

Opinnäytetyö (AMK)

Tradenomi (AMK), Liiketoiminnan logistiikka

2025

Erik Jungell

Ilmastonmuutoksen vaikutukset Itämeren logistiikkaan

Nykytila ja tulevaisuuden näkymät



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Tradenomi (AMK), Liiketoiminnan logistiikka

2025 | 47 sivua

Erik Jungell

Ilmastonmuutoksen vaikutukset Itämeren logistiikkaan

Nykytila ja tulevaisuuden näkymät

Tämä opinnäytetyö käsittelee ilmastonmuutoksen nykyisiä ja tulevia vaikutuksia Itämeren kuljetuksille. Opinnäytetyön tavoitteena on esittää vaikutukset helposti ymmärrettävässä muodossa, herättää ajatuksia aiheesta, muutokseen varautumisesta ja muutoksen mahdollisesta hidastamisesta.

Ilmastonmuutos on globaali haaste, jonka vaikutukset näkyvät tulevaisuudessa erityisen vahvasti Itämeren alueella. Itämeri on suomen ulkomaankaupan kuljetuksille välttämätön ja sen kautta kulkee vuosittain yli 90 % kaikista kuljetuksista.

Opinnäytetyössä hyödynnettiin kvalitatiivista tutkimusmenetelmää. Lähteinä käytettiin mm. tullin julkaisemia ulkomaankaupan tilastoja sekä ilmastonmuutokseen liittyvää kirjallisuutta ja nettilähteitä.

Tulokset osoittivat, että ilmastonmuutoksen vaikutuksia on jo havaittavissa Itämerellä, erityisesti jäätalvien esiintyvyydessä, pituudessa ja laajuudessa. Suomalaiset satamat ja varustamot pyrkivät pienentämään kasvihuonepäästöjään ja ovat kehittäneet mm. uusia vähäpäästöisempiä ratkaisuja aluksille ja kuljetusprosesseille.

Asiasanat:

Ilmastonmuutos, ulkomaankauppa, logistiikka, Itämeri

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Bachelor of Business Administration, Business logistics

2025 | 47 pages

Erik Jungell

The effects of climate change on logistics of the Baltic Sea

Current status and future prospects

This thesis addresses the current and future impacts of climate change on transportation in the Baltic Sea. The aim of this thesis is to illustrate the effects of climate change in an easily understandable format, simulate discussion on the topic and raise awareness about the importance of preparing for the change and possibly slowing it down.

Climate change is a global issue, and its effects will be particularly pronounced in the Baltic Sea region in the future. The Baltic Sea is essential for Finland's foreign trade transportation, with over 90 % of all transport passing through it annually.

The thesis utilized a quantitative research method. Sources included foreign trade statistics published by Finnish Customs, as well as literature and online materials related to climate change.

The findings indicated that changes caused by climate change are already observable in the Baltic Sea, particularly in the occurrence, duration, and extent of ice winters. Finnish ports and shipping companies are actively working to reduce their greenhouse gas emissions and have developed new, low-emission solutions for ships and transportation.

Keywords:

Climate change, foreign trade, logistics, Baltic Sea

Sisältö

1 Johdanto	6
2 Itämeren merkitys Suomen ulkomaankaupalle	7
2.1 Suomen ulkomaankauppa ja kuljetukset	7
2.2 Suomen satamainfrastruktuuri ja tärkeimmät satamat	11
2.3 Itämeren tavaraliikenne ja sen ennustettu kehitys	14
2.4 Kuljetuskalusto ja niiden vaatimukset	16
2.5 Itämeren yleisimmät kuljetuskalustotyypit	17
3 Ilmastonmuutoksen vaikutukset Itämerellä	20
3.1 Itämeri	21
3.2 Olosuhteiden tutkitut muutokset Itämerellä	22
3.3 Ennustetut ilmastonmuutoksen vaikutukset Itämerellä	26
4 Logistiikan tulevaisuuden näkymät Itämerellä	29
4.1 Eriolaisten sääolosuhteiden vaikutukset Itämeren logistiikkaan	29
4.2 Itämeren logistiikan mahdollisuudet ja haasteet tulevaisuudessa	31
4.3 Varautuminen ja sopeutuminen muutoksiin	33
5 Pohdinta	36
5.1 Yhteenvedo ja keskeiset havainnot	36
5.2 Tutkimusprosessi	38
Lähteet	41

Kuvat

Kuva 1. Suomen tärkeimmät vesiväylät (Väylävirasto. 2022).	10
Kuva 2. Alusliikenne Itämerellä (Marinetraffic. 15.10.2024).	15
Kuva 3. Merenkulun hiilidioksidipäästöt (Suomen Varustamot. 2024).	17
Kuva 4. Itämeren alueet (Itämeri.fi, B. 2024).	21
Kuva 5. Itämeren jään laajuus (Väylävirasto, B. 2019).	24

Kuva 6. Merenpinnan nousu Itämerellä vuodesta 1995 vuoteen 2019 (Kapsi, I., Kall T., Liibusk, A. 29.07.2023). 25

Kuviot

Kuvio 1. Ulkomaankauppa alueittain vuonna 2023 8

Kuvio 2. Ulkomaankaupan tonnimääräiset laivakuljetukset tuoteluokittain vuonna 2023 9

Kuvio 3. Vesikuljetusten kuljetusmäärät (Traficom. 27.02.2024). 14

Kuvio 4. Meriveden keskilämpötila Utössä (Suomen ympäristökeskus. 2019). 22

Kuvio 5. Jäänmurtajien määrän vaikutukset viivästyskustannuksiin vuonna 2030 (Ojala, L., ym. s.49. 2020). 32

Taulukot

Taulukko 1. Merikuljetusten jakautuminen tavaralajeittain (Elinkeinoelämän keskusliitto, B, s.23. 2023). 16

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää, millaisia vaikutuksia ilmastonmuutoksella on tulevaisuudessa Itämeren rahtiliikenteeseen. Aihe on ajankohtainen, sillä ilmastonmuutoksen vaikutukset Itämerellä ja muualla voivat aiheuttaa tulevaisuudessa uudenlaisia ongelmia merenkulussa ellei muutosta kyetä hidastamaan ajoissa. Tutkimuksessa tarkastellaan ilmastonmuutoksen myönteisiä ja kielteisiä vaikutuksia Itämeren merikuljetuksiin, sekä analysoidaan miten satamat ja varustamot ovat valmistautuneet näihin muutoksiin.

Tutkimuksen ensimmäisessä luvussa käsitellään Itämeren merkitystä Suomen ulkomaankaupalle, merikuljetusten määrän kehitystä, sekä Suomen satamainfrastruktuurin roolia merikuljetusten sujuvuuden kannalta. Nämä taustatiedot antavat lukijalle kokonaiskuvan Itämeren liikenteen tärkeydestä Suomen taloudelle.

Seuraavaksi opinnäytetyössä tarkastellaan ilmastonmuutoksen jo havaittuja vaikutuksia Itämerellä. Näiden tietojen avulla lukija saa hyvän käsityksen Itämerellä tapahtuvasta olosuhteiden muutoksesta. Tämän jälkeen perehdytään ilmastonmuutoksen ennakoituihin tulevaisuuden vaikutuksiin Itämerellä.

Lopuksi opinnäytetyössä käsitellään muuttuvien olosuhteiden vaikutuksia Itämeren liikenteeseen ja satamatoimintoihin. Kun vaikutuksia ymmärretään paremmin, on niihin myös helpompaa varautua ajoissa ja kehittää toimintaa ennaltaehkäisevästi.

Tämän tutkimuksen tarkoitus on tarjota ajankohtaista tietoa tulevista muutoksista, auttaa varautumaan niihin ajoissa, sekä herättää keskustelua ilmastonmuutoksen vaikutuksista merenkulkuun. Tutkimusmenetelmänä hyödynnetään ensisijaisesti laadullista tutkimusta, jossa analysoidaan eri lähteiden tutkimuksia, tilastoja ja raportteja.

