



**TURUN  
YLIOPISTO**  
Kauppakorkeakoulu

# **Meriliikenteen vastuullisuus – RoRo-alusten liikennöinti Itämerellä**

Vastuullisuus ja tehokkuus RoRo-alusten operoinnissa

Toimitusketjujen johtaminen,  
Markkinoinnin ja kansainvälisen liiketoiminnan laitos  
Kandidaatintutkielma

Laatija:  
Ella Laakso

Ohjaaja:  
TkT Riikka Kaipia

28.4.2026

Turku

Opiskelijan lausunto tekoälyn käytöstä tähän tutkielmaan liittyen:

**En ole käyttänyt tekoälyä hyödyntäviä työkaluja** tätä tutkielmaa kirjoittaessani.

**Olen käyttänyt tekoälyä hyödyntäviä työkaluja** tätä tutkielmaa kirjoittaessani. Tämä käyttö on dokumentoitu tutkielman liitteessä. Vakuutan, että tekoälyä käytettiin yliopiston ohjeistuksen mukaisella tavalla.

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

Kandidaatintutkielma

**Oppiaine:** Toimitusketjujen johtaminen

**Tekijä(t):** Ella Laakso

**Otsikko:** Meriliikenteen vastuullisuus – RoRo-alusten liikennöinti Itämerellä : Vastuullisuus ja tehokkuus RoRo-alusten operoinnissa

**Ohjaaja(t):** TkT Riikka Kaipia

**Sivumäärä:** 45 sivua (+ liitteet 1 sivu)

**Päivämäärä:** 28.4.2026

### **Tiivistelmä**

Meriliikenteellä on merkittävä asema kansainvälisessä kaupassa kuljetusten suorituksissa. Alusten operointiin on tullut muutoksia uusien säännösten myötä, minkä vuoksi varustamot ovat joutuneet muuttamaan toimintaansa kestävämpään suuntaan. Itämerellä operoivien RoRo-alusten operointiin on vaikuttanut merkittävästi päästöjen vähentämiseen tähtäävät säännökset. Näiden lisäksi koko toimitusketjun vastuullisuus muuttunut entistä tärkeämmäksi yritysten toiminnassa etenkin toteuttaessa vastuullisuutta koko toimitusketjun läpi. Vastuullisuuden toteuttamiseksi RoRo-varustamoiden on täytynyt tehdä suuria investointeja uusiin laivoihin tai olemassa olevien laivojen uudistamiseen. Haasteena on tehokkuuden ylläpitäminen vastuullisen toiminnan rajoissa.

Tässä kandidaatintutkielmassa tarkastellaan RoRo-alusten käyttöä Itämerellä osana vastuullista toimitusketjua. Tutkielmassa tarkastellaan myös haastetta vastuullisuuden ja tehokkuuden tasapainottamiseen alusten operoinnissa sekä ratkaisuja haasteeseen. Tarkastelussa perehdytään siihen, miten RoRo-alusten käyttö Itämerellä toteuttaa vastuullista toimitusketjua ja, miten RoRo-alusten operoinnissa tasapainotetaan vastuullisuutta ja tehokkuutta. Tarkastelu pohjautuu tieteelliseen kirjallisuuteen, jonka avulla pyritään muodostamaan kokonaiskuva RoRo-alusten käytöstä Itämerellä osana vastuullista toimitusketjua sekä käsittelemään vastuullisuuden ja tehokkuuden välistä haastetta ja ratkaisuja sekä uusien että vanhempien alusten osalta. Tarkastelussa käytetään esimerkkinä muutamaa liikennöivää RoRo-alusta, joihin tehdyt uudistukset ovat säännösten mukaisia.

Tutkielman tulosten perusteella voidaan todeta, että RoRo-alusten käyttäminen osana intermodaalikuljetuksia auttaa toteuttamaan vastuullista toimitusketjua alusten monien etujen myötä. Vastuullisen toimitusketjun toteuttaminen vaatii myös varustamoilta vastuullisuutta tukevia toimia. Vastuullisuuden ja tehokkuuden tasapainon löytäminen ei ole yksinkertaista, sillä usein havaitut ratkaisut vaativat useita toimia toteutuakseen. Vastuullisuuden ja tehokkuuden tasapainottamisessa tärkein tekijä on aluksen nopeus, jolla on merkitystä niin ympäristön kannalta päästöjen osalta kuin taloudellisesti polttoaineen kulutuksesta aiheutuvien kustannusten osalta. Myös työntekijöiden hyvinvoinnilla on sosiaalisen vastuun toteutumisen kannalta merkitystä tehokkuuden ylläpitämisessä sekä vastuullisuuden toteuttamisessa varustamossa.

**Avainsanat:** RoRo-alus, vastuullinen toimitusketju, intermodaalikuljetus, tehokkuus, lyhyen matkan merenkulku, Itämeri

# SISÄLLYS

<b>1</b>	<b>Johdanto</b>	<b>7</b>
1.1	Tutkimuksen tausta ja motiivointi	7
1.2	Tavoite ja rakenne	8
<b>2</b>	<b>Vastuulliset toimitusketjut meriliikenteessä</b>	<b>10</b>
2.1	Meriliikenteen toimitusketjut	10
2.2	Lainsäädännön muutokset meriliikenteen toimitusketjujen toimintaan	11
2.3	Vastuullisuus meriliikenteessä	11
2.3.1	Taloudellinen vastuu	12
2.3.2	Ympäristövastuu	12
2.3.3	Sosiaalinen vastuu	12
2.4	Vastuulliset toimitusketjut	13
2.5	Vastuullisuus meriliikenteen toimitusketjuissa	13
2.6	Meriliikenteen tehokkuus	14
<b>3</b>	<b>RoRo-alukset Itämerellä</b>	<b>18</b>
3.1	RoRo-alukset yleisesti	18
3.2	RoRo-alusten käyttöön liittyvät asiat/ toimet	18
3.3	RoRo-alusten merkitys Itämerellä	19
3.4	RoRo-alukset vs. konttialukset Itämerellä	20
3.4.1	Liikennemäärät aluksittain	20
3.4.2	Alusluvut	21
3.4.3	Alusten polttoainekulutukset	22
<b>4</b>	<b>RoRo-alusten vastuullinen operointi Itämerellä</b>	<b>26</b>
4.1	RoRo-alukset osana vastuullista toimitusketjua	26
4.2	RoRo-alusten käytön vastuullisuuden ja tehokkuuden tasapainottaminen	28
4.3	RoRo-alusten uudistukset	32
<b>5</b>	<b>Yhteenvedo ja johtopäätökset</b>	<b>34</b>
	<b>Lähteet</b>	<b>36</b>
	<b>Liitteet</b>	<b>46</b>



## KUVIOT

Kuvio 1 Suomen kauppalaivasto vuoden 2025 lopulla	22
Kuva 1 Intermodaalikuljetus	10
Kuva 2 Tiheyskartta kuljetustiheydestä Itämerellä vuonna 2024	25

## TAULUKOT

Taulukko 1 Kuljetustiheys Itämerellä aluksittain	21
Taulukko 2 RoRo/Ropax-alusten polttoaineen kulutus nopeuden mukaan	23
Taulukko 3 Konttialuksen polttoaineen kulutus konttien määrän ja nopeuden mukaan	23

# 1 Johdanto

## 1.1 Tutkimuksen tausta ja motivointi

Meriliikenteellä on tärkeä asema osana globaalia toimitusverkostoa. Merikuljetuksilla toimitetaan yli 80 % kaikista kuljetuksista maailmanlaajuisesti, ja ne ovat kustannustehokkain kuljetusmuoto suurivolyymisyyden ansiosta (UNCTAD 2024; Destia 2025). Pelkästään Euroopan satamista liikkuu 3,4 miljardia tonnia rahtia vuonna 2024, mistä 1,4 miljardia tonnia EU:n sisäisesti (Eurostat 2025a; Eurostat 2025b).

Vaikka suurin osa merikuljetuksilla kulkevan rahdin volyymistä hyödyntää täysin rahdille tarkoitettuja alustyyppisiä esimerkiksi konttialuksia, on pyörillä liikkuvaa rahtia kuljettavilla RoRo-aluksilla (Roll-on/ Roll-off) suuri merkitys Itämerellä säännöllisessä linjaliikenteessä. Linjaliikenteellä tarkoitetaan säännöllisiä aikatauluja noudattavaa ja ennalta määrättyissä satamissa käyviä kuljetuksia (Styhre 2009, 418). Itämerellä liikkuu myös matkustajia ja rahtia kuljettavilla Ropax-aluksia (Roll-on/ Roll-off Passenger), jotka ovat yksi RoRo-alusten alustyypeistä. Vuonna 2024 Euroopan satamien rahtimäärästä 3,3 miljoonaa tonnia kuljetettiin Euroopan unionin maissa RoRo-aluksilla joko rekan kanssa tai pelkkänä peräkärrynä (Eurostat 2025c). Tilastossa ei määritelty tarkemmin, kuinka paljon kuljetettiin eri tarkoitusten RoRo-aluksilla, kuten Ropax-aluksilla.

Meriliikenteellä on sen kansainvälisen merkityksen takia keskeinen asema vastuullisuuden toteuttajana. Vastuullisuuden toteuttaminen ei kuitenkaan ole helppo tehtävä, sillä laajat toimitusketjut ja eritasoiset toimittajat tekevät vastuullisten toimintatapojen seuraamisesta haastavaa (Tachizawa & Wong 2014). Vastuullisuuden merkityksen lisääntyminen on ajanut varustamot uudistamaan liiketoimintojaan vastuullisuuden mukaisiksi. Varustamoilla on tärkeä asema vastuullisuuden toteuttamisessa koko toimitusketjun kannalta. Krausen ym. (2009, 21) mukaan yritys on yhtä vastuullinen kuin sen koko toimitusketju. Myös varustamoiden toteuttamat toimet vastuullisuuteen liittyen ovat siis yhteydessä koko toimitusketjuun, sillä niin yksittäisen yrityksen kuin koko toimitusketjun vastuullisuus riippuu toimitusketjun yksittäisistä toimijoista. Varustamot siis omilla toimillaan määrittävät sen, miten vastuullisia ovat ja sitovat samalla koko toimitusketjun oman toimintansa vastuullisuuden varaan.

Vastuullisuus, joka pitää sisällään sosiaalisen, taloudellisen ja ympäristövastuun, on noussut yhä merkittävämmäksi osaksi meriliikenteessä toimivien yritysten toimintaa (Lam 2015, 70). Vastuullisuus on noussut tärkeäksi osaksi meriliikennettä myös siksi, että alan on uudistuttava uusien vaatimusten myötä. Vaikka kustannustehokkaita merikuljetuksia pidetään hyvin ympäristöystävällisenä

kuljetusmuotona, on niiden tutkittu aiheuttavan kasvihuonekaasupäästöjä (ks. IMO 2020a). Meriliikenteen päästöjä pidetään merkittävänä osana ihmisten aiheuttamia päästöjä. Niiden on tutkittu huonontavan ilmanlaatua etenkin rannikkoalueilla ja satamaseuduilla. Ilmansaasteisuuden osalta risteilyalusten käyttämissä satamissa tilanne on huonompi kuin rahtisatamissa. Päästöjen vähentämistä vaikeuttaa kuitenkin merikuljetusten kasvava määrä, joka lisää päästöjen määrää entisestään. (Eyring ym. 2010, 4736; Lam 2015, 70; Lee ym. 2019, 2; Solakivi ym. 2022, 1)

Euroopassa EU:n lainsäädäntö ja kansainväliset sopimukset ovat ajaneet varustamot muuttamaan toimintojaan vastuullisuutta tukeviksi. EU:ssa on myös tehty paljon toimia päästöjen vähentämiseksi. Polttoaineverotuksen verovapautuksen poistaminen meriliikenteeltä ja verotuksen määräytyminen käytettävän polttoaineen energiatehokkuuden ja ympäristölle aiheuttaman rasitteen mukaan on ajanut varustamot miettimään vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttöä aluksissaan (Euroopan komissio 2021; Solakivi ym. 2022, 15–16).

RoRo-aluksia operoivat varustamot haluavat panostaa tietysti myös toiminnan tehokkuuteen. Tehokkuus on usein yrityksissä päätavoitteena (Monostori 2021, 372). Tehokkuudella ei mitata markkinan toimivuutta vaan operationaalista tuotteliaisuutta tai paremmuutta. Sillä pyritään kustannusten vähentämiseen ja operatiivisten marginaalien parantamiseen. (Mouzas 2006, 1125.) Polttoaineiden hintojen nousun takia laivojen nopeuksiin ja ympäristövaikutuksiin on annettu enemmän huomiota (Christiansen ym. 2013, 467). Meriliikenteessä sekä tehokkuus että vastuullisuus ovat merkittäviä, koska meriliikenteestä aiheutuvat hiilidioksidipäästöt ovat huomattava osa kansainvälisen kaupan kuljetusten päästöistä, jonka vuoksi alan tehokkuus ja ympäristöystävällisyys liittyvät vahvasti päästöttömän meriliikenteen kehittämisen edistämiseen (X. Guo ym. 2023, 2, 5).

## 1.2 Tavoite ja rakenne

Tässä kandidaatintutkielmassa tarkastellaan, miten RoRo-alusten käyttö Itämerellä toteuttaa vastuullista toimitusketjua sekä miten vastuullisuutta ja tehokkuutta pystytään tasapainottamaan alusten operoinnissa. Aihetta on tärkeää tutkia, sillä RoRo-aluksilla on merkitystä Pohjois-Euroopassa etenkin Itämeren laivaliikenteessä. Lisäksi vastuullisuus vaikuttaa laivojen operointiin merellä kannustuen taloudellisen ja ympäristövastuun kannalta päästöjen vähentämiseen ja samalla energiatehokkuuteen, joiden tasapainottaminen on RoRo-varustamoille entistä tärkeämpää. Tarkastelu keskittyy havainnoimaan laivakuljetuksia yksittäisinä toimitusketjun osina, jotka toteuttavat vastuullisuuden ja tehokkuuden tasapainottamista edistäen vastuullisen toimitusketjun toteutumista. Tarkastelu keskittyy alusten omistajien eli varustamoiden toimintaan. Tutkielmassa keskitytään lähinnä RoRo-aluksiin, jotka liikennöivät Itämerellä säännöllisessä linjaliikenteessä. Alusten käytön ja

uudistuksien vastuullisuutta tarkastellaan lähinnä ympäristö- ja taloudellisen vastuun kannalta, mutta myös sosiaalista vastuuta käsitellään hieman sen ollessa oleellinen tehokkuuden toteuttamisessa. Tutkielmassa vastataan seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

Miten RoRo-alusten käyttö Itämerellä tukee vastuullisen toimitusketjun toteutumista?

Miten RoRo-alusten operoinnissa tasapainotetaan vastuullisuutta ja tehokkuutta?

Tutkielma koostuu viidestä luvusta. Luku 1 on tutkielman johdanto, missä esitellään tutkielman aihe, tavoite, tutkimuskysymykset ja rakenne. Luvussa 2 käsitellään vastuullisia toimitusketjuja meriliikenteessä aloittaen meriliikenteen toimitusketjujen määrittämisellä, ja kansainvälisten sekä EU:n lainsäädännön tekemillä muutoksilla, josta siirrytään tarkastelemaan vastuullisuutta meriliikenteessä taloudellisen, ympäristö- ja sosiaalisen vastuun näkökulmista. Lopuksi luvussa 2 määritetään, mitä ovat vastuulliset toimitusketjut, minkä jälkeen luvussa syvennyttään tarkastelemaan vastuullisuutta meriliikenteen toimitusketjuissa ja meriliikenteen tehokkuutta. Luvussa 3 tarkastellaan RoRo-aluksia Euroopassa määrittämällä aluksi, mitä kyseiset alukset ovat ja millaisia asioita niiden operointiin liittyy. Lopuksi luvussa 3 tarkastellaan RoRo-alusten merkitystä Itämerellä ja verrataan niitä konttialuksiin. Luvussa 4 tarkastellaan, miten yksittäinen toimitusketjun osa (RoRo-aluksen toteuttama merikuljetus) on toteuttamassa vastuullista toimitusketjua vastuullisuuden ja tehokkuuden tasapainottamisella. Aluksi luvussa tarkastellaan RoRo-aluksia osana vastuullista toimitusketjua. Tämän jälkeen tarkastelussa siirrytään RoRo-alusten käytön ja uudistusten vastuullisuuteen. Tarkastelussa otetaan huomioon myös tehokkuus. Säännösten mukaisen aluksen esimerkkinä esitellään Viking Line -varustamon Ropax-alus M/S Viking Grace. Uudistuksista esimerkkinä käytetään Eckerö Line Ab Oy:n Ropax-alus M/S Finlandiaa, jonka käyttövoimaan on tehty uudistus keväällä 2026. Luvussa 5 esitellään tutkimuksen yhteenveto ja johtopäätökset sekä vastataan tutkimuskysymyksiin. Viimeistä lukua seuraa tutkielmassa käytetyt lähteet ja liitteet.

