaks lubatud CII laevakiirust, pidades nõutud reeglitest kinni. Efektiivsemat mõju pikaajaliselt omavad alternatiivkütuste kasutamine ja vanade laevade moderniseerimisprojektid koos uusimate tehnoloogiate kasutuselevõtuga. Rõhk on kommunikatsioonil ja koostöö arendamisel erinevate osapooltega, sest ainult üheskoos on võimalik liikuda süsinikuneutraalsuse poole.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Mina, Marcella Raud:

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Laevandusfirma MSC Eesti AS konteinerilaevadelt süsinikdioksiidi emissiooni vähendamise võimalused aastaks 2050“, mille juhendaja on Anatoli Alop, PhD:

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

1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli 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.

/kuupäev/

¹ Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal vastavalt üliõpilase taotlusele lõputööle juurdepääsupiirangu kehtestamiseks, mis on allkirjastatud teaduskonna dekaani poolt, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil. Kui lõputöö on loonud kaks või enam isikut oma ühise loomingu tegevusega ning lõputöö kaas- või ühisautor(id) ei ole andnud lõputööd kaitsvale üliõpilasele kindlaksmääratud tähtjaks nõusolekut lõputöö reprodutseerimiseks ja avalikustamiseks vastavalt lihtlitsentsi punktidele 1.1. ja 1.2, siis lihtlitsents nimetatud tähtaja jooksul ei kehti.