2 Itämeren merkitys Suomen ulkomaankaupalle

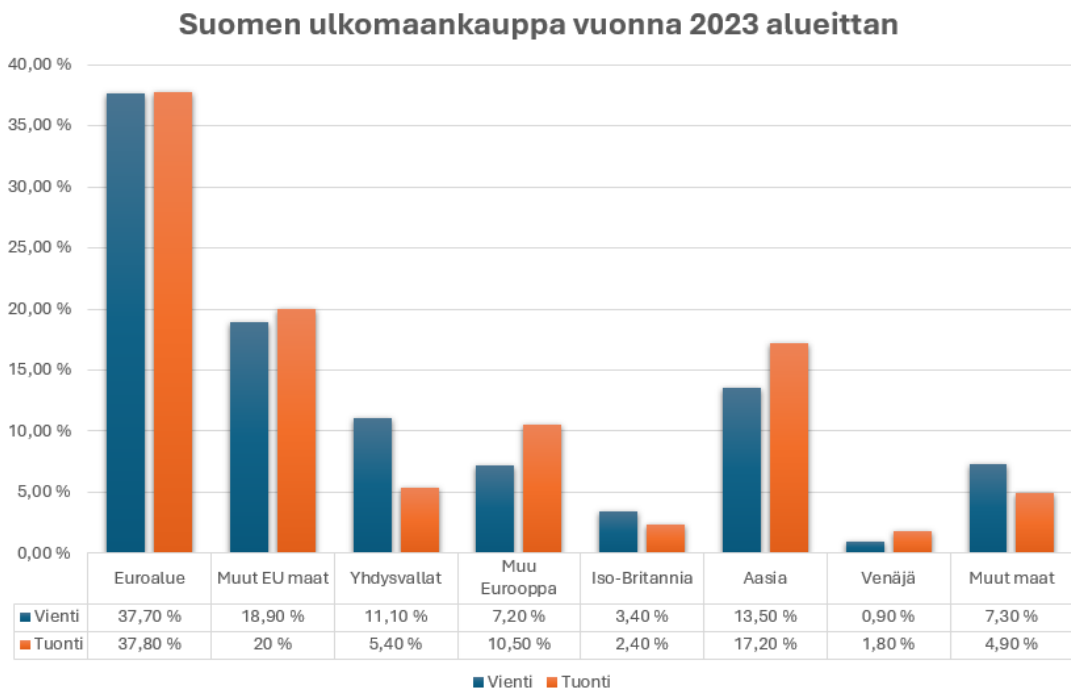
Ulkomaankaupalla tarkoitetaan valtioiden välistä kaupankäyntiä, jonka kohteena ovat erilaiset palvelut ja tavarat. Ulkomaankaupan volyyymiin vaikuttavat useat eri tekijät, kuten yleiset heilahtelut maailmantaloudessa. Viime aikoina esim. Venäjän sota, sekä koronaepidemia ovat aiheuttaneet äkillisiä rajoituksia kaupankäynnille, pakottaen joidenkin yritysten ja valtioiden kaupankäynnin määrän laskuun (Elinkeinoelämän keskusliitto. 2024.) Taloudelliset heilahtelut voivat olla suuria. Koronakriisin aikana Suomen ulkomaankaupan arvo putosi 117,2 miljardiin euroon (2020), kun se vuotta aikaisemmin (2019) oli 130,9 miljardia euroa (Solakivi, T., ym. s. 44. 2023). Kaupankäynti perustuu usein siihen, että hankkivalla osapuolella ei ole mahdollisuuksia saada tarvitsemiaan hyödykkeitä kotimaastaan tai niiden valmistaminen on kalliimpaa kuin hankkiminen ulkomailta. Esimerkiksi Suomi tuo monia hedelmiä muista maista, joissa niiden viljelylle on paremmat edellytykset. Yksi Suomen suurimpia vientituotteita on yhä puutavara, sillä maassamme on laajoja metsäalueita. Puuta jalostamalla tuotetaan mm. paperi- ja kartonkiteollisuuden tuotteita, joita viedään maihin, joissa ei ole samanlaisia metsäteollisuuden resursseja. Ulkomaankauppa on valtioille hyvin tärkeää, sillä viennistä saatavat tulot auttavat kasvattamaan valtion ja sen kansalaisten yleistä hyvinvointia, palveluita ja vaurautta, sekä tuonnin avulla voidaan hankkia teollisuudelle ja kuluttajille edullisempia tai muuten kotimaasta vaikeasti löydettäviä raaka-aineita, palveluita ja tuotteita.

2.1 Suomen ulkomaankauppa ja kuljetukset

Suomen ulkomaankauppa painottuu nykyään vahvasti Eurooppaan maantieteellisestä läheisyydestään, sekä EU:n sisäisistä kauppasuhteista johtuen. Myös Yhdysvallat ja Kiina ovat kuitenkin vahvasti edustettuina kauppakumppaneiden listalla. Suomen tuonnin kolme suurinta kauppakumppania vuonna 2023 tonnimäärissä mitattuna olivat Norja, Ruotsi ja

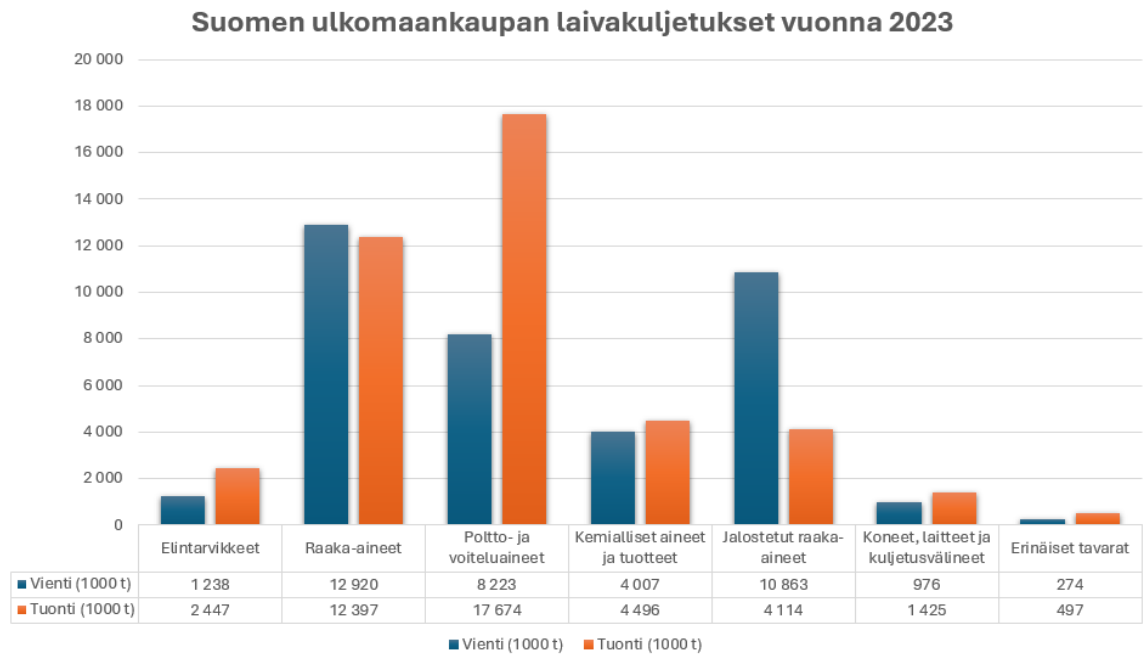
Yhdysvallat, kun taas viennin suurimmat kumppanit olivat Ruotsi, Alankomaat ja Saksa (Tulli, 2024.)

Kuviossa 1 esitetään Suomen ulkomaankaupan prosentuaalinen jakautuminen eri alueiden kesken vuoden 2023 kokonaisarvosta. Tavaratuonnin arvo oli kokonaisuudessaan vuonna 2023 76,5 miljardia euroa ja tavaraviennin 76,2 miljardia euroa (Elinkeinoelämän keskusliitto. 2024.)



Kuvio 1. Ulkomaankauppa alueittain vuonna 2023

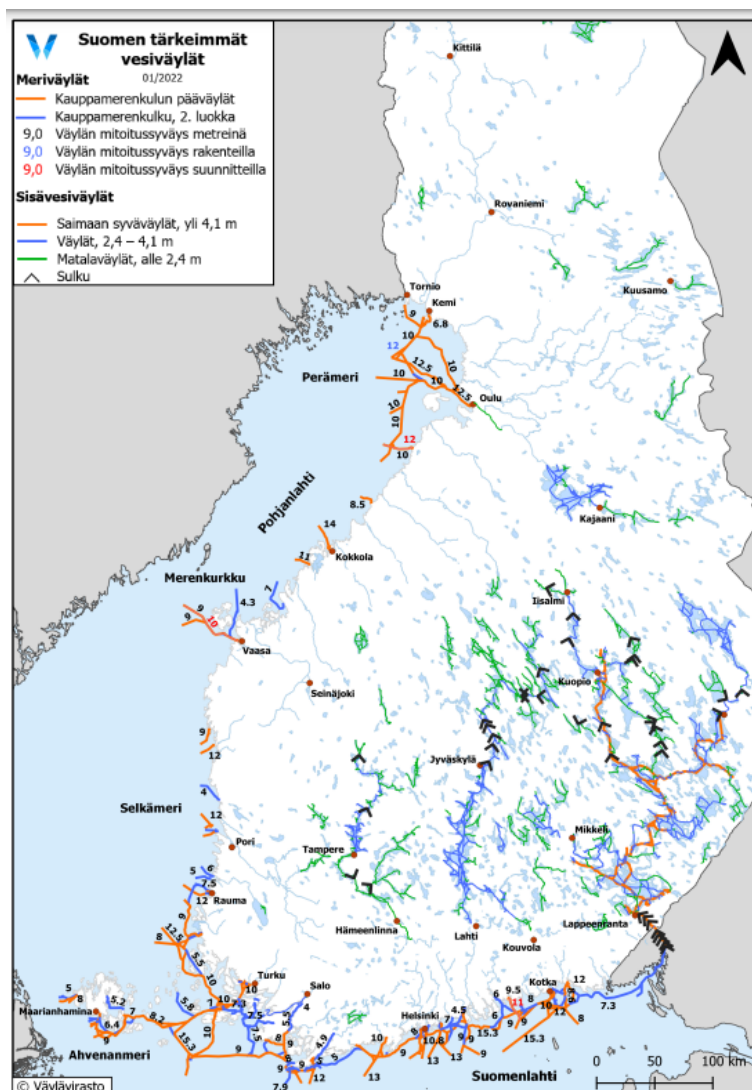
Suomen tavaravienti on historiassa painottunut Metsä-, metalli-, ja koneiteollisuuteen, sekä Nokian huippuvuosina matkapuhelinkauppaan (Haaparanta, P., ym., s.33. 2017). Tullin tilastojen mukaan vuonna 2023 Suomen viennin suurimpiin hyödykkeisiin kuuluivat mm. kemianteollisuuden tuotteet, kone- ja kulkuneuvoteollisuuden tuotteet, sekä metsäteollisuuden tuotteet (Tulli, B. 2024). Kuvio 2 esittää, mistä Suomen laivakuljetukset koostuivat vuonna 2023, jaettuna eri tuoteryhmiin (Tulli, D. 2024). Raaka-aineet pitävät sisällään jalostamattoman puutavaran ja paperimassan, sekä erinäiset malmit ja metalliromun. Jalostetut raaka-aineet taas pitävät sisällään erilaisia puutuotteita, paperi- ja pahvituotteita, sekä rautaa- ja terästuotteita (Tulli, D. 2024).