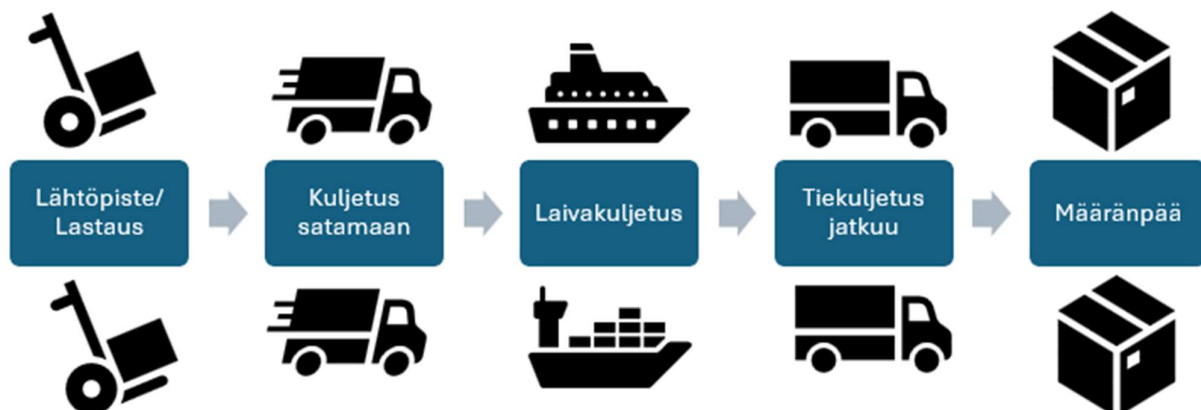
## 2 Vastuulliset toimitusketjut meriliikenteessä

Meriliikenne aiheuttaa ympäristölle haittaa luonnonvarojen käyttämisellä, saastuttamalla ympäristöä laskemalla jätteitä vesistöihin sekä aiheuttamalla kasvihuonekaasuja (Lai ym. 2013, 219). Vastuullisuuden toteuttamisesta on tullut haaste meriteollisuudelle, minkä vuoksi se on noussut tärkeäksi osaksi alan toimitusketjujen johtamista ja merilogistiikkaa (Koilo 2019, 49).

### 2.1 Meriliikenteen toimitusketjut

Meriliikenteen toimitusketjut koostuvat monista osista. Toimitusketjuun kuuluu tavaroiden kuljetus lähtöpisteestä määränpäähän pitäen sisällä myös kaiken, mitä näiden välissä tapahtuu eli tiedonantot, koordinoinnin ja rahavirrat eri toimijoiden välillä, jotka osallistuvat esimerkiksi tavaran lastaamiseen tai alusten satamaoperointiin (Lam 2011, 366–367).

Meriliikenteessä kulkeva rahti tarvitsee monesti avukseen toisia kuljetusmuotoja, sillä tavaran määränpää on harvoin purkusatama. Vähintään kahta kuljetusmuotoa hyödyntäviä kuljetuksia, joissa rahti pysyy lastauskulkuneuvon kyydissä tai lastausyksikössään, kutsutaan intermodaalikuljetuksiksi. Niiden etuna on eri kuljetusmuotojen hyödyt, mutta haasteena kompleksisuus. (European Conference of Ministers of Transport 2006; Cavone ym. 2017, 9) Rekan ja laivan yhdistelmä on yksi yleisimpiä indermodaalikuljetusten tapoja, missä kuljetetaan yleisimmin TEU-mittaisia (Twenty-Foot Equivalent) kontteja (Infante ym. 2009, 248). Kuvassa 1 pyritään havainnoimaan indermodaalikuljetusta rekan ja laivan yhdistelmällä, jossa lasti lastataan laivaan joko peräkärrynä tai konttina rekan kanssa tai ilman.



Kuva 1 Intermodaalikuljetus

## 2.2 Lainsäädännön muutokset meriliikenteen toimitusketjujen toimintaan

Merikuljetusten määrien noustua myös päästöt ja ilmansaasteisuus ovat lisääntyneet. Tämän takia lainsäädäntöä on muutettu erilaisten ympäristöä koskevien säännösten mukaisiksi. IMO:n esitys lisääntyvien päästöjen rajoittamiseksi MARPOL-konventiossa johti säännökseen rajoittaa etenkin rikin määrää laivojen polttoaineessa. Säännös otettiin käyttöön tietyillä ns. SECA-alueilla (Sulfur Emission Control Areas), joihin Itämeri kuuluu. (IMO 2008; Hilmola 2018; Raza ym. 2019, 3)

IMO on säätänyt myös pakollisia energiatehokkuuteen liittyviä indeksejä, joiden avulla uusien ja nykyisten laivojen energiatehokkuutta pyritään parantamaan. Lisäksi Euroopan komissio on säätänyt kasvihuonekaasujen määrän alentamiseen pyrkiviä tavoitteita EU-maille. (Solakivi ym. 2022, 1–2.) Tavoitteina on vähentää kasvihuonekaasuja puoleen (50 %) vuoden 2008 luvuista sekä rakentaa uusista aluksista vähintään 30 % energiatehokkaampia vuoteen 2014 verrattuna (IMO 2020a). Vuonna 2015 IMO otti tehtäväkseen toimeenpanna YK:n vastuullisen kehityksen agendan (vuodelle 2030) meriliikenteeseen korostaen ympäristövastuuta ja painottaen ilmastonmuutoksen taltuttamiseen tarvittavia toimia, kuten energiatehokkuutta sekä ilmansaasteiden ja kasvihuonekaasujen vähentämistä (IMO 2020b).

Euroopan unionin direktiivi isoja yrityksiä koskevasta pakollisesta kestävyysraportoinnista (engl. corporate sustainability reporting directive) julkaistiin vuonna 2022. Sillä pyritään sosiaalisten ja ympäristöriskien tunnistamiseen sekä valvomaan yrityksen toimia ympäristöä ja ihmisiä kohtaan. (Euroopan komissio 2025.) Tätä ennen säädettiin direktiivi vastuullisuusraportoinnista (CSR) yhteisen edun kannalta merkittävälle yhtiöille. Vastuullisuusraportoinnissa yritysten tulee raportoida yhteiskuntavastuun toteuttamisesta sekä toimintalinjoistaan muun muassa työntekijöitä ja ympäristöä kohtaan. (Työ- ja elinkeinoministeriö: Vastuullisuusraportointi.) Vuonna 2024 säädettiin direktiivi ns. EU:n yritys vastuulaeista (engl. corporate sustainability due diligence directive), missä tarkoituksena on edistää vastuullisuutta yrityksen ja sen arvoketjujen läpi. Direktiivillä varmistetaan yritysten ihmisoikeuksien sekä ympäristön kunnioittaminen niin Euroopassa kuin sen ulkopuolella. (Euroopan komissio 2024.)

## 2.3 Vastuullisuus meriliikenteessä

Vastuullisuuden toteutuminen vaatii sen kaikkien kolmen osan: taloudellisen, sosiaalisen ja ympäristövastuun toteutumista ja tasapainottamista. Näiden toteutuminen voi myös auttaa tukemaan yrityksen kilpailukykyä pitkällä aikavälillä yhteiskunnan ja ympäristön kokemien positiivisten

vaikutusten lisäksi. (Carter & Rogers 2008, 365; Cheng ym. 2015, 1) Jokaisen vastuullisuuden osan toteutuminen riippuu toisistaan, koska osat toimivat vain yhdessä (Portney 2015, 9–10).

### 2.3.1 Taloudellinen vastuu

Taloudellisessa vastuussa pyritään esimerkiksi vähentämään energian ja raaka-aineiden käyttö mahdollisimman pieneksi. Taloudellinen vastuu pyrkii tukemaan talouskasvua yhteiskunnan tavoilla säästämällä luonnonvaroja niiden ylenpalttisen käyttämisen sijaan sekä vähentämällä kuluja tehokkuuden ja kehityksen avulla. Vastuullisuuden osista taloudellinen vastuu on kuitenkin vaikeinta toteuttaa globaalissa ympäristössä eriävien poliittisten ideologioiden ja taloudellisen epätasapainon takia. (Poveda 2017; Surampalli ym. 2020, 53–54)

Meriliikenteessä energiatehokkuuden parantaminen ja uudistuvien polttoaineiden käyttöönotto ovat merkittäviä niin taloudellisesti kuin ympäristön kannalta (Tuğdemir Kök ym. 2025).

### 2.3.2 Ympäristövastuu

Ympäristövastuu korostaa ympäristön suojeluun ja turvallisuuteen liittyviä asioita. Tietoisuus ympäristön suojelun ja luonnonvarojen käyttöön liittyen on johtanut moniin toimiin päästöjen ja ympäristön saastumisen estämiseksi. Ympäristövastuulla pyritään lisäämään uusiutuvien luonnonvarojen käyttöä, vähentämään jätteen ja päästöjen määrää, mikä aiheuttaa terveysongelmia niin ihmisille kuin eläimille sekä lopettamaan myrkyllisten kemikaalien käyttö. (Surampalli ym. 2020, 54–55)

Meriliikenteessä ympäristövastuuta pyritään toteuttamaan niin sanotulla GSP:llä (Green Shipping Practices), joka tarkoittaa rahdin jakelua ja käsittelyä ympäristölle vastuullisella tavalla säästämällä luonnonvaroja sekä vähentämällä hukkan/jätteen syntymistä laivakuljetustoiminnassa. (Lai ym. 2013, 219)

### 2.3.3 Sosiaalinen vastuu

Sosiaalinen vastuu pyrkii lisäämään tasa-arvoisuutta ja turvaamaan ihmisten terveyttä lainsäädännön avulla sekä pitämään huolen perustarpeiden saatavuudesta (Surampalli ym. 2020, 54). Meriliikenteen osalta sosiaalinen vastuu keskittyy lähinnä työntekijöihin. Työolosuhteilla ja niihin liittyvillä asioilla on suuri merkitys vastuullisuuden toteutumiseen (Arslan ym. 2023, 3).

## 2.4 Vastuulliset toimitusketjut

Merkittäväksi osaksi yritysten vastuullisuustavoitteita on noussut vastuullisten toimitusketjujen toteuttaminen, sillä yrityksistä saatuun kuvaan ei liity vain yrityksen omat vastuullisuusteot, vaan myös sen toimitusketjujen sidosryhmien vastuullisuusteot. Tämä lisää merkittävyyttä jokaisen vastuullisuuden osan toteuttamiselle moniosaisten toimitusketjujen läpi. (Barbosa-Póvoa ym. 2018, 399)

Barbosa-Póvoan (2014) mukaan vastuulliset toimitusketjut ovat monimutkaisia verkostojärjestelmiä, joissa on monia toimijoita mukana ja jotka vastaavat taloudellisista, sosiaalisista ja ympäristöllisistä vaikutuksista.

## 2.5 Vastuullisuus meriliikenteen toimitusketjuissa

Meriliikenteen toimitusketjut koostuvat jo itsestään monista osista, jotka yksinään vaikuttavat meriliikenteen toimitusketjun vastuullisuuteen. Jos ajatellaan meriliikenteen toimitusketjua yhtenä osana isompaa toimitusketjua, on ketju entistä suurempi ja monimutkaisempi. Täten vastuullisuuden toteutuminen halki toimitusketjun vaikeutuu. Meriliikenteen vastuulliset toimitusketjut ovat Chengin ym. (2015, 1) määritelmän mukaan meriliikenteen toimijoiden ja sidosryhmien integroituja verkostoja, joissa pyritään taloudellisen tehokkuuden lisäksi huolehtimaan sosiaalisten ja ympäristövaikutuksiin liittyvien säännösten noudattamisesta sekä kaikkien vastuullisuuden osien samanaikaisesta tasapainottamisesta.

Meriliikenteen toimitusketjuissa on tehty muutoksia vastuullisuuden toteuttamiseksi niin yksittäisissä toimitusketjun osissa kuin koko ketjun laajuudelta. Yksittäisillä merikuljetuksiin osallistuvilla varustamoilla on korvaamaton tehtävä kuljetusten suorittajina meriliikenteen ollessa oleellinen osa kansainvälisen talousjärjestelmän toimimista (Lam 2015, 70). Ympäristövastuun toteuttaminen näkyy vahvasti vaihtoehtoisten polttoaineiden käytössä, vaikka niiden käyttöönottamiseen liittyy haasteita esimerkiksi syttyvyyden ja energiatihyden takia (Chiong ym. 2021; Zanobetti ym. 2023a, 2; Zanobetti ym. 2023b). Ympäristövastuuseen liitetään myös esimerkiksi energiatehokkuus, vedenkäytön vähentäminen, logistiikan integroiminen sekä ympäristömerkintä (Schwartz ym. 2022, 2). Ympäristöystävällisten toimien toteuttamisessa tulee kuitenkin myös ajatella turvallisuutta, sillä ympäristölle ystävällisimmät polttoainevaihtoehdot eivät ole matkustajille tai alusten henkilökunnalle turvallisimpia (Zanobetti ym. 2023a, 2).

Meriliikenteen toimitusketjujen yksittäiset toimijat pyrkivät taloudelliseen tehokkuuteen, jotta toiminta pysyy kannattavana. Taloudellinen vastuu kulkee meriliikenteessä rinnakkain ympäristövastuun kanssa. Buonomanon ym. (2023, 14) tutkimus osoittaa, että energian säästämällä hukkalämmön talteen ottamisen kautta voidaan säästää huomattavasti polttoainekuluista ja samalla välttää saastuttavien päästöjen syntymistä. Uusiutuvien polttoaineiden, kuten LNG:n (nesteytetty maa-kaasu), metanolin ja typen, käyttö on ympäristölle parempi vaihtoehto, mutta moottoreiden ja muun laivan infrastruktuurin muuttaminen näille polttoaineille sopiviksi vaatii investointeja (Wang & Notteboom 2014; Ampah ym. 2021; Xing ym. 2021).

Sosiaalisen vastuun toteuttaminen meriliikenteen toimitusketjuissa yksittäisten toimijoiden kohdalla keskittyy yritysten sosiaalisen vastuuseen. Tähän liittyy työntekijöiden tyytyväisyys, yhteistyökumppanisuhteet, asiakaslojaalius ja taloudellinen suorituskyky sekä vastuullisuusraportointi (CSR), jonka myötä voidaan saada niin taloudellisia kuin ei-taloudellisia etuja, kuten asiakastyytyväisyys (Fafaliou ym. 2006, 418; Lu ym. 2009, 130). Drobotzin ym. (2014) tutkimuksessa vastuullisuusraportoinnin todettiin parantavan taloudellista suorituskykyä, mutta kestäväystesti osoitti CSR-ilmoitusten heikentävän toimintakyvykkyyttä tietyissä tapauksissa.

Meriliikenteessä vastuullisuuden osat auttavat toteuttamaan toisiaan. Energiatehokkuus ja pienemmät ympäristövaikutukset johtavat meriliikenteen toimitusketjujen taloudelliseen menestykseen, ympäristövastuun toteutumiseen sekä sosiaaliseen vastuullisuuteen paremman elämänlaadun kautta. Lisäksi taloudellisemmat operaatiot voivat auttaa uusien työpaikkojen saatavuudessa. (Mansouri ym. 2015, 3.)