Kuvio 2. Ulkomaankaupan tonnimääräiset laivakuljetukset tuoteluokittain vuonna 2023

Suomen ulkomaankauppa on hyvin riippuvainen laivakuljetuksista maantieteellisestä sijainnistaan johtuen ja moni ajatteleeekin Suomen olevan kuin saarivaltio. Tullin tekemän kuljetustilaston mukaan vuonna 2023 jopa 95,7 prosenttia Suomen ulkomaankaupan kuljetuksista tehtiin meriteitse (Tulli. 2024).

Suomen ulkomaankaupan painottuessa Euroopan alueelle, onkin usein järkevintä hoitaa kuljetukset meriteitse. Suomella on laaja satamaverkosto koko sen pitkän rantaviivan matkalla, joka mahdollistaa tehokkaat ja suoraviivaiset laivakuljetukset Pohjoismaihin, Etelä-Euroopan ja Itämeren muihin satamiin, sekä pääsyn suuremmille laivaväylille (Traficom, D. 2024.) Kuvassa 1 esitetään Suomen tärkeimmät vesiväylät (Väylävirasto. 2022).



Kuva 1. Suomen tärkeimmät vesiväylät (Väylävirasto. 2022).

Suomen vesiväylistä, sekä jäänmurtopalveluiden koordinoinnista vastaa Väylävirasto. Jäänmurto ja hyvin hoidetut vesiväylät mahdollistavat turvallisen meriliikennöinnin ympäri vuoden, sekä varmistavat pääsyn satamiin (Väylävirasto, B. 2019.)

Suomen olisi tärkeää ymmärtää, miten tulevat ilmasto-olosuhteiden muutokset voivat vaikuttaa merikuljetusten sujuvuuteen ja jatkuvuuteen. On kuitenkin maininnan arvoista, että monet Suomen satamat ja varustamot ovat sitoutuneita pienentämään omaa hiilijalanjälkeään. Tätä siirtymää on myös omalta osaltaan tukemassa EU:n kehittämisohjelma (Port of Helsinki, s.22. 2024.)

2.2 Suomen satamainfrastruktuuri ja tärkeimmät satamat

Satamien perimmäinen tehtävä on yhdistää maankuljetus- ja meriliikenne, sekä huolehtia laivojen sujuvasta ja turvallisesta lastauksesta, sekä purusta. Satamat vastaavat siitä, että satama-alueiden välittömässä yhteydessä olevat väylät ovat riittävän syviä, sillä niiden luonnollinen syvyys ei useinkaan vastaa alusliikenteen vaatimuksia (Santala, J., s.146. 1989.) Satamien vastuulla ovat myös itse laiturialueet, joihin alukset telakoituvat. Laiturirakenteet voivat olla erilaisia riippuen siitä, millaisen rahdin käsittelyyn satamat ovat erikoistuneet. Satamissa sijaitsee usein erilaisia varastoja, niin sisä- kuin ulkovarastoja, helpottamaan lastien käsittelyä ja säilyttämistä. Varastojen yhteydessä on myös erilaisia hallintorakennuksia, sekä ruokailu- ja sosiaalitiloja (Santala, J., s.148-150. 1989.) Satamat hankkivat alueilleen myös tarvittavat rahdinkäsittelykalustot, kuten vaunukuljettimet, nosturit, sekä putkistot (Santala, J., s.150. 1989).

Suomen satamat voidaan karkeasti jakaa kolmeen ryhmään: tavaraliikenteestä huolehtiviin satamiin, matkustajaliikennettä palveleviin satamiin, sekä muutamiin poikkeuksiin, joiden kautta kulkee sekä rahtia, että matkustajaliikennettä. Suurimpiin / vilkkaimpiin satamiimme lukeutuvat mm. Helsingin, Turun, Kilpilahden ja Hamina-Kotkan satamat (Vuosaaren satama. 2020.) Sataman suuruutta voidaan mitata esim. matkustajaliikenteen määrällä, rahti- ja konttiliikenteen volyymin tai puhtaasti alueen laajuudella.

Suomen satamat ovat yleensä kuntien tai valtion omistamia, mutta joukkoon mahtuu myös muutama yksityisomisteinen, kuten Neste Oyj:n Kilpilahden satama, joka palvelee heidän ja muiden samalla alueella olevien teollisuusyritysten tarpeita (Kilpilahti. 2023).

Monet Suomen satamat ovat sitoutuneet kehittämään omia alueitaan ja toimintojaan, mikä parantaa myös niiden kilpailukykyä ja vähentää ympäristövaikutuksia. Suomen satamaverkosto on hyvin tiheä, mikä mahdollistaa tehokkaat kuljetusketjut, pienentäen maankuljetusmatkoja tehtailta satamiin. Tiheä satamaverkosto kuitenkin heikentää yksittäisten satamien

kapasiteetin käyttöä ja niiden tehokkuutta kuljetusten jakautuessa useaan pienempään satamaan (Traficom, C. 2024.) Alla on listattu tietoja muutamista Suomen avainsatamista.

Helsingin satama käsittää Etelä- ja Länsisataman, Katajanokan, sekä Vuosaaren sataman. Helsingin sataman kautta kulki rahtia vuonna 2023 kaikkiaan 13,9 miljoonaa tonnia (Port of Helsinki, s.5. 2024.) Tämän rahtimäärän kuljettamista varten tarvittiin 7231 aluskäyntiä, joista 7177 kuljettivat ulkomaanrahtia ja 54 rannikkoliikenteen rahtia (Port of Helsinki, s.5. 2024). Helsingin sataman suurimmat vastasatamat olivat vuosikertomuksen mukaan Virossa, Saksassa ja Alankomaissa (Port of Helsinki, s.7. 2024). Helsingin satama on myös vilkas matkustajaliikenteen osalta. Sataman kautta kulki vuonna 2023 9,1 miljoonaa matkustajaa. Helsingin satama oli jopa maailman viikkain matkustajasatama vuonna 2017, määrän ollessa yli 12 miljoonaa henkilöä. Suurin matkustajamäärä kohdistui Tallinnaan (Port of Helsinki, s.11. 2024.) Helsingin satama tähtää hiilineutraaliuteen vuoteen 2025 mennessä ja on muutenkin jatkuvasti kehittämässä toimintaansa (Port of Helsinki, s.24. 2024). Helsingin satama on myös Suomen toiseksi suurin konttikuljetusten määrää tarkastellessa noin 450 000 TEU:lla (Shipbrokers. 2024).

Kilpilahden satama, eli Neste Oyj:n teollisuussatama, on keskittynyt erityisesti öljyn- ja kemianteollisuuden kuljetuksiin, sillä sen yhteydessä sijaitsee Nesteen Porvoon öljynjalostamo, sekä muita kemianteollisuuden yrityksiä (Yle. 2021). Rahtimäärältään Kilpilahden satama on Suomen suurin, kemianteollisuuden tuotteiden ollessa myös Suomen suurin vientituote vuonna 2023 (Traficom. 2024).

Hamina-Kotkan satama on Suomen suurin yleissatama, jonka kautta kulki vuonna 2023 14,1 miljoonaa tonnia rahtia, josta 9,4 miljoonaa oli vientiä ja 4,7 miljoonaa tuontia. Aluskäyntejä vuoden aikana oli 2265 kappaletta (Port of HaminaKotka, s.12. 2023.) Satamasta kulkee säännöllisiä linjayhteyksiä Manner-Eruoopan satamiin (Port of HaminaKotka, B. 2024). Myös Hamina-kotkan satama panostaa ympäristönsuojeluun ja pyrkii vähentämään omaa

ympäristövaikutustaan jatkuvasti, mm. tarkkailemalla hulevesien laatua (Port of HaminaKotka, s.10. 2023). Satama on Suomen suurin konttiliikenteen kannalta tarkasteltuna yli 600 000 TEU:n kokonaismäärällään (Shipbrokers. 2024).