## 2.6 Meriliikenteen tehokkuus

Meriliikenteessä tehokkuutta mitataan normaaliin tapaan panosten ja tuotosten toteutumisella, missä panoksena on yleensä laivojen määrä tai rahdinkuljetuskapasiteetti kantavuudella (engl. dead-weight ton) mitattuna. Merikuljetusten tehokkuutta voidaan mitata kahdella tavalla: taloudellisena tehokkuutena tai rahdin tehokkuutena. Taloudellista tehokkuutta mitataan tuotosten perusteella ja sen avulla varustamot saavat tietoa taloudellisesta suorituskyvystään. Rahdin tehokkuus kertoo yrityksen kyvystä kuljettaa rahtia, kun kuljetetun rahdin määrää pidetään tuotoksena. Ympäristöllisen resurssin ollessa rajoittava tekijä, voi olla kannattavampaa mitata yrityksen tehokkuutta ympäristöllisellä tehokkuudella. (Gong ym. 2019, 96–97)

Toimitusketjuista on tullut yhä monimutkaisempia samalla kun organisaatiot pyrkivät toimintansa tehokkuuteen (Vazquez Melendez ym. 2024, 706). Meriliikenteen osalta tehokkaan toimitusketjun

johtaminen ei liity enää täysin vain tavaroiden ja palveluiden kuljettamiseen, vaan läpinäkyvään ja luottamuskelpaiseen järjestelmään, jonka avulla tehokkuutta voidaan parantaa varmistamalla läpinäkyvyyden, turvallisuuden ja soveltamiskyvyn tarve meriliikenteen toimitusketjussa (Curado ym. 2025, 201528).

Meriliikenteessä operatiivisen tehokkuuden ja vastuullisuuden tasapainoinen toteuttaminen voi olla hankalaa. Operatiivinen tehokkuus vaatii varustamoiden käytettävissä toimien eli aluksen operoinnin säätämistä optimiin, merenkulkua koskevan sääntelyn noudattamista sekä satamahenkilöstön panosta rahdin lastaamisessa, käsittelyssä ja dokumentoinnissa (Park ym. 2024, 162; Yalçın ym. 2025, 2). Paikallisilla satamaviranomaisilla on tärkeä rooli ylläpitää turvallisuutta, ympäristö vastuuta sekä operatiivista tehokkuutta. Heidän vastuullaan on muun muassa alusten liikennöinnin määrittäminen ja turvallisuus satamassa, meren saastumisen estäminen valvomalla ympäristön suojelua, merenkulun säännösten noudattamisen varmistaminen sekä sataman operaatioiden tarkastus ja valvominen. (Yalçın ym. 2025, 2–3.)

Koska satamaviranomaisten tehtävänä on oleellisten operatiivisten dokumenttien valmistelu ja lähettäminen, on näiden tehtävien tehokas toteuttaminen suoraa yhteydessä sataman operaatioiden toimivuuteen ja suorituskykyyn (Yalçın ym. 2025, 1). Lohkoketju-teknologia (engl. blockchain) on noussut yhdeksi lupaavimmista digitaalista muutosta helpottavista teknologioista merenkulkualalla, minkä oletetaan auttavan meriliikenteen toimitusketjuissa muun muassa datan läpinäkyvyyteen, työläisiin prosesseihin ja suureen määrään paperitöitä (Pu & Lam 2021, 777).

Merenkulkuala kohtaa suuria haasteita etenkin ympäristövastuun ja operatiivisen tehokkuuden tasapainottamisessa (Suprobo ym. 2025, 208). Yksi haasteista liittyy erilaisten mikro-organismien, levien ja eläinten kerääntymiseen laivojen vedenalaisille pinnoille aiheuttaen kitkaa ja painoa alusten runkoihin, mikä hidastaa alusten kulkua johtaen pienemmän nopeuden takia suurempaan polttoaineenkulutukseen, lisääntyneisiin ylläpitokustannuksiin ja kasvihuonekaasupäästöjen määrään (Schultz 2007; S. L. Kim & Yu 2025, 1–2). Tämä biologiseksi likaantumiseksi (engl. biofouling) kutsuttu ilmiö tunnistetaan niin taloudellisenä kuin ympäristöllisenä ongelmana (Hanninen 2024). Biologisen likaantumisen vähentäminen liittyy suoraan IMO:n tavoitteeseen muun muassa kasvihuonekaasujen vähentämiseen liittyen, sillä tehokkaalla likaantumisen estämisellä (engl. antifouling) voidaan vähentää polttoaineen kulutusta minimoimalla vetoa, joka johtaa alusten hidastumiseen, ja pienentää päästöjä (Suprobo ym. 2025, 208–209). Ilmansaasteet ovat suoraan verrannollisia polttoaineen kulutukseen laivojen kolmen järjestelmän kautta. Päästöjen lähteet liittyvät lähinnä propulsiojärjestelmään, jonka avulla laiva liikkuu vedessä, apukattilajärjestelmään (engl. auxiliary

boiler), jolla tuotetaan höyryä ja kuumaa vettä konehuoneelle ja miehistön käyttöön, sekä apuvoimajärjestelmiin (engl. auxiliary power systems), joilla laivan operoinnin tarvitsemat sähköt tuotetaan. (Kontovas 2014, 62.) Tavalliset likaantumista estävät -toimet voivat kuitenkin aiheuttaa myrkyllisten kemikaalien pääsyä vesistöihin aiheuttaen suurta ekologista vahinkoa, minkä vuoksi biologinen likaantuminen on haaste operatiivisen tehokkuuden parantamiselle, kun samalla halutaan suojella ympäristöä (Suprobo ym. 2025, 209).

Nopeus on tärkeä muuttuja merikuljetuksissa (Kontovas 2014, 65). Usein voidaan ajatella, että tehokkuus paranee, kun laivoilla ajetaan mahdollisimman nopeasti etenkin linjaliikenteessä, jossa laivat ajavat tiettyjen satamien välillä ja pitävät kiinni tietyistä aikatauluista. Nopeuden kasvaessa polttoaineen kulutus nousee kuitenkin eksponentiaalisesti (Park ym. 2024, 167). Ajonopeus vaikuttaa suoraan polttoaineen käyttöön, minkä vuoksi suurin nopeus ei johda parhaimpaan operatiiviseen tehokkuuteen. Toisaalta, vaikka moottoreiden polttoaineen kulutus on suuri osa kulutusta, johon aluksen nopeudella on suora vaikutus, eivät moottorit ole ainut syy kulutukselle. Lisäksi aluksen operointiin tarvittavat koneistot saattavat käyttää eri polttoaineita. Polttoaineen kulutukseen vaikuttaa myös esimerkiksi sääolosuhteet, aluksen uppouma (engl. vessel displacement) ja rungon kunto, johon biologinen likaantuminen vaikuttaa. On myös huomioitava, että linjaliikenteessä rahdin määrä, joka vaikuttaa aluksen uppoumaan, ei ole vakio jokaisella merimatalla. (Kontovas 2014, 62.)

Joissain tapauksissa vastuullisuus ja tehokkuus voivat kuitenkin tukea toisiaan. Laivojen operoinnin tehokkuus voidaan toteuttaa monilla eri tavoilla, joista yksi avaintekijä on tehokkaimman nopeuden käyttäminen (Svitlana & Oleksiy 2022, 73). Yleisesti operatiiviset toimet tehokkuuden parantamiseksi keskittyvät laivan nopeuden optimointiin, jonka tarkoituksena on vähentää polttoaineen käyttöä merimatkoilla (W. Guo ym. 2025, 2). Operoinnin tehokkuuteen vaikuttaa kuitenkin myös kuljetusprosessien erityispiirteet sekä reitin ja kulkusuuntien pituudet (Svitlana & Oleksiy 2022, 73). W. Guon ym. (2025) tutkimuksessaan tekemän analyysin mukaan laivojen operoinnin optimimisessa tulee ensisijaisesti vähentää esimerkiksi odotusaikoja. Odotusaikojen vähentämiseksi ja laivojen nopeuden säätämiseksi optimaaliseksi on esitelty JIT PCO -konseptia (Just-In-Time Port Call Optimization). Sen avulla voidaan minimoida satamaan pääsyn odotusaika ja vähentää polttoaineen käyttöä. (W. Guo ym. 2025, 3.) Ongelmana on satamaan pääsyn hitaus, joka koskee kuitenkin vain lähinnä isompia rahtilaivoja, eikä linjaliikenteen aluksia, joilla on tarkat aikataulut. Toisaalta linjaliikenteessäkin on tarvetta porrastaa eri alusten satamakäyntejä niin lähtöjen kuin saapumisten osalta, jotta turhaa odottelua ei tapahdu.

Shuaian Wangin ym. (2013) mukaan ympäristöllisen vaikutuksen minimoiminen on noussut tärkeäksi osaksi rahtiverkostojen suunnittelua, ja heidän tekemän analyysin mukaan laivojen nopeuden optimointi tukee sekä päästöjen että operaatioiden kulujen vähentämistä. Päästöjen vähentämiseen pyrkiessä alusten nopeus on tärkeää optimoida reitille sopivaksi sen vaikuttaessa polttoaineen kulutuksen kautta taloudelliseen tehokkuuteen ja lopulta koko aluksen operoinnin tehokkuuteen. Sekä tehokkuutta että vastuullisuutta voidaan siis toteuttaa yhdessä laivojen operoinnissa optimoimalla matkanopeus, vaikka nopeus ei olisikaan joka matkalla sama. Tehokkuuden ja vastuullisuuden tasapainottaminen vaatii kolmen asian huomioimista: aluksen polttoaineen käyttö, nopeuden optimointi ja päästöjen määrä, jotka kaikki vaikuttavat toisiinsa. Polttoaineenkäytön vähentämiseksi IMO on ehdottanut muun muassa vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttöä, laivojen navigoinnin tehokkuutta ja propulsiojärjestelmien optimointia (W. Guo ym. 2025, 3).

## 3 RoRo-alukset Itämerellä

### 3.1 RoRo-alukset yleisesti

RoRo-alukset (Roll-on/Roll-off) ovat laivoja, jotka operoivat yleensä linjaliikenteessä tiettyjen reitien ja aikataulujen mukaisesti. Alusten operoinnissa optimoidaan matkanopeutta, polttoaineen käyttöä sekä kääntymisaikaa satamissa. Alukset kuljettavat pääosin rahtia, jolla on pyörät tai joka voidaan asettaa perävaunuun, joka lastataan laivan kyytiin, sekä tiekuljetusten ajoneuvoja ja autoja. Kuljetus tapahtuu horisontaalisella liikkeellä rahdin pyörien avulla, sillä autot ja rekat ajetaan kyytiin esimerkiksi aluksen keulaportista pysäköitäviksi aluksen autokansille ja ulosajo määränpääsätämässä tapahtuu peräportin kautta. (Andersson ym. 2015, 233; Christodoulou ym. 2019, 3; Jaehn ym. 2026, 2–3)

On myös olemassa erilaisille rahtityypeille tarkoitettuja RoRo-aluksia, vaikka yleensä rahtina on autoja ja/tai perävaunuja rekkoineen tai ilman. Muiden rahtityyppien RoRo-aluksia ovat esimerkiksi kontteja ja ajoneuvoja kuljettavat ConRo-alukset (Container Roll-on/Roll-off), irtotavaraa ja ajoneuvoja kuljettavat GenRo-alukset (General Roll-on/Roll-off) sekä Ropax-alukset. (Jaehn ym. 2026, 3)

RoRo-alusten tärkeimpiin rooleihin kuuluu toimia matkustaja-autolauttoina etenkin lyhyillä merimatkoilla (IMO: Safety of ro-ro ferries). Ropax-alukset (Roll-on/Roll-off Passenger) ovat laivoja, jotka kuljettavat normaalien RoRo-alusten mukaisesti pyörillä kulkevaa rahtia sekä autoja, mutta aluksissa kulkee myös matkustajia (Jaehn ym. 2026, 3). Ropax-aluksia kutsutaan myös matkustaja-autolautoiksi, ja ne ovat nykyajan laivakuljetusten suosituin alustyyppi, joissa matkustajien ja rahdin tilat on eroteltu omille kansilleen (Christodoulou & Woxenius 2020, 140; Korlak 2021, 199). Ropax-aluksien kilpailuetuna muita kuljetusmuotoja vastaan on nopeus, jolla alus voi kulkea, vaikkakin yleisimmin nopeus on 18–20 solmun tienoilla (Christodoulou & Woxenius 2020, 140).

### 3.2 RoRo-alusten käyttöön liittyvät asiat/ toimet

Meddan ja Trujillon (2010, 295–296) mukaan RoRo-aluksilla tehtävät kuljetukset edustavat lyhyen matkan merenkulkua (engl. short sea shipping), jossa horisontaalisesti tapahtuva rahdinkäsittely luo pohjan kilpailukykyiselle toiminnalle muun muassa nopean rahdinkäsittelyn ansiosta. Lyhyen matkan merenkululla tarkoitetaan kuljetuksia, jotka eivät ylitä valtameriä (Christodoulou & Woxenius 2019, 2). EU:n komission määritelmän mukaan lyhyen matkan merenkulku tarkoittaa rahdin ja matkustajien kuljettamista maantieteellisesti Euroopan satamien tai Euroopan ulkopuolisten satamien

välillä, joilla on kuitenkin rannikkoa Eurooppaa rajaavilla suljetuilla merillä. EU:n komissio on huomionnut lyhyen matkan merenkulkua edustavien kuljetusten vähentävän ympäristövahinkoja, minkä vuoksi RoRo-aluksilla on ympäristöllisesti positiivinen etu. (Medda & Trujillo 2010, 286.) RoRo-alusten operointi voidaan yhdistää kätevästi intermodaalikuljetuksiin, sillä rahdin purkamisen ei tarvitse avukseen ylimääräisiä vaiheita esimerkiksi rahdin nostamisessa, kun rahti ajetaan aluksen kyytiin ja pois sieltä (Christodoulou ym. 2019, 1). Lyhyen matkan merenkulun kuljetuksilla on myös heikkoutensa, sillä ne kilpailevat asiakkaista tie- ja rautatiekuljetusten kanssa (Stopford 2009, 52). RoRo-alusten operointi vaatii myös satamakäyntien tiheää tahtia ja kapasiteetin korkeaa käyttöä, jotta kilpailukyky säilyy (Christodoulou & Woxenius 2020, 144).

RoRo-kuljetukset ovat yleensä tiukasti integroitu mantereella joko rekoilla tai junalla tehtäviin kuljetuksiin, jonka vuoksi RoRo-aluksilla tehtävät kuljetukset ovat usein ”saatettuja” tarkoittaen, että rekan kuski ajaa kuorman laivaan saakka (Christodoulou & Woxenius 2020, 138). Kuljetuksia tehdään myös ilman saattamista, jolloin puoliperävaunut lastataan ilman rekan avustusta ja kuljettajaa (Torbianelli 2000, 381). Puoliperävaunujen etuna on niiden pienempi tilantarve kuin, jos koko kuljetus olisi rekan kanssa lastattu laivaan. Täten saadaan suuremmat volyymit rahdille, mikä heijastuu suoraa operaatioiden hyötyihin, ja rekat kuljettajineen voidaan hyödyntää muualla. (Christodoulou & Woxenius 2020, 142.)

### 3.3 RoRo-alusten merkitys Itämerellä

Lyhyen matkan merenkululla on merkittävä asema tavaroiden kuljetuksessa Itämerellä. EU:n satamien välillä Itämerellä 16 % tavarasta kuljetettiin lyhyen matkan merenkulun kuljetuksilla vuonna 2023. (Eurostat 2025d)

Niin saarien kuin mantereen sekä eri saarien välisissä kuljetuksissa käytetään usein lauttoja, joilla kuljetetaan matkustajia ja rahtia sekä mahdollistetaan nopea liikkuminen paikkojen välillä. Ropax-aluksia käytetään tähän tarkoitukseen muun muassa niiden tiheän operoinnin ja nopeiden satamakäyntien takia. Eurooppa on Ropax-alusten suuri markkina-alue, missä eniten aluksia kulkee Itä-, Pohjan- ja Välimeren alueella yhdistäen ympäröivät maat. Jotkin alueet ovat jopa riippuvaisia Ropax-alusten liikennöinnistä sekä matkustajien että rahdin osalta. Esimerkiksi Ruotsissa matkustajia tulee ja lähtee maasta enemmän matkustaja-aluksilla kuin lentokoneilla. (Christodoulou & Woxenius 2020, 139–141)

Pohjois-Euroopassa käytetään paljon RoRo-kuljetuksia, jotka kulkevat ilman saattamista. Tällaisia kuljetuksia käyttävät laajasti esimerkiksi metsä-, auto- ja sähkölaiteteollisuudet sekä ruoan ja

juomien tuonti. (Christodoulou ym. 2019, 5.) Itämerellä RoRo-yksiköt ovat dominoivia tavarankuljetuksissa, ja ne muodostivat 27 % Itämeren lyhyen matkan merenkulusta vuonna 2023 (Eurostat 2025d). Etenkin Suomessa ja Ruotsissa merikuljetukset ovat ylivoimaisessa asemassa rahdin kuljetuksessa, minkä takia Itämeren alueella liikennöi paljon RoRo-aluksia operoivia varustamoita (Christodoulou ym. 2019, 5). RoRo-alukset ovat oleellinen osa Pohjois-Euroopan alueellista linjaliikenneverkostoa ja tärkeässä asemassa tukemassa kuljetus- ja logistiikka-alan kaupallisia tarpeita (Styhre 2009, 419).

### 3.4 RoRo-alukset vs. konttialukset Itämerellä

Syvän meren merenkulkua (engl. deep sea shipping), jolla tarkoitetaan mannerten välistä valtameret ylittäviä kuljetuksia, pidetään yleisesti kaikista ympäristöystävällisimpänä ja energiatehokkaimpana kuljetusmuotona (Christodoulou & Woxenius 2019, 2; Jaehn ym. 2026, 3). Globaalisti kontteja kuljettava linjaliikenne on dominoivammassa asemassa kuin RoRo-aluksilla tehdyt kuljetukset (Zhou ym. 2023, 779). RoRo- ja Ropax-aluksilla voidaan kuitenkin kuljettaa myös kontteja. Eri valtioiden ja kaupunkien säännöissä saattaa olla eroavaisuuksia konttien käsittelyn suhteen, sillä esimerkiksi Helsingin keskustassa ei saa käyttää MAFI-perävaunuja, jonka myötä kontteja, jotka eivät ole lastattuina rekkoihin, ei voida kuljettaa Ropax-aluksilla. MAFI-perävaunuilla siirretään kontteja RoRo-aluksiin. Lisäksi vaarallisia kuljetuksia ei oteta Ropax-aluksiin kyytiin matkustajien takia, vaan ne pitää kuljettaa täysin rahdille tarkoitetuilla aluksilla. (Sundberg ym. 2011, 71.) On kuitenkin myös ConRo-aluksia (Container Roll-on/Roll-off) eli kontti- ja RoRo-alusten yhdistelmä, jolla voidaan kuljettaa sekä kontteja että pyörillä liikkuvaa rahtia (Zhou ym. 2023, 785).

#### 3.4.1 Liikennemäärät aluksittain

Vuoden 2024 AIS-tietojen (Automatic Information System) mukaan suuri osa Itämeren kuljetustiheydestä koski matkustaja-aluksia, kuten Taulukosta 1 voidaan todeta. AIS on järjestelmä, jolla voidaan tarkkailla laivojen liikkumista reaaliaikaisesti. Kuvassa 2 esitetään Itämeren kuljetustiheyskarttakuvana Taulukon 1 mukaisten alustyyppien osalta. Data perustuu AIS-tietoihin IMO-rekisteröidyistä aluksista, jotka operoivat Itämerellä. Konttialusten määrä kuljetustiheydessä oli suurempi kuin rahtia kuljettavien RoRo-alusten. Matkustaja-aluksista ei kuitenkaan ollut määritelty tarkemmin määriä eri matkustaja-aluksille, kuten RoPax-aluksille, jonka vuoksi luvuissa mahdollisesti on mukana myös aluksia, jotka eivät kuljeta rahtia ollenkaan. Tiheyskartta perustuu Euroopan ympäristökeskuksen (EEA) 1 x 1 km kokoisiin solukkoihin ja INSPIRE-solukkojärjestelmiin. Jokaisen solun arvo kertoo, kuinka monella reitillä solu on ylitetty. Reitti on viiva, joka kertoo aluksen

liikkumisesta kahden sataman välillä Itämeren ulkopuolelta tai kohden Itämereltä poistumista. Viivojen data on luotu AIS-järjestelmän signaaleista. (HELCOM Map and data service)

### Taulukko 1 Kuljetustiheys Itämerellä aluksittain

Taulukossa esitetään vuoden 2024 Itämeren alusten kuljetustiheys AIS-datalla mitattuna. Tiheys on määritetty alusmäärästä, joka on ylittänyt 1 x 1 km kokoisen ruudukon solun.

Lähde: HELCOM Map and data service

Alustyyppi	Kuljetustiheys (AIS)
Kaikki alustyyppit	37 129
Matkustaja-alukset	32 257
Konttialukset	3542
RoRo Cargo	2651

Suurin osa pitkän matkan konttialuskuljetuksista Kaukoidästä Pohjois-Eurooppaan suuntautui Itämeren ulkopuolisille alueille vuoden 2007 joulukuussa tehtyjen havaintojen mukaan (Notteboom & Vernimmen 2009, 330–331). Konttialusten suurentuessa ovat pienemmät konttialukset saaneet väistyä isompien tieltä, mikä on vaikuttanut Itämeren konttialusliikenteeseen. Tämä on johtanut ketjuutumiseen, jonka myötä isompien alusten suosio on noussut samalla kun satamakutsujen määrä on vähentynyt. Itämeren isoimmista konttisatamista, kuten Gdansk Puolassa, on tullut yhteysatamia kansainväliselle liikenteelle, ja niistä rahti laivataan uudelleen (engl. transshipment) muihin Itämeren satamiin. (Kerbiriou 2024, 214.)

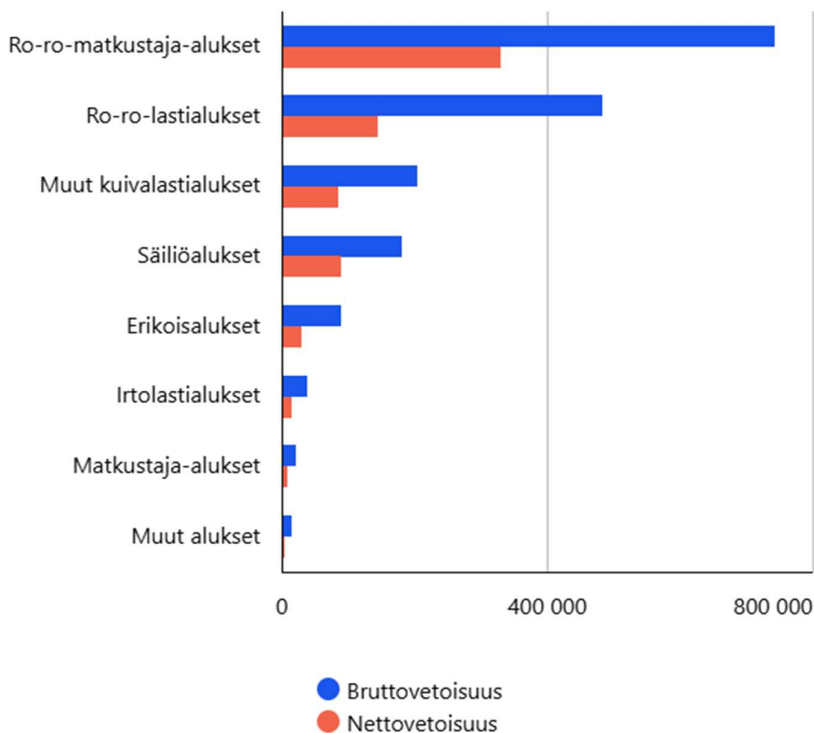
Suurin osa Suomen laivakuljetuksista toimii syöttöliikenteenä isommille keskuksille (Hilmola ym. 2015, 199). Hilmolan ym. (2015, 203) havainnon mukaan konttiliikenteen osalta tilanne oli parempi ennen finanssikriisiä, jonka jälkeen se ei ole ollut entisellään. Heidän mukaansa selityksenä voisi olla suuret investoinnit Ropax-aluksiin ja alusten välinen kilpailu reiteillä. Sundbergin ym. (2011, 63–65) havaintojen mukaan konttikuljetukset ovat olleet hyvin pieni osa Helsinki-Tallinna-reitin volyymejä jo pitkään. Konttiliikenteen luvut ovat kuitenkin nousussa puoliperävaunu ja rekka -dominoivissa satamissa Virossa ja Suomessa (Hilmola ym. 2015, 203).

### 3.4.2 Alusluvut

RoRo-alusten merkityksestä Itämerellä kertoo myös alusten määrä Suomen alusrekisteriin merkityistä aluksista, jotka lasketaan Suomen kauppalaivastoon. Kuviosta 1 voidaan huomata, että suurin osa Suomen kauppalaivastoon kuuluvista aluksista on RoRo-aluksia brutto- ja nettovetoisuuden mukaan. Bruttovetoisuudella tarkoitetaan aluksen suljettujen tilojen koko tilavuutta käsittävää

vertailulukua. Nettovetoisuus tarkoittaa mittaa aluksen hyötytilasta. (SVT: Kauppalaivasto; Tilastokeskus: Nettovetoisuus; Tilastokeskus: Bruttovetoisuus)

### Varsinaiseen kauppalaivastoon kuuluvien alusten brutto- ja nettovetoisuudet alustyypin mukaan 2025Q4



Päivitetty: 11.2.2026

Lähde: Tilastokeskus, kauppalaivasto

### Kuvio 1 Suomen kauppalaivasto vuoden 2025 lopulla

Lähde: SVT: Kauppalaivasto

RoRo-alus-valtaisesta merenkulusta Itämerellä kertoo myös isojen toimijoiden laivastot. Razan ja Woxeniuksen (2019, 5) mukaan Finnlines on yksi Pohjan- ja Itämerellä toimivista RoRo-alus varustamoista. Finnlines yhdistää Suomea Euroopan maihin operoiden lähinnä Viroon, Saksaan ja Ruotsiin (Finnlines: Company: About us). Varustamo operoi yhteensä 20 alusta, joista 10 on Ropax-aluksia ja 10 pelkälle rahdille tarkoitettuja RoRo-aluksia (Finnlines: Our fleet).

#### 3.4.3 Alusten polttoainekulutukset

Notteboomin (2011, 68–69) tutkimuksessa havainnoidaan aluksen matkanopeuden vaikutusta polttoaineen kulutukseen ECA-alueilla (Emission Control Area), joihin Itämeri kuuluu. RoRo- ja

Ropax-alusten tavallinen matkanopeus on 18,5 solmua. Osa lyhyen merenkulun kuljetuksia tekevästä aluksista ja Ropax-aluksista kulkevat kuitenkin vielä nopeammin, 25–30 solmun matkanopeudella. (Notteboom 2011, 68–69.) Taulukossa 2 esitellään Notteboomin (2011) tutkimukseen pohjautuvia lukuja alusten nopeuden ja polttoaineen kulutuksen suhteesta.

### Taulukko 2 RoRo/Ropax-alusten polttoaineen kulutus nopeuden mukaan

Nopeilla SSS aluksilla tarkoitetaan nopeita lyhyen merenkulun kuljetusten aluksia.

Lähde: Notteboom (2011)

Alustyyppi	Nopeus (solmua)	Polttoaineen kulutus (tonnia/ km)
RoRo/Ropax	18,5	0,06–0,09
Ropax/ nopeat SSS alukset	25–30	0,16–0,20

Konttialusten polttoaineen kulutukseen vaikuttaa matkanopeuden lisäksi konttien määrä (Cariou ym. 2019). Nopeuden kasvattaminen muutamalla solmulla lisää polttoaineen kulutusta huomattavasti (Notteboom & Vernimmen 2009, 328). Taulukko 3 pohjautuu Notteboomin ja Vernimmenin (2009, 328) tutkimukseen, jonka perusteella esimerkiksi 5000 TEU-mittaista konttia kuljettavan konttialuksen polttoaineen kulutus nelinkertaistuu 14 solmun nopeuden nostamisella 22 solmun nopeuteen.

### Taulukko 3 Konttialuksen polttoaineen kulutus konttien määrän ja nopeuden mukaan

Lähde: Notteboom & Vernimmen (2009)

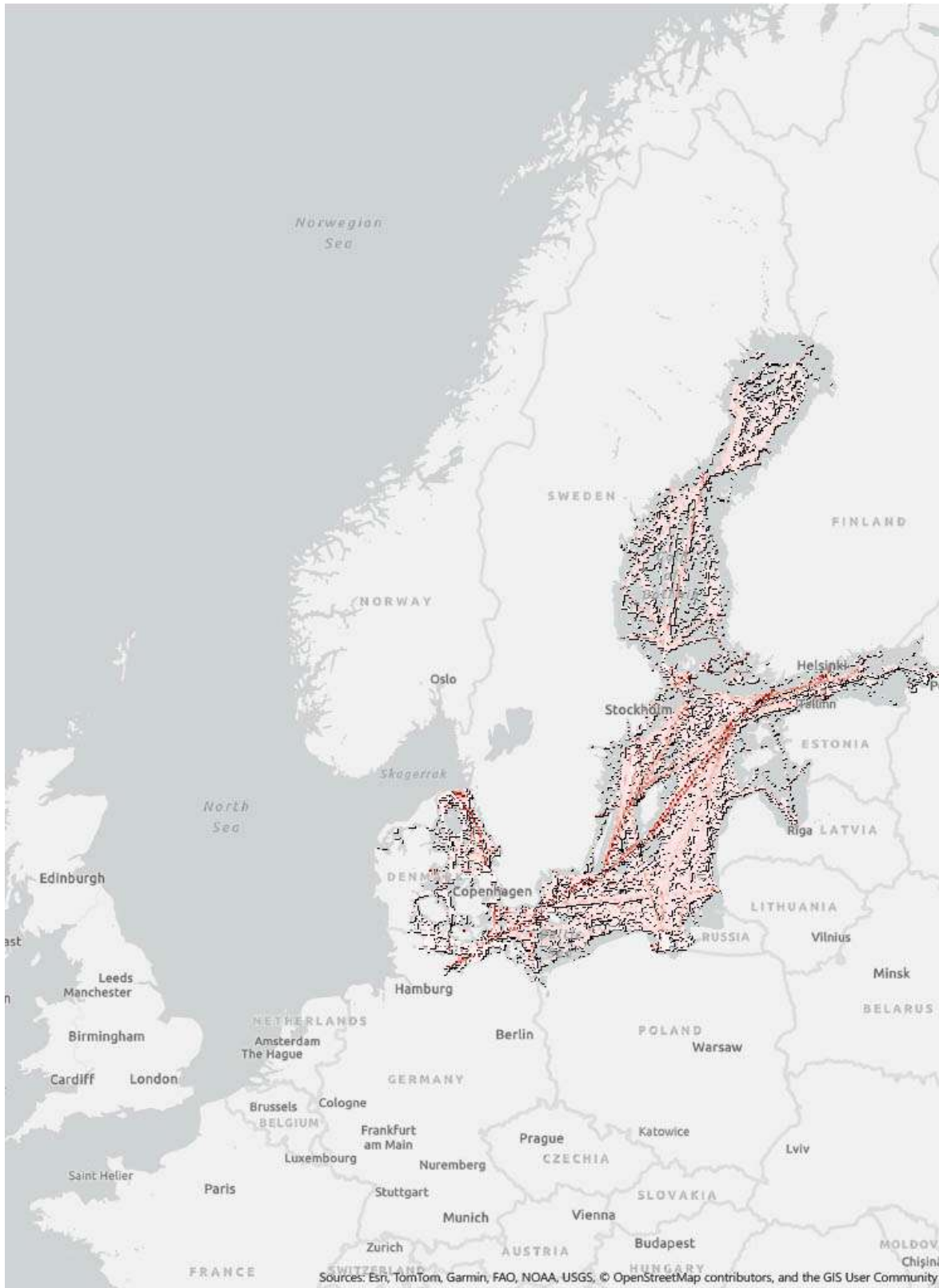
TEU	Polttoaineen kulutus (tonnia/päivä)		
	14 solmun nopeudella	22 solmun nopeudella	30 solmun nopeudella
3000	noin 30	100	noin 250
5000	noin 30	noin 120	noin 290
8000	noin 50	noin 175	noin 425
10 000	50	noin 190	noin 475

On kuitenkin huomioitava, että kummankin alustyyppin polttoaineen kulutuksia tutkineet tutkimukset on tehty yli 10 vuotta sitten. Laivojen energiatehokkuus on varmasti parantunut tässä välissä. Lisäksi konttialusten kohdalla polttoaineen kulutusta on havainnoitu päiväkohtaisesti, kun RoRo-alusten polttoaineen kulutusta on havainnoitu kilometrikohtaisesti. Tähän tosin selitys löytyy todennäköisesti siitä, että konttialukset tekevät pidempiä matkoja, jonka vuoksi on nähty paremmaksi tilastoida kulutusta päiväkohtaisesti. RoRo-alusten kulkemat matkat eivät ole yhtä pitkiä. Notteboomin

(2011) tutkimuksessa tutkimusalueena toimii ECA-alueet eli päästökontrollialueet. Notteboomin ja Vernimmenin (2009) tutkimuksessa alueena toimii Pohjois-Eurooppa–Kaukoitä reitin linjaliikenne.