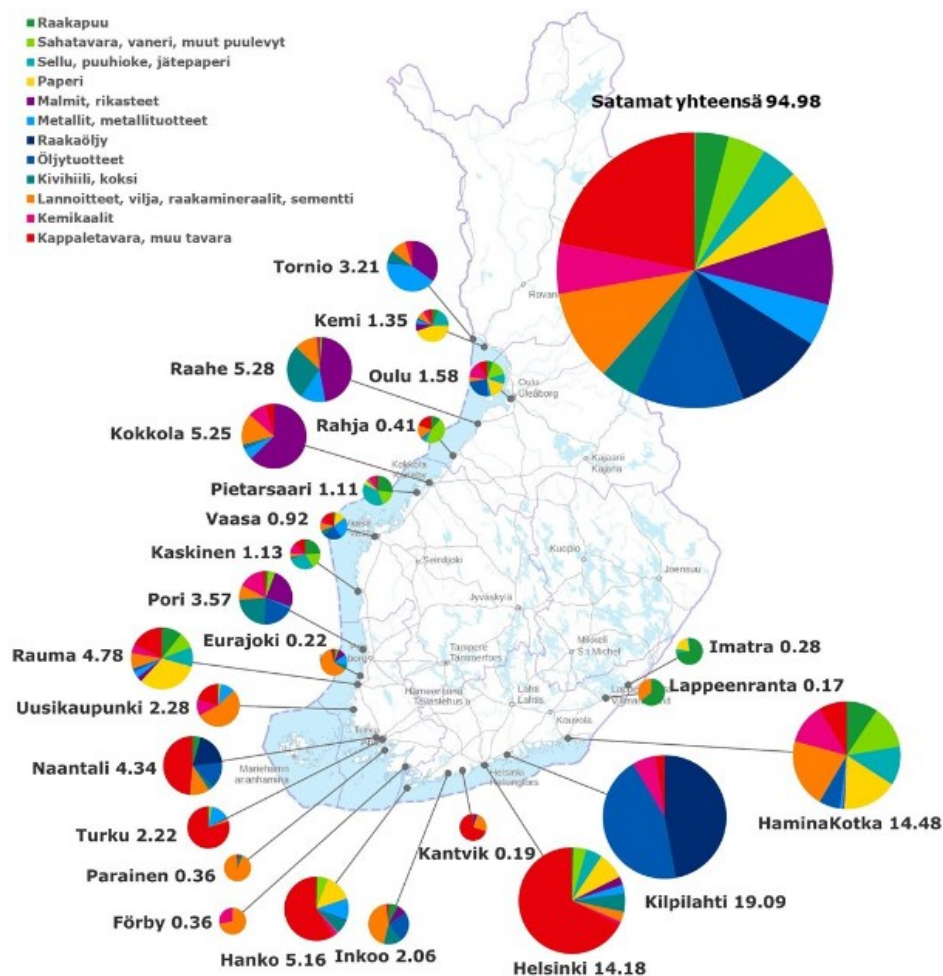
Turun sataman kautta kulki vuonna 2023 yhteensä 2,4 miljoonaa henkilöä matkustajaliikenteen muodossa. Aluskäyntejä satamaan kertyi 1528 (Port of Turku, s.10. 2024.) Turun sataman tavoitteena on saavuttaa hiilineutraalius vuoteen 2029 mennessä (Port of Turku, s.5. 2024). Turun satamaa aiotaan lähiaikoina kehittää Ferry Terminal Turku-asemakaavamuutoksella, jonka myötä satamaan tulee uusi matkustajaliikenteen yhteisterminaali (Port of Turku, s.5-6. 2024). Turun satama sijaitsee strategisesti hyvällä paikalla, josta lähtevien alusten vastasatamat keskittyvät Pohjoismaihin, Saksaan, Englantiin ja Baltian maihin. Tiivis linjaliikenne tarjoaa rahtikuljetuksille nopeutta ja joustavuutta. Turun satama on erikoistunut raskaan teollisuuden projektikuljetuksiin, tarjoten erikoisemmallekin rahdille asiantuntevaa lastinkäsittelyä, sekä välivarastointia (Port of Turku, s.14. 2024.)

Kuvio 3 esittää Suomen satamien ulkomaan meriliikenteen keskimääräiset kuljetusmäärät vuosina 2020–2022 (Traficom. 27.02.2024).

Suomen satamien ulkomaan meriliikenteen kuljetusmäärät

Miljoonaa tonnia vuodessa

Vuosien 2020-2022 keskiarvo, tuonti ja vienti yhteensä

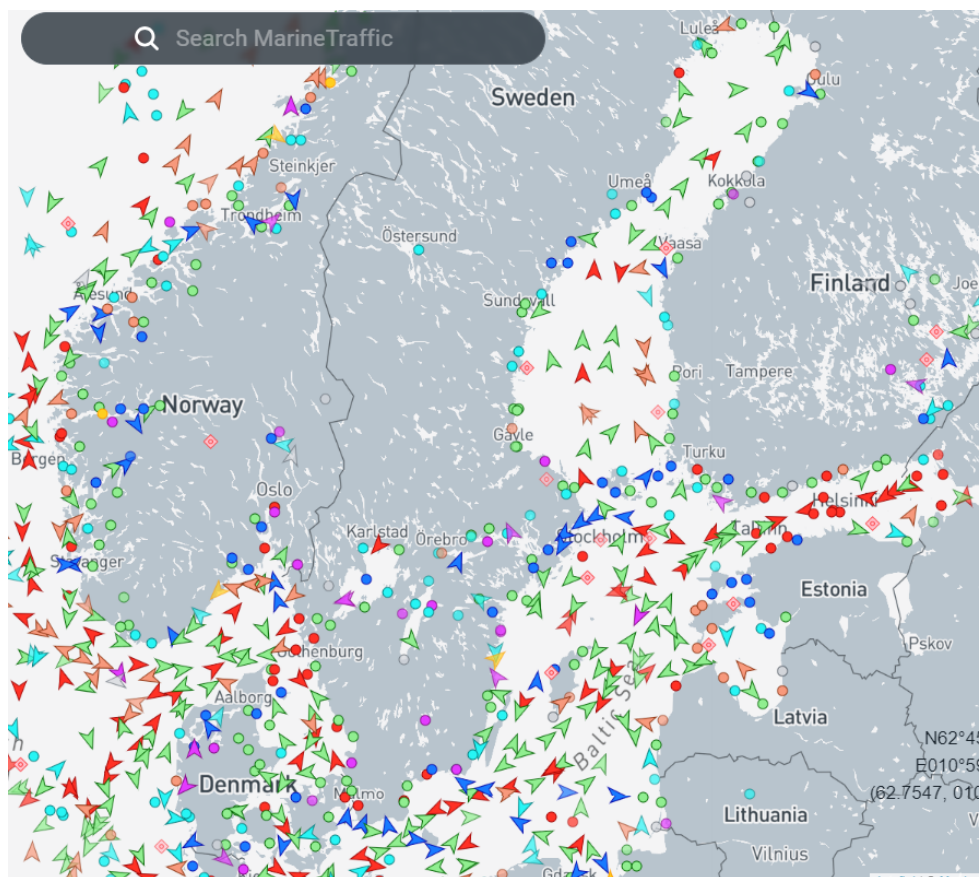


Kuvio 3. Vesikuljetusten kuljetusmäärät (Traficom. 27.02.2024).

2.3 Itämeren tavaraliikenne ja sen ennustettu kehitys

Itämeri kuuluu maailman vilkkaimpiin merialueisiin ja sen vesillä ja satamissa on jatkuvasti noin 2000 kauppalaivaa (Itämeri.fi. 2024). Vuonna 2023 kaikista Suomen ulkomaankaupan kuljetuksista jopa 95,7 % kuljetettiin meriteitse. (Tulli. 2024). Suomi on siis logistisesti hyvin riippuvainen Itämerestä ja sen kulkuyhteyksistä. Meriliikenteen määrä on vuosien saatossa ollut nousujohteista ja määrän ennustetaan myös jatkavan nousuaan tulevaisuudessa raaka-aineiden ja erilaisten tuotteiden kysynnän ja kulutuksen

kasvun myötä (Itämeri.fi. 2024.) Kasvua edistää osaltaan Euroopan komission tavoite siirtää kuljetuksia teiltä merelle, sillä merikuljetuksilla on pienempi hiilijalanjälki (BalticLINES, s. 11). Traficomin tekemän ennusteen mukaan merikuljetukset tulevat kasvamaan vuoteen 2060 mennessä viennin osalta n. 9 % ja tuonnin n. 19 % vuoteen 2021 verrattuna (Traficom. 2024). Kuva 2 havainnollistaa alusliikenteen määrää Itämerellä tavallisena päivänä.



Kuva 2. Alusliikenne Itämerellä (Marinetraffic. 15.10.2024).

Yllä oleva kuva näyttää Itämerellä olevien rahtialusten määrän 15.10.2024 klo. 7:00. Liikenteen määrää ja tarkempia tietoja aluksista voi seurata Marinetraffic palvelusta reaaliajassa.

Itämeren liikenne koostuu sen sisäisestä tavara- ja henkilöliikenteestä, sekä suuremmista kontti-, tankkeri- ja kuivarahtialuksista, jotka jatkavat Itämeren ulkopuolisiin kohteisiin. Itämeren sisäinen rahtiliikenne koostuu pitkälti

kuivarahtia ja nestemäisiä lasteja kuljettavista aluksista (Baltic Sea Action Group. 2024.) Vuonna 2023 Itämeren alueen kuljetukset muodostivat 69 % kaikista Suomen tuontikuljetuksista ja 52 % vientikuljetuksista (Tilastokeskus. 2024). Taulukko 1 havainnollistaa merikuljetusten jakautumisen tavaralajeittain Suomessa vuonna 2021 (Elinkeinoelämän keskusliitto, B, s.23. 2023).

Merikuljetukset Suomessa 2021, tuhatta tonnia	Kuivabulk	Nestebulk	Kontti	Kuorma-auto	Perävaunu	Muu
Tuonti yhteensä	17 760 – 41 %	14 400 – 33 %	3 600 – 8 %	4 460 – 10 %	3 340 – 8 %	140 – 0 %
Vienti yhteensä	24 120 – 48 %	8 940 – 18 %	7 820 – 16 %	4 950 – 10 %	3 880 – 8 %	670 – 1 %

Taulukko 1. Merikuljetusten jakautuminen tavaralajeittain (Elinkeinoelämän keskusliitto, B, s.23. 2023).

2.4 Kuljetuskalusto ja niiden vaatimukset

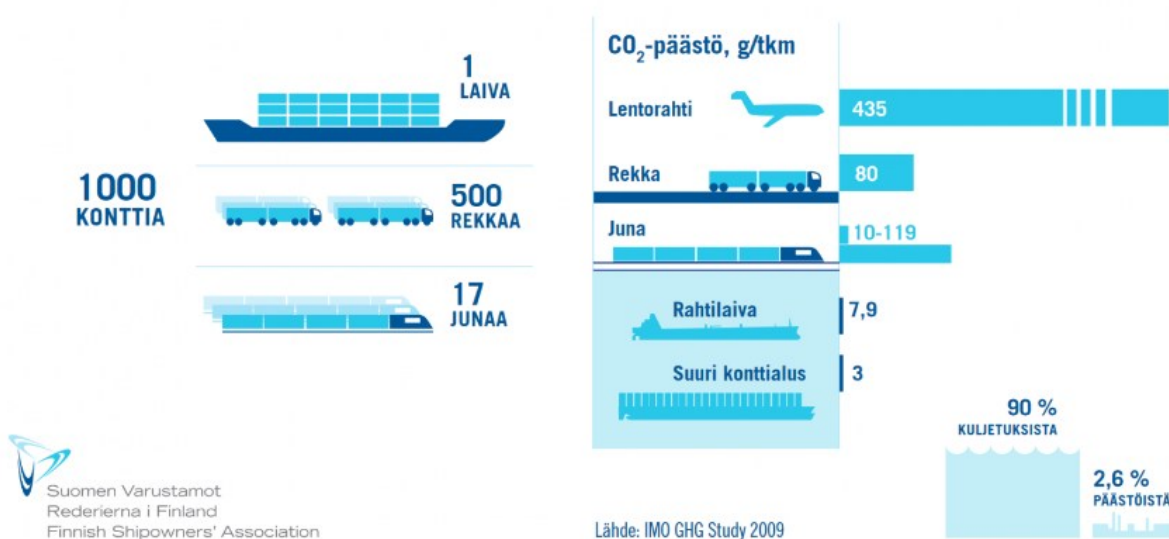
Itämerellä liikennöi useita erilaisia alustyyppisiä, jotka on suunniteltu kuljettamaan tiettytyyppistä rahtia. Suomi on siitä erikoinen maa, että sen rannikkovesistöt jäätyvät pitkälti joka talvi. Tämä edellyttää alueella liikkuvilta aluksilta sopivaa jääluokkaa pystyäkseen liikkumaan turvallisesti jäisillä vesillä, tai ollakseen oikeutettuja jäänmurtoavustukseen. Jääluokka määrittelee, kuinka tehokas aluksen moottorin tulee olla, sekä kuinka vahvoja rungon ja muiden rakenteiden on oltava kestääkseen jäiden aiheuttaman rasituksen.

Jäänmurtoavustusta saadakseen aluksien tulee myös olla lastattu siten, että niiden syväys vastaa jääluokan vaatimuksia (Kantala, Haapamäki, s.22. 2024.)

Itämeri on määritelty erityisen herkäksi merialueeksi, joten alueella liikennöivien alusten on noudatettava tiukempia jätteidenkäsittelyn sääntöjä verrattuna muihin merialueisiin. Saadakseen laskea käymälävetensä Itämereen, on matkustaja-alusten käsiteltävä se ensin laitteistolla, joka poistaa siitä haitalliset kolibakteerit sekä vähintään 70 % typestä ja 80 % fosforista (Baltic Sea Action Group. 2024.) Rahtilaivoilla on sen sijaan vielä oikeus laskea käsittelemättömät käymälävetensä Itämereen, kunhan ne tekevät sen riittävän kaukana (n. 22 km) lähimmästä rannasta (Baltic Sea Action Group. 2024). Kaikki alukset voivat myös laskea muut jätevetensä, kuten suihku- ja pesukonevedet, Itämereen

ilman erityisiä rajoituksia (Baltic Sea Action Group. 2024). Kiinteät jätteet tulee hävittää asianmukaisesti maissa (Tapaninen, U., s.113. 2019). Merikuljetukset ovat kasvihuonepäästöjen osalta ylivoimaisesti ympäristöystävällisin tapa kuljettaa rahtia. Kuva 3 havainnollistaa erilaisten kuljetusmuotojen eroja hiilidioksidipäästöjen määrissä. Tuhannen kontin kuljetus vaatii yhden laivan, 500 rekkaa tai 17 junaa. Rahtilaivan CO₂ päästöt g/tkm ovat selvästi muita kuljetusmuotoja pienemmät (Suomen Varustamot. 2024).

MERIKULJETUS ON YMPÄRISTÖYSTÄVÄLLISIN KULJETUSMUOTO, EIKÄ SILLE OLE KORVAAVAA VAIHTOEHTOISTA LIIKENNEMUOTOA



Kuva 3. Merenkulun hiilidioksidipäästöt (Suomen Varustamot. 2024).

2.5 Itämeren yleisimmät kuljetuskalustotyypit

Matkustaja-alukset / risteilyalukset:

Tämä alustyyppi on suunniteltu ensisijaisesti matkustajien kuljettamiseen tiettyjen satamien välillä, erityisesti vapaa-ajan matkailun tarpeisiin. Alusten kokoluokat vaihtelevat valtavista mega-luokan risteilijöistä pieniin risteilyaluksiin (Santala, J., s.42. 1989.) Nämä alukset muodostavat tärkeän yhteyden eri rannikkokaupunkien välillä ja ne liikennöivät ennalta määrätyn aikataulun mukaan, riippumatta matkustajamäärästä (Branch, A., s.51. 2007).

Risteilyalukset on suunniteltu täysin matkustajien käyttöön ja ne eivät kuljeta

muuta rahtia (Tapaninen, U., s.50. 2019). Matkustaja-aluksiin lastataan usein myös roro-rahtia niiden alemmille kansille (Branch, A., s.68. 2007). Esimerkkinä matkustaja-aluksista voidaan pitää Tallink Silja AB:n omistamaa MS Silja Symphonya, joka on jääluokituksestaan korkein 1A Super, ja kulkee Helsinki – Maarianhamina – Tukholma linjalla (Meyer Turku. 2025).

Ro-ro-alukset (Roll-on/Roll-off):

Ro-ro alusten ehdoton etu kuljetuksissa on siinä, että kumipyörillä liikkuva kalusto on helppoa ja nopeaa kuljettaa alukseen ja sieltä pois niiden ramppijärjestelmien avulla. Rampit sijaitsevat usein laivan etu- ja takaosissa, mikä mahdollistaa rekkojen ja trailerien yksisuuntaisen läpikulun. Alukset pitävät sisällään laajat autokannet joko yhdessä kerroksessa tai useammassa mahdollistaen tehokkaan rahdin kuljettamisen (Santala, J., s.50. 1989.) Esimerkkinä Ro-ro aluksista voidaan mainita Finnlinesin laivastoon kuuluva MS Finnbreeze-alus jolla on korkea 1A tason jääluokka (Finnlines. 2024).

Lo-lo-alukset (Lift-on/Lift-off):

Toisin kuin Ro-ro alukset, Lo-lo alukset lastataan nostureiden avulla, eli aluksiin ei pääse ajamalla suoraan sisään (Santala, J., s.50. 1989). Tämä lastaustapa on enemmän aikaa vievää, mutta etuna on erilaisten irtolastien, kuten pitkän puu- ja metallirahdin tai muun epämääräisen muotoisen / kokoisen rahdin lastauksen helppous. Tämä alustyyppi on käytössä myös konttirahdin kuljetuksissa. Konttien kuljettamiseen tarkoitettujen Lo-lo alukset on suunniteltu kuljettamaan 40 ja 20 jalan kontteja. Suomen konttikuljetukset kuljetetaan pienemmillä syöttöaluksilla Euroopan satamiin, joissa ne lastataan suurempiin valtamerialuksiin jatkamaan matkaansa Euroopan ulkopuolelle. Erilaisten irtolastien kuljettamiseen käytetään yleisrahtialuksia (Santala, J., s.47. 1989.)