Linjaliikenteen polttoaineen kulutuksessa tulee huomioida alusten teknisiä ja operatiivisia tietoja, kuten moottorityyppi, aluksen ikä, kapasiteetti kantavuudella tai autokaistoilla mitattuna metreissä sekä sääolosuhteet (Notteboom 2011, 68). On myös huomioitava, että varsinkin RoRo-aluksia kulkee tänä päivänä myös muilla kuin öljypohjaisilla polttoaineilla.

Kontti- ja Ropax-alusten eroavaisuutena on myös kuljetusten läpimenoajat (engl. lead time), jolla tarkoitetaan aikaa, joka menee rahdin toimittamiseen lähtöpisteestä määränpäähän. Konttialusten läpimenoajat ovat pidempiä kuin Ropax-alusten. Helsinki-Tallinna-reitillä läpimenoaika Ropax-aluksilla on yleensä hyvin lyhyt nopeiden merimatkojen ansiosta. Konttialusten kuljetusten läpimenoaika samalla reitillä sen sijaan on 3 päivää. Toki hitauden ansiosta konttialukset käyttävät vähemmän polttoainetta kuin Ropax-alukset ja aiheuttavat täten myös vähemmän hiilidioksidipäästöjä. Ropax-alusten kompromissina (engl. trade-off) onkin suurempi dieselin käyttö ja hiilidioksidipäästöt. (Hilmola ym. 2015, 207)



### Kuva 2 Tiheyskartta kuljetustiheydestä Itämerellä vuonna 2024

Kuvassa on esitettyä kuljetustiheys kontti-, matkustaja- ja RoRo Cargo -alusten osalta Itämerellä vuonna 2024. Lähde: HELCOM Map and data service

## 4 RoRo-alusten vastuullinen operointi Itämerellä

Varustamoille on tärkeää, että vastuullisuuden toteuttamisen yhteydessä toiminta ei kärsi. Tämän takia vastuullisuuden ja operatiivisen tehokkuuden tasapainottamisella on suuri merkitys. Varustamoille hyvä asia on kuitenkin se, että nämä kaksi toimivat yhdessä joissain tapauksissa, sillä esimerkiksi alusten nopeuksien säätämällä on vaikutusta niin kustannuksiin polttoaineen kulutuksen kautta kuin päästöjen vähentämiseen, joka edesauttaa torjumaan kasvihuonekaasujen syntymistä (ks. Kontovas 2014). RoRo-alusten operointi tarjoaa monia etuja, ja alukset ovat hyvin merkittävässä asemassa Itämeren merikuljetuksissa etenkin Suomessa ja Ruotsissa.

### 4.1 RoRo-alukset osana vastuullista toimitusketjua

RoRo-alukset toimivat osana isompia toimitusverkostoja toteuttaessaan esimerkiksi yksittäisten toimitusten laivakuljetusosuutta intermodaalikuljetuksissa. Alusten varustamot ovat tällöin yksi osa laajempaa toimitusketjua, mutta myös varustamoiden ja laivojen operoinnin ympärillä toimii eri toimitusketjuja esimerkiksi polttoainetäydennyksille. RoRo-alusten on Chengin ym. (2015, 1) meriliikenteen vastuullisen toimitusketjun määritelmän mukaan pyrittävä jokaisen vastuullisuuden osaluheen toteuttamiseen sekä noudattamaan sosiaalisten ja ympäristövaikutusten säännöksiä. EU:ssa on pyritty jo monien vuosien ajan edistämään vastuullisuutta toimitusketjuissa, jotta ulkoisia kustannuksia saataisiin vähennettyä kuljetusmäärien lisääntyessä. Lyhyen matkan merenkulun on huomattu tarjoavan merkittäviä etuja muun muassa vähentyneen ympäristön rasituksen, mittakaavaetujen vaikutuksen kuljetuskustannuksiin sekä Euroopan tieliikenteen pahentuvaan ongelmaan. (Santos & Guedes Soares 2017, 860.)

Lyhyen matkan merenkulku, johon RoRo-aluksilla tehtävät kuljetukset kuuluvat, on EU:n suunnitelman mukaan osana toteuttamassa koko Euroopan laajuista kuljetusverkostoa eli TEN-T:ia (engl. Trans-European Transport Network), joka kuitenkin vaatii toteutuakseen lyhyen matkan merenkulun tehostamista (Ng 2009, 338). Itämerellä kulkevat RoRo-alukset vievät rahtia rekkojen tai puoliperävaunujen avulla ympäri Eurooppaa ja Euroopasta esimerkiksi Suomeen. Esimerkiksi Helsinki-Tallinna reitillä kulkeva rahti, josta suuri osa kulkee RoRo-aluksilla puoliperävaunuissa, viedään Keski- ja Itä-Eurooppaan tai tuodaan sieltä Suomeen. (Sundberg ym. 2011, 11; Hilmola ym. 2015, 201.) Pohjois-Euroopan maista Ruotsissa, Suomessa ja Virossa kuljetusvirrat on rakennettu hyvin samalla tavalla, ja rekat puoliperävaunuineen ovat dominoiva kuljetusmuoto (Hilmola ym. 2015, 201). Tiekuljetusten joustavuudesta ja nopeudesta huolimatta on todettu, ettei kyseinen järjestelmä ole pitkällä aikavälillä ympäristöllisesti vastuullinen (Baird 2007; Ng 2009, 338). Hilmolan ym.

(2015, 199) mukaan merenkulkualaa pitää uudistaa, koska merikuljetusten toteuttaminen alkaa olla muun muassa uusien säännösten takia kalliimpaa kuin sisämaan kuljetusmuodot eli tie- ja raidekuljetukset. Näiden takia yritykset hyödyntävät enemmän intermodaalikuljetuksia varsinkin lyhyillä matkoilla rekkosten ja puoliperävaunujen kuljettamiseen (Hilmola ym. 2015, 199). Lyhyen matkan merenkulku on myös tiekuljetuksista riippuvainen, sillä toimitusten viimeiset matkat tehdään rekoilla (Santos & Guedes Soares 2017, 860). RoRo-aluksilla tehtävät kuljetukset ovat hyvin riippuvaisia tiekuljetuksista, mutta myös tiekuljetusten on varsinkin tietyissä tapauksissa hyödynnettävä merikuljetuksia. Tämän myötä RoRo-alusten ja tiekuljetusten muodostamat intermodaalikuljetukset tuovat kummallekin kuljetusmuodolle etuja.

RoRo-alukset tarjoavat nopeampia rahdin lastaus- ja purkuaikoja kuin esimerkiksi konttialukset, mikä vaikuttaa kuljetusaikoihin (Santos & Guedes Soares 2017, 859). RoRo-alukset voidaan kätevästi yhdistää kuljetusketjuun, jossa operoi myös muiden kuljetusmuotojen kulkuvälineitä. Esimerkiksi Ruotsissa varsinkin isot yritykset ovat kehittäneet omia intermodaalikuljetuksia hyödyntäviä toimitusketjuja vientiä varten. Näissä hyödynnetään RoRo-aluksia, tiekuljetuksia ja raidekuljetuksia, joiden avulla saadaan luotettavuutta ja joustavuutta rahdin kuljetuksiin. (Christodoulou ym. 2019, 6.) RoRo- ja Ropax-aluksilla tehtävät merikuljetukset ovat merkittävässä roolissa myös saarille tehtävissä kuljetuksissa. Esimerkiksi Itämeren suurille saarille Ahvenanmaalle ja Gotlantiin kuljetetaan päivittäin rahtia RoRo-aluksilla.

Intermodaalikuljetuksia pidetään EU:ssa yhtenä kestävä kehityksen avaintekijöistä. Niiden käyttöön kannustetaan ympäristövaikutusten minimoimiseksi. Intermodaalikuljetukset ovat oleellinen tekijä vastuullisuuden toteuttamisessa, sillä ne tukevat taloudellista kasvua vähentämällä teiden ruuhkia ja kasvihuonekaasupäästöjä. Ne tukevat tehokkaampaa rahdinkäsittelyä, jonka avulla saadaan vähennettyä koko toimitusketjun hiilijalanjälkeä, ja pienempien päästöjen kautta intermodaalikuljetukset auttavat ehkäisemään luontokatoa. Näiden toteuttamiseksi tulee kuitenkin tehdä ekologista huomioivia suunnitelmia, sillä pelkkä muutos intermodaalikuljetuksiin ei auta vielä poistamaan kaikkia ympäristövaikutuksia tai tue vastuullisuutta pitkällä aikavälillä. (X. Guo ym. 2022; Krstić ym. 2025, 2)

Lyhyen matkan merenkulun kuljetusten ja Euroopan satamien integroiminen TEN-T:iin vaatii alusten muuttamista ympäristöystävällisemmiksi sekä käytön tehostamista niiden ollessa osana Euroopan vastuullista kuljetusjärjestelmää (Baird 2007; Ng 2009, 338). Näiden edistämiseksi on tehty toimia. On myös huomioitava, että lyhyen matkan merenkulku ei edusta ainoastaan RoRo-aluksilla tehtäviä kuljetuksia. RoRo-aluksilla tehtävillä kuljetuksilla onkin etunaan turvallisuus,

ympäristöystävällisyys ja energiaystävällisyys muiden lyhyen matkan merenkulkua operoivien alusten ohella. RoRo-alukset voivat myös tukea syrjäseutujen kehitystä kustannustehokkaalla tavalla, eikä niiden käyttö vaadi ylimääräisen, kalliin satamainfrastruktuurin rakentamista tai ylläpitoa satamissa. (Blonk 1994, 389.) RoRo- ja Ropax-alusten operoinnissa etuna on myös lyhyet läpimenoajat rahdin yksinkertaisen sijoitettavuuden ansiosta, mikä aiheuttaa vain vähäiset hiilidioksidipäästöt, jotka ovat parhaimmassa tapauksessa ainoastaan muutamia prosentteja koko toimitusketjun päästöistä (Hilmola ym. 2015, 206).

RoRo-aluksilla on hyvä asetelma olla osana vastuullista toimitusketjua alusten käyttöön liittyvien etujen sekä tiekuljetuksiin yhdistettävyyden takia. RoRo-aluksia operoivat varustamot pyrkivät tietysti taloudelliseen tehokkuuteen. Lisäksi EU:n ja IMO:n tuomien säännösten noudattaminen on pakollista varustamoille. Meriliikenteen vastuullisen toimitusketjun toteutumiseen vaaditaan edellä mainitun lisäksi vielä sosiaalisen, taloudellisen ja ympäristövastuun toteutumista, joita tarkastellaan paremmin luvussa 4.2. Vastuullisuuden toteuttamiseksi RoRo-aluksien operointiin on tehty muutoksia jokaisen vastuullisuuden osa-alueen osalta. Muutoksilla on vaikutusta myös operoinnin tehokkuuteen.

## 4.2 RoRo-alusten käytön vastuullisuuden ja tehokkuuden tasapainottaminen

RoRo-alusten operointiin on tehty muutoksia vastuullisuuden osalta. Luvussa 2.2 esiteltujen säännösten ja EU-direktiivien myötä varustamoiden on tullut huomioida taloudellista, sosiaalista ja ympäristövastuuta osana liiketoimiaan. Luvussa 2.5 on esitetty konkreettisia toimia, mitä meriliikenteen toimitusketjuissa on tehty.

RoRo-alusten operointiin on vaikuttanut vahvasti Itämeren tulo osaksi IMO:n MARPOL-konvention kuudennen liitteen (Annex VI) mukaisia päästökontrollialueita (ECA-alueet). Vyöhykekohtainen säännös, joka tunnetaan SECA-alueina koskee rikkipäästöjen rajoittamista rikin ollessa haitallista ekosysteemille. (Notteboom 2011, 64; Raza ym. 2019, 1.) Säännöksen myötä varustamoilla on vaihtoehtoina vaihtaa tavallista polttoainetta kalliimpaan vähärikkiseen polttoaineeseen tai jatkaa rikkipitoisen polttoaineen käyttöä, mutta investoida rikkipesuriin, joka pesee rikin pakoputkien kaasuista ja tarvitsee sähköä toimiakseen (Hilmola 2018). SECA:n myötä on myös ryhdytty pohtimaan vaihtoehtoisten polttoaineiden, kuten LNG:n käyttöä (Halff ym. 2019, 277). Zisin ja Psaraftisin (2017, 186) mukaan rikkipesurien tai vaihtoehtoisten polttoaineista LNG:n käyttö johtavat pienempiin operointikustannuksiin verrattuna vähärikkisen polttoaineen käyttöön. RoRo-alusten operointikustannusten on ennustettu nousevan kohonneiden polttoaineen hintojen takia ja

rikkisäännöksiä noudattaessa. Operointikustannuksia pyritään hillitsemään energiatehokkuuteen tähtäävillä ratkaisuilla (Zis & Psaraftis 2017, 187; Raza ym. 2019.)

EU:n yritys vastuulakien myötä yksittäisten varustamoiden tehtävänä on tutkia tarkkaan siihen sidoksissa olevan toimitusketjun vastuullisuutta. Esimerkiksi luvussa 4.3.1 esitellään M/S Finlandia -aluksen akkujen lataukseen tarvittavan sähkön olevan vihreää sähköä. Eckerö Linen on siis tullut varmistaa asian todenmukaisuus sähkön toimittajalta. Vastuullisuuden toteuttaminen ei aina kulje käsi kädessä operatiivisen tehokkuuden kanssa, vaikka ne voivat joissain tapauksissa auttaa toistensa toteuttamisessa. Tähän liittyviä haasteita on esitelty luvussa 2.6 tarkemmin.

Päästöjä ja energiatehokkuutta koskevien säännösten mukaisten vaatimusten suhteen merenkulualalla on päädytty ratkaisuihin energiatehokkaiden toimien käyttöönottamisesta. Toimet ovat esimerkiksi alusten runkojen optimointi, hukkalämmön talteenotto, matkojen suunnittelu ja hybridivoimajärjestelmät. (Ghimire ym. 2024, 8544.) Hybridivoimajärjestelmiä käsitellään luvussa 4.3 alusten uudistusten yhteydessä. Polttoaineiden hintojen kallistumisen takia nousseita operointikustannuksia pyritään hillitsemään alusten nopeuksien hidastamisen kautta (Adland ym. 2017). Toimien avulla saadaan myös ylläpidettyä RoRo-alusten operatiivista tehokkuutta. Polttoaineen käyttö on merkittävä tekijä alusten tehokkuudessa, millä on myös vaikutusta päästöihin. Polttoaineen kulutuksen vähentämisellä päästään siis tehokkuuden ja vastuullisuuden toteuttamisessa tasapainoon, sillä siitä on etua kummassakin tapauksessa. Satamaoperaatioiden tehokkuus vaikuttaa myös merkittävästi etenkin nopeita kääntymisiä tekevien RoRo- ja Ropax-alusten toiminnan tehokkuuteen.