Yhdistelmäalukset:

Yhdistelmäalukset yhdistävät Itämerellä tyypillisesti henkilö- ja rahtiliikenteen. Ne kulkevat usein samaa linjareittiä, esim. Turku – Tukholma, Helsinki – Tallinna väliä (Santala, J., s.74. 1989). Useat alukset liikennöivät omalla

reitillään päivittäin ja ovat etenkin kappaletavaroiden kuljetusten kannalta hyvin tärkeitä. Suomessa ja Itämerellä käytetään keskikokoisia ja isoja matkustajalauttoja, jotka pystyvät kuljettamaan suuren ihmismäärän lisäksi merkittävän määrän kumipyörillä liikkuvaa kalustoa, kuten kuorma-autoja ja trailereita (Santala, J., s.50. 1989.) Ajoneuvot voidaan ajaa aluksiin suoraan alusten ramppijärjestelmien avulla. Reittimatkat mahdollistavat rahdin tehokkaan ja ennakoitun kuljetuksen Suomesta muualle Itämeren satamiin ja edelleen Eurooppaan, sekä auttavat kuljetusten suunnittelussa (Santala, J., s.74-76. 1989.) Esimerkkinä Tallinkin omistama matkustaja-autolautta MS MyStar, joka liikennöi Helsinki – Tallinna välistä reittiä, ja joka käyttää polttoaineenaan nesteytettyä maakaasua, LNG:tä (Rauma Marine Constructions. 2022).

Tankkialukset:

Tankkialusten tehtävänä on kuljettaa erilaisia nestemäisiä tai kaasumaisia aineita, usein öljyä, polttoaineita, erilaisia kemikaaleja ja esim. nesteytettyä maakaasua, LNG:tä. Aluksia on monia eri mallisia ja kokoisia riippuen siitä mitä ja missä niillä halutaan kuljettaa (Branch, A., s.56-60. 2007). Esimerkkinä Itämerellä liikkuvista tankkereista mainittakoon Nesteen omistama M/T Jaarli-öljytankkeri, joka luovutettiin yrityksen käyttöön vuonna 2022. Aluksella on 1A-jääluokitus ja se kykenee murtamaan kiintojäättä. Alus pystyy siis liikkumaan normaalina jäätalvena jäisillä alueilla itsenäisesti (Navigator magazine. 2022.)

3 Ilmastonmuutoksen vaikutukset Itämerellä

Ilmastonmuutoksella tarkoitetaan pitkällä aikavälillä tapahtuvia muutoksia maapallon ilmastossa, muun muassa lämpötilan nousua, joka johtuu kasvihuonekaasujen lisääntymisestä ilmakehässä. Kasvihuoneilmiö sellaisenaan on luonnollinen ja elämän mahdollistava ilmiö, joka säätelee maasta takaisin avaruuteen palautuvaa lämmön määrää. Ihmisen toiminta on kuitenkin erityisesti viimeisten 300 vuoden aikana, yhteiskunnan teollistumisen ja fossiilisten polttoaineiden käyttöönoton jälkeen aiheuttanut tähän ilmiöön häiriön vapauttamalla suuria määriä hiilidioksidia ja muita kasvihuonekaasuja ilmastoon. Hiilidioksidipitoisuuksien nousu on aiheuttanut sen, että lämpösäteily ei enää pääse poistumaan maapalloilta yhtä tehokkaasti kuin ennen, minkä seurauksena maapallon lämpötila on lähtenyt äkilliseen nousuun (Punainen Risti. 2023.)

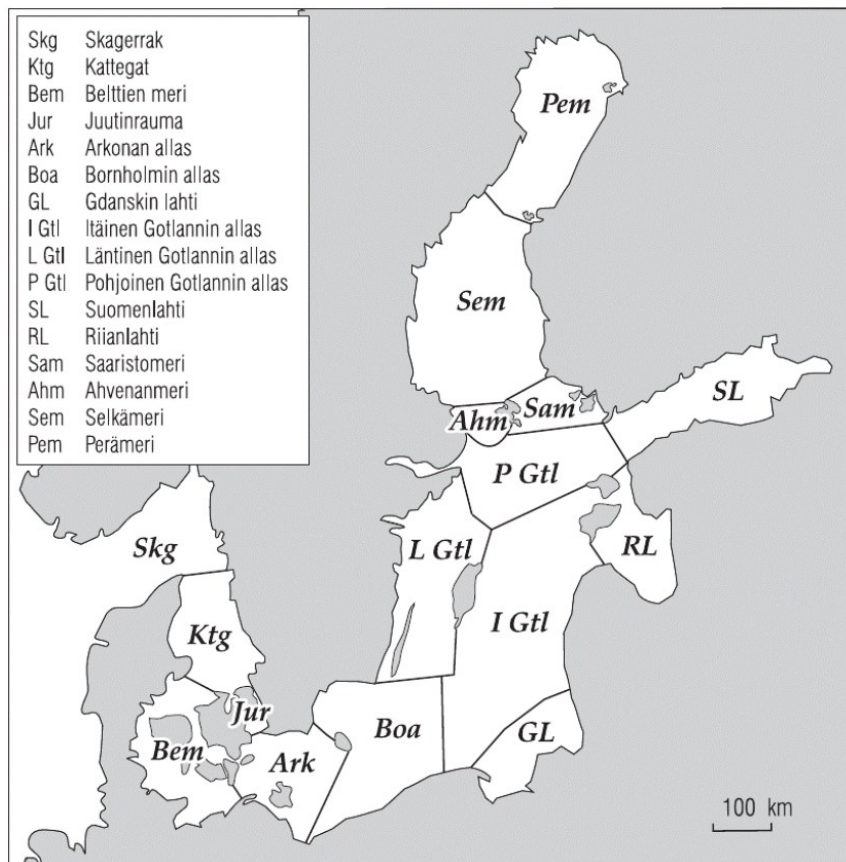
Ilmaston lämpötilan nousu aiheuttaa erilaisia ääriolosuhteita ympäri maapalloa. Merenpinnan arvoidaan erilaisissa tulevaisuuden skenaarioissa nousevan kymmeniä senttejä, riippuen siitä miten paljon ilmastonmuutosta pystytään hillitsemään. Merivesien odotetaan myös lämpenevän, mikä taas lisää hirmumyrskyjen mahdollisuutta (Punainen Risti. 2023.) Ilmastonmuutoksen myötä paikallisten sääilmiöiden voimakkuudet kasvavat. Tämä näkyy esimerkiksi kuivien alueiden kuivuuskausien ja sateisten alueiden sadekausien pitenemisillä. Tämä aiheuttaa suuria haasteita mm. maanviljelylle, sopivien viljelykausien muuttuessa yhä haasteellisimmiksi tai jopa mahdottomiksi (Punainen Risti. 2023.)

Lisäksi ilmastonmuutoksella on suuria vaikutuksia luonnon monimuotoisuuteen. Monien eläin- ja kasvilajien elinolosuhteet voivat tulevaisuudessa olla hyvinkin haasteelliset, mikä voi lopulta johtaa jopa niiden katoamiseen maapalloilta. Tämä taas voi aiheuttaa suurempaa epätasapainoa ekosysteemiin, edelleen voimistaen ilmastonmuutosta (Ilmasto-opas.fi, C. 2025.)

3.1 Itämeri

Itämeri on Pohjois-Euroopan alueella sijaitseva Atlantin valtameren sivumeri, joka on sijainnistaan johtuen hyvin sulkeutunut muilta merivirtauksilta. Tämän vuoksi Itämeren suolaisuus on vähäistä, kun samalla sateet ja jokien kautta mereen virtaava makea vesi tekevät siitä murtovettä (Baltic Sea Action Group, B. 2024.) Alhainen suolapitoisuus yhdistettynä sen matalaan syvyyteen, sekä pohjoiseen sijaintiin edistävät Itämeren jäätymistä talvisin, mikä taas tekee siitä uniikin meren maailmassa (Ilmatieteenlaitos. 2022).

Itämerta ympäröivät useat eri maat, pohjoisessa Suomi ja Ruotsi, lännessä Tanska, idässä Venäjä, Viro, Latvia ja Liettua, sekä etelässä Puola ja Saksa (Baltic Sea Action Group, B. 2024). Näin ollen sen logistinen ja taloudellinen merkitys on huomattava, erityisesti Suomelle, joka sijaitsee Itämeren ”loppupäässä”. Kuvaan 4 on nimetty Itämeren eri alueet (Itämeri.fi, B. 2024).



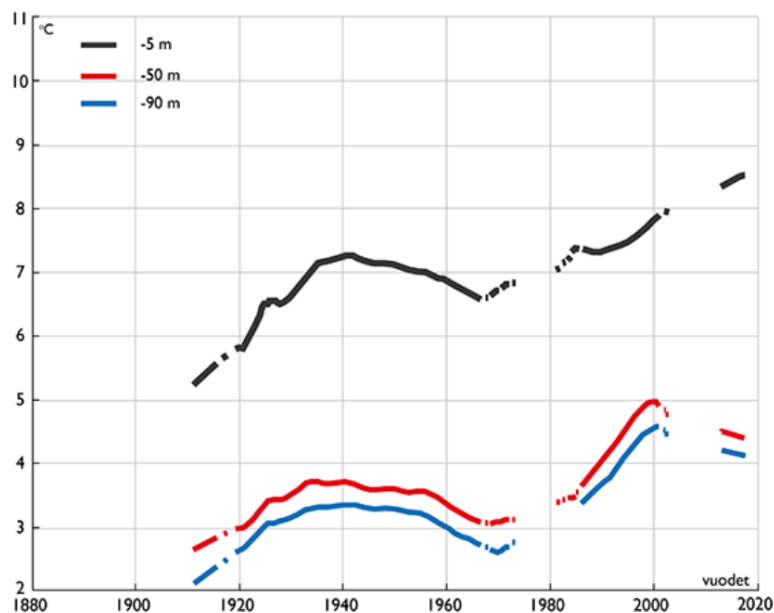
Kuva 4. Itämeren alueet (Itämeri.fi, B. 2024).

Itämeri on yksi maailman herkimpiä ja saastuneimpia meriä, mikä johtuu pääasiassa ihmisen holtittomasta toiminnasta, kuten jätevesien, teollisuuden ja maatalouden päästöistä, suuresta meriliikenteen määrästä, sekä osittain sen matalasta syvyydestä ja heikoista merivirtauksista (Baltic Sea Action Group, B. 2024).

3.2 Olosuhteiden tutkitut muutokset Itämerellä

Itämeri on maailman nuorin meri ja se sijaitsee mannerlaatan päällä (Baltic Sea Action Group, B. 2024). Tästä johtuen Itämeren keskisyvyys on vain n. 54 metriä (Itämeri.fi, B. 2024). Tämä meren matala syvyys altistaakin sen myös vahvasti ilmastonmuutoksen aiheuttamalle lämpötilan nousulle. Itämeri on lämmennyt viimeisen vuosisadan aikana n. 0.3°C per vuosikymmen, mutta vuoden 1990 jälkeen lämpeneminen on kiihtynyt huomattavasti, nousuvauhdin ollessa jo $0,59^{\circ}\text{C}$ vuosikymmenessä (Suomen Ympäristökeskus. 2019). Kuvio 4 havainnollistaa meriveden keskilämpötilan muutosta Utön alueella, kolmessa eri syvyydessä (Suomen ympäristökeskus. 2019).

Meriveden keskilämpötila Utössä 5, 50 ja 90 metrin syvyydessä

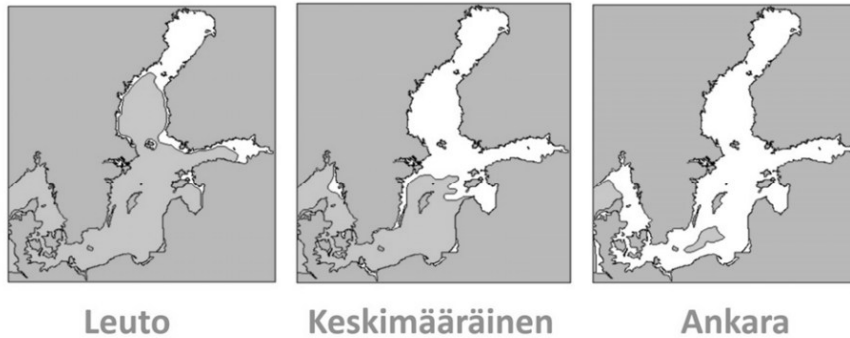


Kuvio 4. Meriveden keskilämpötila Utössä (Suomen ympäristökeskus. 2019).

Ilman lämpötila Itämeren alueella on viimeisen vuosisadan aikana ollut nousussa ja viime vuosina on ollut havaittavissa normaalia pidempiä hellejaksoja ja lämpimämpiä vuodenaikoja, etenkin keväisin. Nykyään kuullaan lähes joka vuosi uutisia uusista lämpöennätyksistä, niin Suomessa, kuin muualla maailmassa. Samalla pakkaskausien pituuksissa on ollut laskeva trendi, vaikka poikkeuksellisiakin vuosia mahtuu väliin. Myös pilvisyyden on mitattu vähentyneen hieman 1980-luvulta lähtien, jolloin sitä alettiin satelliittien avulla seuraamaan. Pilvisyyden vähentyminen on todennäköisesti osaltaan vaikuttanut ilman lämpenemiseen (HELCOM, s.24. 2021.)

Itämeren jäätalvet ovat tutkitusti muuttuneet leudommiksi viimeisten 100 vuoden aikana. Esimerkiksi Perämeren alueella jäätalvien keskimääräinen pituus on lyhentynyt 18 päivää ja Suomenlahdella jopa 41 päivää (HELCOM, s.23. 2021.) Nykyään jääpeite pysyy Perämerellä 130-200 päivää, ja Suomenlahdella 80-100 päivää (Ilmasto-opas.fi. 2024). Jääpeitteen maksimipinta-alan arvioidaan myös pienentyneen n. 30 %, eli 6 700 km² per vuosikymmen (HELCOM, s.23. 2021). Samalla ankarien jäätalvien todennäköisyys on laskenut, kun niitä on viimeisten 100 vuoden aikana esiintynyt 16 % ajasta, niin nyt viimeisten 30 vuoden aikana vain enää 3,3 % ajasta (HELCOM, s.23. 2021). Ankaran jäätalven määritelmä on kun jääpeite kattaa koko Itämeren pinta-alan, eli n. 420 000 km² (Ilmasto-opas.fi. 2024). Jäätalvea pidetään keskimääräisenä, kun jään pinta-ala kattaa n. 115 000-230 000 km² ja leutona kun se jää alle 115 000 km² (Itämeri.fi, C. 2024). Rannikon kiintojää on paksuimmillaan Perämerellä, tyypillisesti 50-100 cm. Itämeren laajimmilla avoimilla alueilla jää muuttuu ajojääksi kovemman tuulisuuden ja aallokon vuoksi (Myberg, K., ym., s. 36. 2019). Kuva 5 havainnollistaa kuinka Itämeren talvi määritellään joko leudoksi, keskimääräiseksi tai ankaraksi jääpeitteen laajuuden perusteella (Väylävirasto, B. 2019).

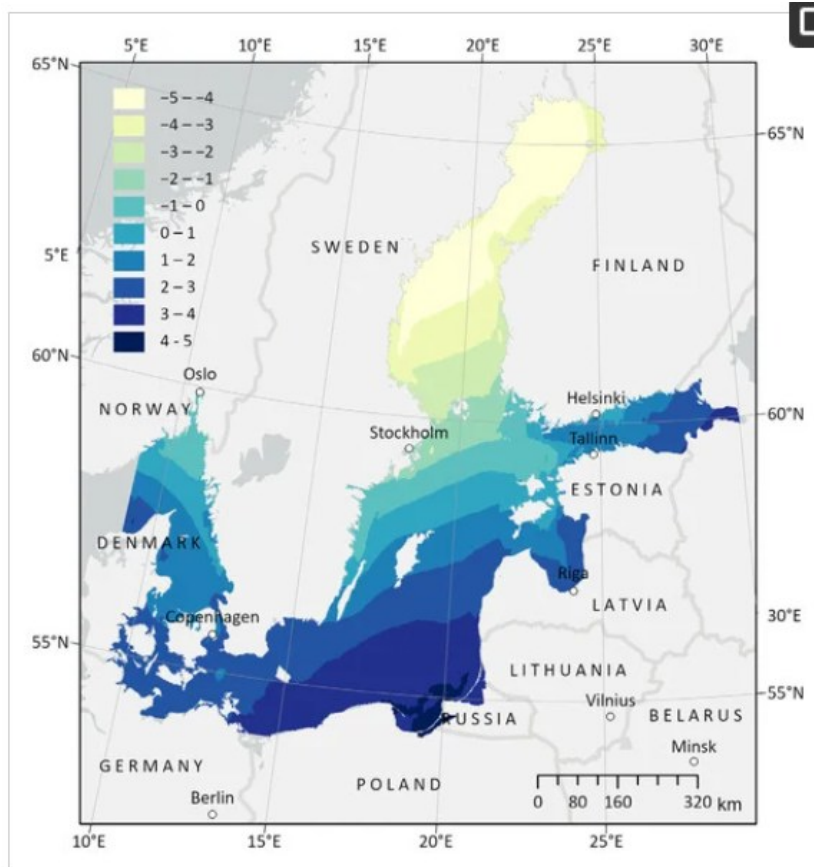
Itämeren talvien määrittely:



Kuva 5. Itämeren jään laajuus (Väylävirasto, B. 2019).

Sademäärien muutosten mittaaminen on ollut hankalaa niiden voimakkaiden vuosittaisten vaihteluiden vuoksi, mutta erityisesti Ruotsissa on havaittu talvisateiden määrän kasvua. Äärimmäisten sademäärien voimakkuudet ovat kasvaneet mitattuina vuosina 1960-2018 Itämeren itäosissa, jossa peräkkäisten sadepäivien jaksot ovat olleet etenkin talvikuukausina pidempiä (HELCOM, s.27. 2021.)

Merenpinta nousee nykyään maailmanlaajuisesti n. 3-4 mm vuodessa jäätiköiden sulaessa ja merivesien lämmitessä. Itämeren pohjoisemmillä alueilla maan kohoaminen on kuitenkin toistaiseksi nopeampaa kuin merenpinnan nousu, minkä vuoksi merenpinta vaikuttaa siellä laskevan. Meriveden korkeudessa esiintyy rannikkoalueilla luonnollista heilahtelua n. 50 cm keskivedenpinnan molemmin puolin, johtuen tuulen ajovirroista ja ilmanpaineesta (Myberg, K., ym., s. 33. 2019.) Kovat myrskytuulet ja -aallot voivat kuitenkin ajoittain aiheuttaa meren nousua rannikkoalueille, etenkin Itämeren eteläisemmillä alueilla (HELCOM, s.31. 2021). Kuva 6 havainnollistaa kuinka merenpinta on noussut Itämerellä vuodesta 1995 vuoteen 2019 (Kapsi, I., Kall T., Liibusk, A. 29.07.2023).