RoRo-aluksissa vastuullisuuden ja tehokkuuden toteuttamiseksi on jo alusten suunnitteluvaiheessa pyritty runkojen optimointiin. Tällä tarkoitetaan toimia, jolla aluksista tehdään taloudellisempia, turvallisempia ja ympäristöystävällisempiä esimerkiksi suunnittelemalla alusten rungot muodoiltaan mahdollisimman aaltoja kestäviksi (engl. wave resistance). Alusten etenemiseen vaikuttavan merenkulullisen vastuksen (engl. navigational resistance) pienentäminen auttaa polttoaineen kulutuksen vähentämiseen. (H.-J. Kim ym. 2016; Baoji 2020, 18–19.) RoRo-alusten liikkumista hidastaa biologinen likaantuminen eli, kun laivojen pohjaan tarttuu levää ja muita pieneliöitä luoden kitkaa (Schultz 2007). Itämeri on myös vesistönä haastava aluksille, koska osa siitä saattaa olla talvisin jäässä. Näiden takia alusten tulee käydä säännöllisesti kuivatelakalla huollettavina, jotta biologista likaantumista estävät toimet saadaan tehtyä ja siitä aiheutuvilta pahimmilta kustannuksilta vältetään. Uusiin aluksiin likaantumista estävät -toimet tehdään rakennusvaiheessa. Biologista likaantumista estävän pinnoitteen valinnassa on monia vaihtoehtoja, joista kaikki eivät kuitenkaan ole ympäristölle hyväksi. (Y. Kim ym. 2025, 1, 4, 6.) Ympäristövastuun toteuttamisessa on siis

huomioitava tämä. Y. Kimin ym. (2025, 12) mukaan alusten huoltoon liittyvät strategiat tulee suunnitella aluskohtaisesti operointiolosuhteiden ja teknisten tietojen mukaan, jotta laivan operointi on ympäristöllisesti, taloudellisesti ja sosiaalisesti vastuullista pitkällä aikavälillä.

Alusten runkojen huollon tarpeeseen ja kustannuksiin vaikuttaa vahvasti alusten matkanopeudet (Y. Kim ym. 2025, 6). Y. Kimin ym. (2025, 6) tutkimuksesta havaitaan suurempien nopeuksien johtavan suuremman polttoaineen kulutuksen ja päästöjen kautta laivojen runkojen kulumista aiheuttavan typpioksidin lisääntymiseen. Alusten nopeuksien säätäminen optimiin on myös yksi avaintekijä tehokkuuden ja vastuullisuuden tasapainoon. Pienemmillä nopeuksilla kulkevien Ropax-alusten havaittiin säästävän aluksen rungon huolto- ja polttoainekustannuksissa (Y. Kim ym. 2025, 6). Nopeuksien hidastamisessa (engl. slow steaming) haasteeksi tulee kuitenkin alusten pitäminen aikataulussa, mikä vaikuttaa kilpailukykyyn tiekuljetuksia vastaan. Ympäristövaikutuksen vähentäminen kärsii, kun saastuttavampi kuljetusmuoto valitaan. (Frouws 2016, 7.) Nopeuksien hidastaminen toimiikin paremmin muilla alustyypeillä kuin RoRo-aluksilla, joilla on tarkat kääntymisajat ja aikataulut liikennöinnilleen (Jia ym. 2022, 13).

RoRo-alukset pystyvät toimimaan joustavasti eri reiteillä, joihin alusten nopeudet on optimisoitu aikaikkunoilla, joita jokaisen aluksen tulee noudattaa (Andersson ym. 2015, 234, 240). Monilla Itämerellä, etenkin Suomesta, operoiduilla RoRo-aluksilla on linjapari eli samalla reitillä kulkee kaksi saman varustamon alusta. Näissä tapauksissa reittisuunnittelussa ja nopeuksien optimoinnissa tulee huomioida varustamon laivaston käyttäminen (engl. fleet deployment), jolla tarkoitetaan taktisen suunnittelun ongelmaa käytössä olevien alusten käytöstä jatkuvasti ajetuilla reiteillä huomioiden muun muassa alusten lähtöjen ketjutus (engl. sequence of voyages) (Andersson ym. 2015, 233). Esimerkiksi alusten käyminen Maarianhaminan satamassa on suunniteltu ja aikataulutettu tarkasti reittisuunnittelun ja alusten nopeuksien mukaan, jotta satamassa käyvien eri alusten satamakäyntejä on saatu porrastettua ja ruuhkautumista ehkäistyä. Varustamoiden laivastoihin saattaa kuulua eri aikoina rakennettuja aluksia, joiden rakennusaikana on noudatettu eri säännöksiä, ja laivat saattavat käyttää eri polttoaineita. Tämän vuoksi alusten nopeuksien optimointi reiteille tulee tehdä alus- eikä alustyyppikohtaisesti (Andersson ym. 2015, 233).

Hukkalämmön talteenotolla saadaan parannettua alusten tehokkuutta hyödynnettäessä sitä esimerkiksi kattamaan osaa aluksen sähkötarpeesta. RoRo-aluksen polttoainevalinnalla on merkitystä hukkalämmön talteenoton kannalta, sillä säännösten mukaisiin arvoihin energiatehokkuuden osalta ei päästä esimerkiksi dieselmoottorilla, vaikka hukkalämmön talteenottojärjestelmä olisikin asennettuna. Vaihtoehtoisista polttoaineista LNG:n käyttäminen RoRo-aluksen polttoaineena ja

hukkalämmön talteenottojärjestelmän ollessa asennettuna säästetään operointikustannuksista, saavutetaan parempi energiatehokkuus ja pienemmät päästöt verrattuna dieselin käyttöön. Lisäksi LNG:n avulla pysytään RoRo-aluksille määrätyissä energiatehokkuusindeksin rajoissa. (Livanos ym. 2014, 650)

Vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttöönotto laivojen käyttövirtayksiköissä auttaa vähentämään meriliikenteen ympäristövaikutusta, vaikkakin niiden käyttöön liittyy myös ongelmia (Zanobetti ym. 2023a, 1). Solakiven ym. (2022, 15) tutkimuksen tulosten mukaan päästöjen vähentäminen polttoaineiden kautta ei ole pitkällä aikavälillä kustannustehokasta, minkä vuoksi operatiivisella tehokkuudella ja energiatehokkuudella on korostunut merkitys päästöjen vähentämisessä. Olemassa olevan laivaston osalta tilanne vaikuttaa myös siltä, että varustamoiden on maksettava saastuttamisesta sen sijaan, että pystyttäisiin vähentämään päästöjä (Solakivi ym. 2022, 15). Koska vaihtoehtoisen polttoaineen käyttö aluksissa vaatii monia huomioitavia asioita, ei parhaimpaan tehokkuuteen tai vastuullisuuteen päästä ennen kuin nämä hoidetaan (La Rocca 2025, 280).

Meriliikenteessä sosiaalisen vastuun haasteena on pätevien työntekijöiden pysyminen alalla, jolla pitkäaikaisuus ja sosiaalinen elämä eivät kohtaa. Meriliikenteessä koulutettujen, pitkään työtä tehneiden työntekijöiden merkitys on suuri, sillä heidän ansiostaan tehokkuus ja turvallisuus säilyvät, mikä edesauttaa vastuullisuuden toteutumista. (Arslan ym. 2023, 3.) Meriliikenteen henkilöstön pysyvyyden ongelmia pyritään ratkaisemaan yritysten yhteiskuntavastuuhankkeiden avulla (Prylipko & Manuel 2025, 2). Varustamoissa panostetaan työntekijöiden hyvinvointiin muun muassa tasa-arvoisuuden, syrjimättömyyden, kouluttautumismahdollisuuksien ja turvallisuuden kautta (ks. Eckerö Line: Vastuullisuus; Finnlines: Vuosikertomus 2023, Vastuullisuus).

Vastuullisuuden ja tehokkuuden tasapainottaminen on haastavaa, koska niihin liittyy niin monia huomioitavia asioita. Uusien alusten rakentamisessa on ryhdytty miettimään näitä enemmänkin. Vastuullisuuden toteuttamiseksi uusien laivojen rakentamisessa on alettu huomioimaan yhä enemmän energiatehokkaita ratkaisuja vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttämisen sekä rungon suunnittelun myötä.

Vuonna 2012 rakennettu Viking Line Abp:n omistama Ropax-alus M/S Viking Grace käyttää yhtenä polttoaineenaan LNG:tä eli nesteytettyä maakaasua. Aluksen operoinnissa polttoaineina on myös diesel ja perinteinen polttoöljy. Aluksen suunnittelussa on huomioitu myös rungon optimointi, jotta polttoaineen käyttöä voidaan minimoida. Aluksen operoidessa LNG:llä, toteuttaa se EU:n päästömääräyksiä sekä SECA-aluesäännöstä, sillä alus ei tällöin tuota rikkipäästöjä. Tällöin aluksen typpipäästöt ovat myös pienemmät kuin laivan ajaessa muilla polttoaineilla. Myös rungon

optimointi vaikuttaa myönteisesti päästöjen vähentymiseen aluksen operoinnissa. (Christodoulou & Woxenius 2020, 145; Viking Line: M/S Viking Grace)

### 4.3 RoRo-alusten uudistukset

Sen lisäksi, että uusista aluksista rakennetaan mahdollisimman energiatehokkaita, uudistetaan vanhempia laivoja parantamalla niiden energiatehokkuutta. Lyhyen matkan merenkulun trendinä on lähiaikoina ollut vaihtoehtoisten polttoaineiden ja sähkön käyttäminen aluksissa. Matkustaja-lauttojen sähköistäminen tarjoaa potentiaalisen ratkaisun energiatehokkaalle ja ilmansaasteista vapaalle merikuljetukselle. Hybridi-teknologia viittaa vähentyneeseen polttoaineen käyttöön ja ilmansaasteisiin etenkin, kun akut ladataan vaihtoehtoisilla energialähteillä, kuten tuuli-, aurinko- tai vesivoimalla. (Christodoulou & Woxenius 2020, 145.)

Jeongin ym. (2018, 1081) mukaan sähkö-diesel -hybridijärjestelmän suorituskykyyn liittyy suurien hankintakustannusten kompensoiminen energiakulutuksen ja moottoreiden ylläpidon kustannusten vähentymisenä, puhtaammat kuljetukset hybridijärjestelmän pienemmän polttoaineen käytön ja vähempien päästöjen takia sekä laivan propulsiojärjestelmän luotettavuuden ja turvallisuuden parantuminen. Hybridi-propulsiojärjestelmä tukee ympäristövastuun toteutumista sekä parantaa turvallisuutta (Zanobetti ym. 2023a, 3). Siihen, miten paljon hybridijärjestelmän käyttöönotto vähentää päästöjä ja polttoaineen kulutusta vaikuttaa kuitenkin monia tekijöitä. Näitä ovat muun muassa akun koko, voimajärjestelmän konfiguraatio, aluksen kuormitus ja kuormituksen jakaminen dieselgeneraattorin ja akun välillä. (Ghimire ym. 2024, 8545.) Aluksen polttoaineen kulutus voi myös lisääntyä, jos akkujen käyttö ei tue moottoreita optimaalisesti (Ghimire ym. 2022). Tämän takia aluksissa tulee huomioida akkujen asianmukainen käyttö (Ghimire ym. 2024, 8544).

Modernien alusten keskimääräinen käyttöaika on 25–30 vuotta (Prussi ym. 2021, 2). SECA-alue säännöksen myötä vanhoja laivoja on uudistettu tai varustettu uudelleen (engl. retrofitted) käyttämään vähärikkistä polttoainetta tai asentamalla rikkipesuri. Laivan iällä ja sen jäljellä olevien käyttövuosien määrällä on väliä puntaroidessa kahden vaihtoehdon välillä. Jiangin ym. (2014, 26) mukaan rikkipesurin asentaminen vanhaan laivaan ei ole järkevää, jos laivalla on enää alle neljä käyttövuotta jäljellä. Uudelleenvarustelua tehdään olemassa oleville aluksille myös vaihtoehtoisten polttoaineiden osalta. Alusten moottorit voidaan uudistaa käyttämään vaihtoehtoisia polttoaineita. Uudistuksissa on kuitenkin huomioitava muut aluksen operointiin liittyvät asiat, sillä esimerkiksi satamien tulee myös tukea vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttöä. (Prussi ym. 2021.)

Tiukentuneiden ympäristösäännösten myötä vanhempien laivojen arvo on laskemassa samalla kuin alusten uudistamisen hinta nousee (Schwartz ym. 2020). Vaikka laivojen uudistaminen auttaa vastuullisuuteen tähtäävissä toimissa ja parantaa tehokkuutta, on huomioitava, että uudistusten myötä tehtävät asennukset vähentävät alusten kapasiteettia viemällä tilaa, ja ne maksavat usein paljon (Zis ym. 2016, 39; Adland ym. 2017, 38). Uudistamisen myötä laivan seisottaminen vie aikaa ja vaatii huomattavat investointikustannukset (Zis & Psaraftis 2017, 186). Huomioitavaa on myös, että tällaisten investointien takaisinmaksu vie aikaa, ja alukset ovat usein saman omistajan hallussa alle kymmenen vuotta, minkä takia innostus mittaviin uudistuksiin ei ole varustamoille yhtä kiinnostava investointi kuin uuden laivan rakentaminen (Schwartz ym. 2020, 3).

Poikkeustapauksia kuitenkin on, sillä esimerkiksi Eckerö Line Ab Oy on päättänyt tehdä suuren investoinnin 25-vuotiaalle alukselleen. Eckerö Line Ab Oy:n omistama vuonna 2001 rakennettu Ropax-alus M/S Finlandia on uudistettu keväällä 2026 hybridilaivaksi, joka kulkee osittain polttoaineella ja osittain sähköllä. Yhtiö ilmoittaa investoivansa akkuratkaisuun, jonka avulla vähennetään hiilidioksidipäästöjä ja polttoaineen kulutusta sekä tuetaan kestävämpää merenkulkua. Yhtiön mukaan laivan akut ladataan vihreällä maasähköllä laivan kääntymissatamissa. (Eckerö Line: Eckerö Line uudistuu; Eckerö Line: M/S Finlandia technical details.) Vihreällä sähköllä tarkoitetaan sähköä, joka on tuotettu esimerkiksi aurinko-, tuuli- tai ydinvoimalla (Ghesla ym. 2020, 4).

## 5 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tässä tutkielmassa on käsitelty RoRo-alusten operointia Itämerellä osana vastuullista toimitusketjua. Lisäksi tutkielmassa on käsitelty RoRo-aluksiin kohdistuvan lainsäädännön tuomia muutoksia vastuullisuuden ja tehokkuuden tasapainon toteuttamiseksi alusten operoinnissa. Tutkielman tavoitteena oli tieteellisen kirjallisuuden pohjalta tarkastella, miten RoRo-alusten käyttö Itämerellä toteuttaa vastuullista toimitusketjua ja, miten vastuullisuus näkyy alusten operoinnissa vastuullisuuden ja tehokkuuden tasapainottamisena.

Tutkielmassa pyrittiin vastaamaan seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

Miten RoRo-alusten käyttö Itämerellä tukee vastuullisen toimitusketjun toteutumista?

Miten RoRo-alusten operoinnissa tasapainotetaan vastuullisuutta ja tehokkuutta?

RoRo-alusten käyttö tukee vastuullisen toimitusketjun toteutumista Itämerellä alustyyppien omien etujen ja muihin kuljetusmuotoihin yhdistettävyyden kautta. RoRo-aluksien etuna ovat energiatehokkuus, turvallisuus ja ympäristöystävällisyys (Blonk 1994, 389). Alukset mahdollistavat nopean rahdinkäsittelyn, jonka myötä läpimenoajat ovat lyhyet (Hilmola ym. 2015, 206). RoRo-aluksilla kuljetetaan Itämerellä rahtia sekä mannerten että saarien välillä. Alukset voidaan myös kätevästi yhdistää osaksi intermodaalikuljetuksia, jota pidetään EU:ssa yhtenä kestävästä kehityksen avaintekijöistä. Intermodaalikuljetuksiin yhdistettävyyden ansiosta mahdollistetaan luotettavammalla ja joustavammalla kuljetuksella, jotka auttavat minimoimaan ympäristövaikutuksia, vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä sekä ratkaisemaan Euroopan pahentuvan tieliikenteen ruuhkautumisen ongelmia. RoRo-alusten toimiessa osana intermodaalikuljetuksia pystytään vähentämään koko toimitusketjun hiilijalanjälkeä. (Santos & Guedes Soares 2017, 860; X. Guo ym. 2022; Krstić ym. 2025, 2.)

Vastuullisuuden ja tehokkuuden tasapainottaminen RoRo-alusten operoinnissa ei ole yksinkertaista, sillä siihen liittyy monia huomioitavia asioita. Vastuullisuutta tukevia toimia ovat runkojen, nopeuden ja reittien optimointi sekä hukkalämmön käyttö aluksen sähköjen tarpeeseen (Ghimire ym. 2024, 8544). Lisäksi vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttö tukee vastuullisuutta, mutta vaatii varustamoilta toimia tehokkuuden säilyttämiseksi (Zanobetti ym. 2023a, 3; La Rocca 2025, 280). Tärkein tekijä vastuullisuuden ja tehokkuuden tasapainoon on aluksen nopeus, joka tulee olla optimoitu reitille. Nopeuden optimoiminen auttaa vähentämään polttoaineen kulutusta, joka on suoraan yhteydessä kustannuksiin ja päästöihin. Alusten runkojen optimoinnissa tarkoituksena on tehdä

mahdollisimman taloudellinen, turvallinen ja ympäristöystävällinen runko, jotta merenkulullista vastusta saadaan pienemmäksi ja polttoaineen kulutus sekä päästöt vähenevät (H.-J. Kim ym. 2016; Baoji 2020, 18–19; Y. Kim ym. 2025, 6). Sosiaalisen vastuun osalta työntekijöiden hyvinvointi on merkityksellisintä, sillä sen avulla varmistetaan tehokkuus ja turvallisuus (Arslan ym. 2023, 3). Uusien laivojen rakentamisen myötä kestävä kehitys voidaan myös tukea uudistamalla vanhoja laivoja käyttämään hybridoimajärjestelmiä tai vaihtoehtoisia polttoaineita. Näiden toteuttaminen vaatii kuitenkin mittavia investointeja, minkä takia varustamot usein päätyvät uuden laivan rakennuttamiseen vanhan uudelleen varustelun sijaan. Hybridoimajärjestelmien avulla pystytään kuitenkin vähentämään päästöjä ja polttoainekustannuksia. (Schwartz ym. 2020, 3; Christodoulou & Woxenius 2020, 145; Prussi ym. 2021.)

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että RoRo-aluksia kannattaa operoida osana intermodaalikuljetuksia alusten tuomien etujen takia ja vastuullisen toimitusketjun toteuttamiseksi. Itämerellä välimatkat eivät ole kovin pitkiä, mutta monissa tapauksissa RoRo-aluksilla tehtävät kuljetukset ovat varsinkin päästöjen suhteen parempi vaihtoehto kuin tiekuljetukset. Varustamoiden miettiessä vastuullisten valintojen vaikutuksia tehokkuuteen kannattaa reitit suunnitella tarkasti ja niiden kautta hakea optimopeus aluksen operointiin. Varustamoiden kannattaa myös suunnitella uusien laivojen rungot optimaaliseksi sääolosuhteet huomioiden sekä ottaa talteen hukkalämmöt sähkötarpeiden kattamista varten. Lisäksi varustamoiden kannattaa pitää työntekijöistään hyvää huolta tehokkuuden ja turvallisuuden ylläpitämiseksi. Joissain tapauksissa varustamoiden kannattaa myös harkita vanhojen alustensa uudistamista varsinkin, jos aluksella on vielä paljon käyttövuosia jäljellä. Vaikka tässä tutkielmassa keskityttiin Itämereen, on huomioitavaa, että RoRo-aluksia liikkuu myös muilla merillä, minkä vuoksi tulokset voidaan yleistää koskemaan kaikkialla operoivia RoRo-aluksia.

Kirjallisuudesta löytyi jonkin verran aukkoja tutkielman aiheeseen liittyen. Vastuullisuuden osa-alueista meriliikenteen toimitusketjujen kontekstissa ympäristövastuu on tutkituin ja sosiaalista vastuuta on tutkittu vähiten. Tämän takia sosiaalista vastuuta ei käsitelty yhtä kattavasti kuin muita vastuullisuuden osa-alueita, ja pääpaino annettiin taloudellisen ja ympäristövastuun tarkastelemiselle. Tehokkuus rinnastettiin tutkielmassa lähinnä taloudellisuuteen kustannusten vähentämisen kautta. Vastuullisten toimitusketjujen ja RoRo-alusten yhteydestä on melko vähän tutkimusta, jonka takia tutkielmassa tietoa piti hakea laajemmalti. Monissa RoRo-aluksien vastuullisia toimia käsittelevissä tutkimuksissa vertailukohtana on käytetty kilpailukykyä. Näiden pohjalta jatkotutkimuksena voisi olla sosiaaliseen vastuuseen keskittyvä tutkimus, jossa vertailukohtana olisi muu kuin vaikutus kilpailukykyyn.

## Lähteet

- Adland, R. – Fonnes, G. – Jia, H. – Lampe, O. D. – Strandenes, S. P. (2017). The impact of regional environmental regulations on empirical vessel speeds. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol. 53 (kesäkuu), 37–49.
- Ampah, J. D. – Yusuf, A. A. – Afrane, S. – Jin, C. – Liu, H. (2021). Reviewing two decades of cleaner alternative marine fuels: Towards IMO’s decarbonization of the maritime transport sector. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 320 (lokakuu), 128871.
- Andersson, H. – Fagerholt, K. – Hobbesland, K. (2015). Integrated maritime fleet deployment and speed optimization: Case study from RoRo shipping. *Computers & Operations Research*, Vol. 55 (maaliskuu), 233–240.
- Arslan, O. – Kececi, T. – Solmaz, M. S. – Usluer, H. B. (2023). A social sustainability model for maritime labour force based on card sorting, fuzzy AHP & QFD method. *Research in Transportation Business & Management*, Vol. 49 (elokuu), 101018.
- Baird, A. J. (2007). The economics of Motorways of the Sea. *Maritime Policy & Management*, Vol. 34(4), 287–310.
- Baoji, Z. (2020). Research on Ship Hull Optimisation of High-Speed Ship Based on Viscous Flow/Potential Flow Theory. *Polish Maritime Research*, Vol. 27(1), 18–28.
- Barbosa-Póvoa, A. P. (2014). Process Supply Chains Management – Where are We? Where to Go Next? *Frontiers in Energy Research*, Vol. 2 (kesäkuu).
- Barbosa-Póvoa, A. P. – da Silva, C. – Carvalho, A. (2018). Opportunities and challenges in sustainable supply chain: An operations research perspective. *European Journal of Operational Research*, Vol. 268(2), 399–431.
- Blonk, W. A. G. (1994). Short sea shipping and inland waterways as part of a sustainable transportation system. *Marine Pollution Bulletin, Environmental Perspective for the Northern Seas*, Vol. 29(6), 389–392.
- Buonomano, A. – Del Papa, G. – Francesco Giuzio, G. – Maka, R. – Palombo, A. (2023). Advancing sustainability in the maritime sector: Energy design and optimization of large ships through information modelling and dynamic simulation. *Applied Thermal Engineering*, Vol. 235 (marraskuu), 121359.
- Cariou, P. – Parola, F. – Notteboom, T. (2019). Towards low carbon global supply chains: A multi-trade analysis of CO2 emission reductions in container shipping. *International Journal of Production Economics*, Vol. 208 (helmikuu), 17–28.

- Carter, C. R. – Rogers, D. S. (2008). A framework of sustainable supply chain management: Moving toward new theory. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 38(5), 360–387.
- Cavone, G. – Dotoli, M. – Epicoco, N. – Seatzu, C. (2017). Intermodal terminal planning by Petri Nets and Data Envelopment Analysis. *Control Engineering Practice*, Vol. 69 (joulukuu), 9–22.
- Cheng, T. C. E. – Zanjirani Farahani, R. – Lai, K. – Sarkis, J. (2015). Sustainability in maritime supply chains: Challenges and opportunities for theory and practice. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 78 (kesäkuu), 1–2.
- Chiong, M.-C. – Kang, H.-S. – Shaharuddin, N. M. R. – Mat, S. – Quen, L. K. – Ten, K.-H. – Ong, M. C. (2021). Challenges and opportunities of marine propulsion with alternative fuels. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 149 (lokakuu), 111397.
- Christiansen, M. – Fagerholt, K. – Nygreen, B. – Ronen, D. (2013). Ship routing and scheduling in the new millennium. *European Journal of Operational Research*, Vol. 228(3), 467–483.
- Christodoulou, A. – Woxenius, J. (2019). *Sustainable Short Sea Shipping*, Vol. 11(10). 2847.
- Christodoulou, A. – Woxenius, J. (2020). Short-distance maritime geographies: short sea shipping, RoRo, feeder and inter-island transport. In: *Geographies of Maritime Transport*, eds. G. Wilmsmeier & J. Monios, 134–148. Edward Elgar Publishing.
- Christodoulou, A. – Raza, Z. – Woxenius, J. (2019). The Integration of RoRo Shipping in Sustainable Intermodal Transport Chains: The Case of a North European RoRo Service. *Sustainability*, Vol. 11(8), 2422.
- Curado, J. – Bhandari, M. – Ferreira, J. C. – Martins, A. L. (2025). Blockchain for Maritime Supply Chain: Efficiency and Security Advancements. *IEEE Access*, Vol. 13, 201527–201544.
- Destia (2025) Suomen uudet liikenneyhteydet maailmalle – Yritysten odotuksia kansainvälisen saatavuuden parantamiseksi. [Raportin tilanneet: EK (Elinkeinoelämän keskusliitto), Palta ja Rakennusteollisuus], <<https://ek.fi/wp-content/uploads/2025/02/Suomen-kansainvaliset-yhteydet.pdf>>, haettu 17.2.2026.
- Drobetz, W. – Merikas, A. – Merika, A. – Tsionas, M. G. (2014). Corporate social responsibility disclosure: The case of international shipping. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 71 (marraskuu), 18–44.
- Eckerö Line: Eckerö Line uudistuu, <<https://www.eckeroline.fi/eckero-line-uudistuu>>, haettu 25.3.2026.
- Eckerö Line: M/S Finlandia technical details, <<https://www.eckeroline.com/m-s-finlandia-technical-details>>, haettu 25.3.2026.

- Eckerö Line: Vastuullisuus, <<https://www.eckeroline.fi/vastuullisuus-ja-ymparisto>>, haettu 7.4.2026.
- Euroopan komissio (2021) Revision of the Energy Taxation Directive, <[https://taxation-customs.ec.europa.eu/taxation/excise-duties/revision-energy-taxation-directive\\_en](https://taxation-customs.ec.europa.eu/taxation/excise-duties/revision-energy-taxation-directive_en)>, haettu 17.2.2026.
- Euroopan komissio (2024) Corporate sustainability due diligence, <[https://commission.europa.eu/business-economy-euro/doing-business-eu/sustainability-due-diligence-responsible-business/corporate-sustainability-due-diligence\\_en](https://commission.europa.eu/business-economy-euro/doing-business-eu/sustainability-due-diligence-responsible-business/corporate-sustainability-due-diligence_en)>, haettu 24.2.2026.
- Euroopan komissio (2025) Corporate sustainability reporting, <[https://finance.ec.europa.eu/capital-markets-union-and-financial-markets/company-reporting-and-auditing/company-reporting/corporate-sustainability-reporting\\_en](https://finance.ec.europa.eu/capital-markets-union-and-financial-markets/company-reporting-and-auditing/company-reporting/corporate-sustainability-reporting_en)>, haettu 24.2.2026.
- European Conference of Ministers of Transport (2006) *Terminology on Combined Transport (English-French-German-Russian)*. OECD, <[https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2006/01/terminology-on-combined-transport-english-french-german-russian\\_g1gh6990/9789282102114-en-fr.pdf](https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2006/01/terminology-on-combined-transport-english-french-german-russian_g1gh6990/9789282102114-en-fr.pdf)>, haettu 23.2.2026.
- Eurostat (2025a) Country level – cross weight of goods handled in main ports, by type of cargo, <[https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/mar\\_mg\\_am\\_cwhc\\_custom\\_20123623/default/table](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/mar_mg_am_cwhc_custom_20123623/default/table)>, haettu 17.2.2026.
- Eurostat (2025b) Key figures on European transport - 2024 edition, <<https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-key-figures/w/ks-01-24-021>>, haettu 17.2.2026.
- Eurostat (2025c) Maritime transport data of goods – annual data, [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Maritime\\_transport\\_of\\_goods\\_-\\_annual\\_data](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Maritime_transport_of_goods_-_annual_data), haettu 17.2.2026.
- Eurostat (2025d) Maritime transport statistics – short sea shipping of goods, <[https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Maritime\\_transport\\_statistics\\_-\\_short\\_sea\\_shipping\\_of\\_goods#Short\\_sea\\_shipping\\_by\\_type\\_of\\_cargo](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Maritime_transport_statistics_-_short_sea_shipping_of_goods#Short_sea_shipping_by_type_of_cargo)>, haettu 10.3.2026.
- Eyring, V. – Isaksen, I. S. A. – Berntsen, T. – Collins, W. J. – Corbett, J. J. – Endresen, O. – Grainger, R. G. – Moldanova, J. – Schlager, H. – Stevenson, D. S. (2010). Transport impacts on atmosphere and climate: Shipping. *Atmospheric Environment, Transport Impacts on Atmosphere and Climate: The ATTICA Assessment Report*, Vol. 44(37), 4735–4771.
- Fafaliou, I. – Lekakou, M. – Theotokas, I. (2006). Is the European shipping industry aware of corporate social responsibility? The case of the Greek-owned short sea shipping companies. *Marine Policy*, Vol. 30(4), 412–419.
- Finnlines: Company: About us, <<https://www.finnlines.com/company/about-us/>>, haettu 17.3.2026.

- Finnlines: Our fleet, <<https://www.finnlines.com/company/about-us/our-fleet/>>, haettu 17.3.2026.
- Finnlines: Vuosikertomus 2023, Vastuullisuus (22.3.2024), <<https://www.finnlines.com/fi/magazines/vastuullisuus/>>, haettu 7.4.2026.
- Frouws, K. (2016). Is reducing speed the right mitigating action to limit harmful emissions of sea-going RoRo cargo carriers? *Journal of Shipping and Trade*, Vol. 1(9), 1–11.
- Ghesla, C. – Grieder, M. – Schubert, R. (2020). Nudging the poor and the rich – A field study on the distributional effects of green electricity defaults. *Energy Economics*, Vol. 86 (helmikuu), 104616.
- Ghimire, P. – Karimi, S. – Zadeh, M. – Nagalingam, K. K. – Pedersen, E. (2022). Model-based efficiency and emissions evaluation of a marine hybrid power system with load profile. *Electric Power Systems Research*, Vol. 212 (marraskuu), 108530.
- Ghimire, P. – Zadeh, M. – Thapa, S. – Thorstensen, J. – Pedersen, E. (2024). Operational Efficiency and Emissions Assessment of Ship Hybrid Power Systems With Battery; Effect of Control Strategies. *IEEE Transactions on Transportation Electrification*, Vol. 10(4), 8543–8556.
- Gong, X. – Wu, X. – Luo, M. (2019). Company performance and environmental efficiency: A case study for shipping enterprises. *Transport Policy*, Vol. 82 (lokakuu), 96–106.
- Guo, W. – Zhang, X. – Ge, Y.-E. – Du, Y. (2025). Deep Q-network and knowledge jointly-driven ship operational efficiency optimization in a seaport. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 197 (toukokuu), 104046.
- Guo, X. – He, J. – Lan, M. – Yu, H. – Yan, W. (2022). Modeling carbon emission estimation for hinterland-based container intermodal network. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 378 (joulukuu), 134593.
- Guo, X. – Li, J. – Huang, S. (2023). Study on Trade Effects of Green Maritime Transport Efficiency: An Empirical Test for China Based on Trade Decision Model. *Sustainability*, Vol. 15(16), 12327.
- Half, A. – Younes, L. – Boersma, T. (2019). The likely implications of the new IMO standards on the shipping industry. *Energy Policy*, Vol. 126 (maaliskuu), 277–286.
- Hanninen, O. (2024). Updated Finnish Marina Scenario: Antifouling emission scenario 2017, <https://tukes.fi/documents/5470659/6410920/National+emission+scenario+for+antifouling+products+.pdf/b9cee969-80fd-16aa-98c2-8918788f127c?t=1713329704327>, haettu 12.3.2026.
- HELCOM Map and data service, <<https://maps.helcom.fi/website/mapservice/?datasetID=shipping225>>, haettu 14.3.2026.

- Hilmola, O.-P. – Lorentz, H. – Rhoades, D. L. (2015). New environmental demands and the future of the Helsinki–Tallinn freight route. *Maritime Economics & Logistics*, Vol. 17(2), 198–220.
- Hilmola, O.-P. (2018). Maritime Supply Chains: How They Experienced the Regulation Change. In: *The Sulphur Cap in Maritime Supply Chains*, eds. Hilmola, O.-P., 73–99. Springer International Publishing AG.
- IMO (International Maritime Organization) (2008) Revised MARPOL Annex VI, The Marine Environment Protection Committee, <[https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/176\(58\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/176(58).pdf)>, haettu 24.2.2026.
- IMO (International Maritime Organization) (2020a) Fourth Greenhouse Gas Study 2020, <<https://www.imo.org/en/ourwork/environment/pages/fourth-imo-greenhouse-gas-study-2020.aspx>>, haettu 20.2.2026.
- IMO (International Maritime Organization) (2020b) IMO and Sustainable Development, <<https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/MediaCentre/HotTopics/Documents/IMO%20SDG%20Brochure.pdf>>, haettu 24.2.2026.
- IMO (International Maritime Organization): Safety of ro-ro ferries, <<https://www.imo.org/en/ourwork/safety/pages/ro-roferries.aspx>>, haettu 14.3.2026.
- Infante, D. – Paletta, G. – Vocaturo, F. (2009). A ship-truck intermodal transportation problem. *Maritime Economics & Logistics*, Vol. 11(3), 247–259.
- Jaehn, F. – Wensing, T. – Wiedra, F. (2026). Decision making in Roll-on/Roll-off operations. *Omega*, Vol. 138 (tammikuu), 103396.
- Jeong, B. – Oguz, E. – Wang, H. – Zhou, P. (2018). Multi-criteria decision-making for marine propulsion: Hybrid, diesel electric and diesel mechanical systems from cost-environment-risk perspectives. *Applied Energy*, Vol. 230 (marraskuu), 1065–1081.
- Jia, B. – Tierney, K. – Reinhardt, L. B. – Pahl, J. (2022). Optimal dual cycling operations in roll-on roll-off terminals. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 159 (maaliskuu), 102646.
- Jiang, L. – Kronbak, J. – Christensen, L. P. (2014). The costs and benefits of sulphur reduction measures: Sulphur scrubbers versus marine gas oil. *Transportation Research Part D: Transport and Environment, Emission Control Areas and their Impact on Maritime Transport*, Vol. 28, 19–27.
- Kerbiriou, R. (2024). Modernisation of Container Ship Fleets: State of Play and Consequences for the Baltic Sea. *TransNav, The International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, Vol. 18(1), 211–217.

- Kim, H.-J. – Choi, J.-E. – Chun, H.-H. (2016). Hull-form optimization using parametric modification functions and particle swarm optimization. *Journal of Marine Science and Technology*, Vol. 21(1), 129–144.
- Kim, S. L. – Yu, O. H. (2025). Invasion and ecological impact of the biofouling tube worm *Hydroides elegans* (Polychaeta: Serpulidae) in Korean coastal waters. *Frontiers in Marine Science*, Vol. 11 (tammikuu). Article 1416546.
- Kim, Y. – Lagerström, M. – Granhag, L. – Ytreberg, E. (2025). Sustainable Hull maintenance strategies in Baltic Sea region through case studies of RoPax vessels. *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 211 (helmikuu), 117453.
- Koilo, V. (2019). Sustainability issues in maritime transport and main challenges of the shipping industry. *Environmental Economics*, Vol. 10(1), 48–65.
- Kontovas, C. A. (2014). The Green Ship Routing and Scheduling Problem (GSRSP): A conceptual approach. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol. 31 (elokuu), 61–69.
- Korlak, P. K. (2021). Analysis of operational efficiency of the proposed propulsion systems for selected large ropax vessel. *Naše More Znanstveni Časopis Za More i Pomorstvo*, Vol. 68(3), 199–210.
- KRAUSE, D. R. – VACHON, S. – KLASSEN, R. D. (2009). SPECIAL TOPIC FORUM ON SUSTAINABLE SUPPLY CHAIN MANAGEMENT: INTRODUCTION AND REFLECTIONS ON THE ROLE OF PURCHASING MANAGEMENT. *Journal of Supply Chain Management*, Vol. 45(4), 18–25.
- Krstić, M. – Tadić, S. – Miglietta, P. P. – Porrini, D. (2025). Enhancing Biodiversity and Environmental Sustainability in Intermodal Transport: A GIS-Based Multi-Criteria Evaluation Framework. *Sustainability*, Vol. 17(4), 1391.
- La Rocca, A. (2025). Emission aftertreatment systems for marine internal combustion engines. In: *Marine Propulsion for Decarbonization*, eds. Marchitto, L., 265–282. Elsevier.
- Lai, K. H. – Lun, Y. H. V. – Wong, C. W. Y. – Cheng, T. C. E. (2013). Measures for evaluating green shipping practices implementation. *International Journal of Shipping and Transport Logistics*, Vol. 5(2), 217–235.
- Lam, J. S. L. (2015). Designing a sustainable maritime supply chain: A hybrid QFD–ANP approach. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, Sustainability in Maritime Supply Chains - Challenges and Opportunities for Theory and Practice*, Vol. 78 (kesäkuu), 70–81.

- Lee, P. T.-W. – Kwon, O. K. – Ruan, X. (2019). Sustainability Challenges in Maritime Transport and Logistics Industry and Its Way Ahead. *Sustainability*, Vol. 11(5), 1331.
- Livanos, G. A. – Theotokatos, G. – Pagonis, D.-N. (2014). Techno-economic investigation of alternative propulsion plants for Ferries and RoRo ships. *Energy Conversion and Management*, Vol. 79 (maaliskuu), 640–651.
- Lu, C.-S. – Lin, C.-C. – Tu, C.-J. (2009). Corporate social responsibility and organisational performance in container shipping. *International Journal of Logistics Research and Applications*, Vol. 12(2), 119–132.
- M. Tachizawa, E. – Yew Wong, C. (2014). Towards a theory of multi-tier sustainable supply chains: A systematic literature review. *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 19(5/6), 643–663.
- Mansouri, S. A. – Lee, H. – Aluko, O. (2015). Multi-objective decision support to enhance environmental sustainability in maritime shipping: A review and future directions. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, Sustainability in Maritime Supply Chains - Challenges and Opportunities for Theory and Practice*, Vol. 78 (kesäkuu), 3–18.
- Medda, F. – Trujillo, L. (2010). Short-sea shipping: An analysis of its determinants. *Maritime Policy & Management*, Vol. 37(3), 285–303.
- Monostori, J. (2021). Mitigation of the ripple effect in supply chains: Balancing the aspects of robustness, complexity and efficiency. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, Vol. 32 (tammikuu), 370–381.
- Mouzas, S. (2006). Efficiency versus effectiveness in business networks. *Journal of Business Research*, Vol. 59(10), 1124–1132.
- Ng, A. K. Y. (2009). Competitiveness of short sea shipping and the role of port: The case of North Europe. *Maritime Policy & Management*, Vol. 36(4), 337–352.
- Notteboom, T. (2011). The impact of low sulphur fuel requirements in shipping on the competitiveness of roro shipping in Northern Europe. *WMU Journal of Maritime Affairs*, Vol. 10(1), 63–95.
- Notteboom, T. – Vernimmen, B. (2009). The effect of high fuel costs on liner service configuration in container shipping. *Journal of Transport Geography*, Vol. 17(5), 325–337.
- Park, S. – Lee, H. – Kim, D. (2024). Regulatory compliance and operational efficiency in maritime transport: Strategies and insights. *Transport Policy*, Vol. 155 (syyskuu), 161–177.
- Portney, K. E. (2015). *Sustainability* (1st ed.). MIT Press, London.
- Poveda, C. A. (2017). The theory of dimensional balance of needs. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, Vol. 24(2), 97–119.

- Prussi, M. – Scarlat, N. – Acciaro, M. – Kosmas, V. (2021). Potential and limiting factors in the use of alternative fuels in the European maritime sector. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 291 (huhtikuu), 125849.
- Prylipko, A. – Manuel, M. E. (2025). Constructing an analytical definition of social sustainability for the maritime industry: A systematic literature review. *Sustainability: Science, Practice and Policy*, Vol. 21(1), Article 2472466.
- Pu, S. – Lam, J. S. L. (2021). Blockchain adoptions in the maritime industry: A conceptual framework. *Maritime Policy & Management*, Vol. 48(6), 777–794.
- Raza, Z. – Woxenius, J. – Finnsgård, C. (2019). Slow Steaming as Part of SECA Compliance Strategies among RoRo and RoPax Shipping Companies. *Sustainability*, Vol. 11(5). Article 1435.
- Santos, T. A. – Guedes Soares, C. (2017). Methodology for ro-ro ship and fleet sizing with application to short sea shipping. *Maritime Policy & Management*, Vol. 44(7), 859–881.
- Schultz, M. P. (2007). Effects of coating roughness and biofouling on ship resistance and powering. *Biofouling*, Vol. 23(5), 331–341.
- Schwartz, H. – Solakivi, T. – Gustafsson, M. (2022). Is There Business Potential for Sustainable Shipping? Price Premiums Needed to Cover Decarbonized Transportation. *Sustainability*, Vol. 14(10), Article 5888.
- Schwartz, H. – Gustafsson, M. – Spohr, J. (2020). Emission abatement in shipping – is it possible to reduce carbon dioxide emissions profitably? *Journal of Cleaner Production*, Vol. 254 (toukokuu), 120069.
- Solakivi, T. – Paimander, A. – Ojala, L. (2022). Cost competitiveness of alternative maritime fuels in the new regulatory framework. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol. 113 (joulukuu), 103500.
- Stopford, M. (2009). *Maritime economics* (3rd ed.). Routledge, London.
- Styhre, L. (2009). Strategies for capacity utilisation in short sea shipping. *Maritime Economics & Logistics*, Vol. 11(4), 418–437.
- Sundberg, P. – Posti, A. – Tapaninen, U. (2011) *Cargo Traffic on the Helsinki-Tallinn Route*. Turun yliopiston merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskuksen julkaisu A 56/2011, Turku.
- Suprobo, Y. – Riyanto, R. – Herawati, S. (2025). Sustainable biofouling mitigation: Advancing maritime efficiency and environmental protection. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, Vol. 11(1), 208–217.
- Surampalli, R. Y. – Zhang, T. C. – Goyal, M. K. – Brar, S. K. – Tyagi, R. D. (2020). *Sustainability: Fundamentals and Applications*. Wiley, Hoboken.

- Svitlana, O. – Oleksiy, M. (2022). Efficiency of Ship Operation in Transportation of Oversized and Heavy Cargo by Optimizing the Speed Mode Considering the Impact of Weather Conditions. *Transport and Telecommunication*, Vol. 23(1), 73–80.
- SVT (Suomen virallinen tilasto): Kauppalaivasto, <<https://stat.fi/fi/tilasto/klaiv>>, haettu 14.3.2026.
- Tilastokeskus: Aluksen bruttovetoisuus (brutto), <[https://stat.fi/meta/kas/aluksen\\_bruttov.html](https://stat.fi/meta/kas/aluksen_bruttov.html)>, haettu 14.3.2026.
- Tilastokeskus: Aluksen nettovetoisuus (netto), <[https://stat.fi/meta/kas/aluksen\\_nettove.html](https://stat.fi/meta/kas/aluksen_nettove.html)>, haettu 14.3.2026.
- Torbianelli, V. A. (2000). When the road controls the sea: A case study of Ro-Ro transport in the Mediterranean. *Maritime Policy & Management*, Vol. 27(4), 375–389.
- Tuğdemir Kök, G. – Celik, M. S. – Koc, E. (2025). Evaluating IMO 2030 strategies for environmental sustainability in maritime transportation using ANP method. *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 215 (kesäkuu), 117847.
- Työ- ja elinkeinoministeriö: Vastuullisuusraportointi, <<https://tem.fi/vastuullisuusraportointi>>, haettu 27.4.2026.
- UNCTAD (2024) Review of maritime transport 2024: Navigating maritime chokepoints, <<https://unctad.org/publication/review-maritime-transport-2024>>, haettu 17.2.2026.
- Vazquez Melendez, E. I. – Bergey, P. – Smith, B. (2024). Blockchain technology for supply chain provenance: Increasing supply chain efficiency and consumer trust. *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 29(4), 706–730.
- Viking Line: M/S Viking Grace, <<https://www.vikingline.com/fi/konserni/yritysinfo/alukset/ms-viking-grace/>>, haettu 2.4.2026.
- Wang, S. – Notteboom, T. (2014). The Adoption of Liquefied Natural Gas as a Ship Fuel: A Systematic Review of Perspectives and Challenges. *Transport Reviews*, Vol. 34(6), 749–774.
- Wang, S. – Meng, Q. – Liu, Z. (2013). Bunker consumption optimization methods in shipping: A critical review and extensions. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 53 (heinäkuu), 49–62.
- Xing, H. – Stuart, C. – Spence, S. – Chen, H. (2021). Alternative fuel options for low carbon maritime transportation: Pathways to 2050. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 297 (toukokuu), 126651.
- Yalçın, G. C. – Kara, K. – Gürol, P. – Simic, V. – Pamucar, D. (2025). Enhancing operational efficiency and promoting best practices in the maritime industry: A decision support model for port authority performance evaluation. *Research in Transportation Business & Management*, Vol. 62 (lokakuu), 101450.

- Zanobetti, F. – Pio, G. – Jafarzadeh, S. – Muñoz Ortiz, M. – Cozzani, V. (2023a). Decarbonization of maritime transport: Sustainability assessment of alternative power systems. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 417 (syyskuu), 137989.
- Zanobetti, F. – Pio, G. – Jafarzadeh, S. – Ortiz, M. M. – Cozzani, V. (2023b). Inherent safety of clean fuels for maritime transport. *Process Safety and Environmental Protection*, Vol. 174 (kesäkuu), 1044–1055.
- Zhou, J. – Fagerholt, K. – Liu, Y. – Zhao, Y. (2023). Profitability prospects for container roll-on/roll-off shipping on the Northern Sea Route (NSR). *Maritime Economics & Logistics*, Vol. 25(4), 778–816.
- Zis, T. – Psaraftis, H. N. (2017). The implications of the new sulphur limits on the European Ro-Ro sector. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol. 52 (toukokuu), 185–201.
- Zis, T. – Angeloudis, P. – Bell, M. G. H. – Psaraftis, H. N. (2016). Payback Period for Emissions Abatement Alternatives: Role of Regulation and Fuel Prices. *Transportation Research Record*, Vol. 2549(1), 37–44.

## **Liitteet**

### **Liite 1 Selvitys tekoälyn käytöstä**

Olen käyttänyt tekoälypohjaista kielenkäännössivustoa yksittäisten termien ja virkkeiden käännöksiin englannista suomeen. Vakuutan käyttäneeni tekoälytyökaluja asianmukaisella huolellisuudella ja ilmoittaneeni niiden käytöstä voimassa olevan ohjeistuksen mukaisesti. Huomioin, että minulla on täysi vastuu työni sisällöstä kokonaisuudessaan.

#### **käytetty työkalu: DeepL (Ilmaisversio)**

- käytön vaihe: tekstin kirjoittaminen
- käyttötarkoitus: Käytin tekoälypohjaista kielenkäännössivustoa tukena artikkelien kääntämisessä suomeksi. Tekoälypohjainen käännössivusto toimi apuna yksittäisten virkkeiden ja termien kääntämiseen englannista suomeksi koko kirjoitusprosessin ajan.
- todentaminen: Tarkistin tekoälyn antamat käännösehdotukset varmistaakseni, että käsitellyt asiat eivät muuta merkitystään käännöksen takia. En kopioinut suoraan saamaani käännöstä, vaan muokkaisin sitä itse tekstiin sopivaksi. Vastaan tuottamastani tekstistä täysin.