Kuva 6. Merenpinnan nousu Itämerellä vuodesta 1995 vuoteen 2019 (Kapsi, I., Kall T., Liibusk, A. 29.07.2023).

Tuulennopeudessa ei ole havaittu merkittävää muutosta. Suomen ja Ruotsin rannikoilla on kuitenkin todettu olevan pientä laskutrendiä keskimääräisessä tuulennopeudessa. Myös äärimmäisten tuulten todetaan tutkimuksessa heikentyneen Suomen rannikkoalueilla, myrskyreittien siirryttyä aiempaa pohjoisemmaksi (HELCOM, s.32. 2021.) Suomessa mitattiin kuitenkin 1.11.2024 ensimmäistä kertaa tuulennopeus, joka ylitti hirmumyrskyn rajan, eli 33,0 metriä sekunnissa. Hirmumyrskyjen esiintyvyys voi siis tulevaisuudessa olla suurempi ilmaston ja meren lämmetessä. Kova tuulisuus aiheuttaa myös suurempia aalloja. Itämeren korkeimmat yksittäiset aallot, jotka on tavattu Itämeren keskusaltaalla, ovat olleet jopa 14 metriä korkeita ja 200 metriä pitkiä (Myberg, K., ym., s. 34. 2019).

3.3 Ennustetut ilmastonmuutoksen vaikutukset Itämerellä

Ennusteiden mukaan ilman lämpötila jatkaa nousuaan Itämeren alueella hieman enemmän kuin maailmanlaajuisesti keskimäärin. Lämpötilan arvioidaan nousevan vuosisadan loppuun mennessä 1,4°C – 3,9°C verrattuna vuosien 1976-2005 tasoon (HELCOM, s.20, 2021.) Suuri haitari johtuu siitä, että on vaikeaa tarkalleen ennustaa kuinka paljon ilmastonmuutosta pystytään hillitsemään tulevina vuosina. Lämpötilan odotetaan nousevan tulevaisuudessa etenkin pohjoisemmilla alueilla lumen ja jään vähentyessä, jolloin auringon säteily pääsee lämmittämään entistä tehokkaammin maaperää ja vesistöjä (HELCOM, s.20. 2021.)

Ilman lämmitessä ja pidempien lämpöjaksojen seurauksena myös Itämeren vesilämpötilan ennustetaan nousevan tulevaisuudessa. HELCOMIN tekemien laskelmien mukaan voidaan odottaa n. 1,1°C nousua Itämeren pintalämpötilaan tämän vuosisadan loppuun mennessä verrattuna vuosien 1976-2005 tasoon (HELCOM, s.21. 2021.) Erityisesti Selkämeren ja Baltian alueella odotetaan nähtävän vesilämpötilan nousua kesäisin, sekä merijäiden vähentymistä talvisin (HELCOM, s.10-11. 2021).

Myös merijäiden laajuuden ja paksuuden odotetaan jatkavan kutistumistaan tulevaisuudessa. Vuosittaiset vaihtelut merijäiden laajuudessa tulevat edelleen olemaan suuria, mutta ankarien jäätalvien todennäköisyydet tulevat laskemaan entisestään (HELCOM, s.23. 2021.) Merijäiden muodostumiseen vaikuttavat tulevaisuudessa erityisesti ilman lämpötilan ja sateiden määrän kehittyminen. Ilmatieteenlaitoksen vuonna 2010 tekemän raportin mukaan Itämeren jääolot tulevat olemaan merkittävästi erilaisia jo vuonna 2050 ilmastonmuutoksesta johtuen. Raportin ennusteiden mukaan ankarien jäätalvien todennäköisyys laskee joka vuosi ja vuonna 2050 niitä ei olisi odotettavissa enää juuri lainkaan. Leutojen talvien todennäköisyys taas vastaavasti kasvaa vuosien mittaan (Luomaranta, A., ym., s.14. 2010.) Tällä olisi suuria vaikutuksia jääpeitteen maksimilaajuuteen ja paksuuteen, jolloin eteläiset Itämeren rannikkoalueet pysyvät todennäköisesti jäättöminä ympäri vuoden (Luomaranta, A., ym., s.17.

2010). Leudot jäätalvet aiheuttavat myös omia ongelmiaan merenkululle, sillä jää pääsee ajelehtimaan ja sulkemaan murretut meriväylät nopeammin umpeen (Itämeri.fi, C. 2024).

Sademäärien ennustaminen on haastavaa, mutta simulaatioiden perusteella sateiden odotetaan lisääntyvän Itämeren alueella kaikilla vuodenajoilla, erityisesti pohjoisilla alueilla ja talvikuukausina (HELCOM, s.27. 2021). Korkeampien ilman lämpötilojen myötä voidaan odottaa myös enemmän rankkasateita, sillä lämpimämpi ilma sitoo itseensä enemmän kosteutta, mikä taas voimistaa veden kiertokulkua ilmakehässä (HELCOM, s.27. 2021). Rankkasateiden määrän kasvu voi vaikuttaa myös Itämeren suolapitoisuuteen ja tulvien määrään tulevaisuudessa (Ilmasto-opas.fi, D. 2014).

Merenpinnan on arvioitu nousevan maailmanlaajuisesti vuoteen 2100 mennessä 43-84 cm, riippuen siitä, kuinka tehokkaasti ihminen kykenee hillitsemään ilmastonmuutosta. Itämerellä nousuvauhdin odotetaan olevan n. 87 % tästä (HELCOM, s.31. 2021.) Vertailun vuoksi mainittakoon, että Vaasan alueella maa kohoaa n. 90 cm vuosisadassa ja Helsingissä n. 40 cm (Ilmasto-opas.fi, B. 2013). Huonoimmassa tapauksessa siis voidaan nähdä jo useiden senttimetrien merenpinnan nousua Suomenlahden ja Baltian alueella tämän vuosisadan loppuun mennessä. Pohjoisempina Perämerellä, maa nousee kuitenkin edelleen nopeammin kuin ennustettu merenpinnan nousu (HELCOM, s.10-11. 2021.)

Itämeren alueen tuulisuuden ennustaminen on hankalaa sen luonnollisen vaihtelun vuoksi. Syksyisin sen ennustetaan kuitenkin hieman lisääntyvän ja keväisin vähenevän. Merijään laajuuden vähentyessä kovan tuulisuuden oletetaan lisääntyvän sulilla alueilla, ja erityisesti kesäisin voimakkaita tuulenpuuskia voidaan odottaa nykyistä enemmän (HELCOM, s.32. 2021.)

Aallokkomuutosten ennustaminen on hyvin paljon sidoksissa tuulisuuden kehitykseen, sillä kova tuulisuus lisää aallokon voimakkuutta ja korkeutta. Tällä hetkellä aallokon korkeuden ennustetaan nousevan n. 5 % vuoteen 2100

mennessä. On kuitenkin tärkeää huomata, että nämä ennusteet ovat vielä hyvin epätarkkoja ja kaipaavat pitkän aikavälin lisätutkimusta (HELCOM, s.33. 2021.)

Yhteenvetona voidaan todeta, että kaikki nämä yksittäiset muutokset ovat vahvasti sidoksissa toisiinsa, voimistaen ja nopeuttaen Itämeren alueen ekosysteemin heikkenemistä.

4 Logistiikan tulevaisuuden näkymät Itämerellä

Itämeri on erittäin tärkeä Suomen taloudelle ja sen kansalaisille. Alueen ympäristömuutokset tulevat kuitenkin asettamaan logistiikalle uusia haasteita, sekä tarjoamaan mahdollisuuksia. Yhä todennäköisemmin esiintyvät myrskyt, nouseva merenpinta ja leudommat talvet vaativat varustamoilta ja satamilta sopeutumista sekä investointeja takaamaan turvallisen ja luotettavan toiminnan. Hillitäkseen ilmastonmuutoksen vauhtia merikuljetusten osalta, kansainvälinen merenkulkujärjestö IMO on asettanut tavoitteekseen muuttaa meriliikenne päästöttömäksi vuoteen 2050 mennessä (Valtioneuvosto. 2024).

Merikuljetusten osuus maailmanlaajuisista päästöistä on kuitenkin jo ennestäänkin hyvin pieni, vaikkakin alusten jätevesien ym. päästäminen meriin voi osaltaan pahentaa merien rehevöitymistä. Seuraavaksi käsitellään sitä, miten erilaiset sääolosuhteet vaikuttavat meriliikenteeseen ja kuinka tulevaisuuden skenaariot toteutuessaan voivat vahvistaa näitä vaikutuksia.

4.1 Erilaisten sääolosuhteiden vaikutukset Itämeren logistiikkaan

Ankarat jääolosuhteet vaikuttavat erityisesti laivaliikenteen aikatauluihin, sillä alusten on hidastettava kulkunopeuttaan, sekä toisinaan odotettava useita tunteja saadakseen jäänmurtaja avukseen. Riittävän suuren jääluokituksen omaavat alukset pystyvät liikkumaan pääosin itsenäisesti rankkoinakin jäätalvina. Rungas Itämeren liikennemäärä aiheuttaa myös omat haasteensa, sillä jäihin muodostuvat kulkuväylät voivat olla hyvinkin kapeita, mikä tekee ohitustilanteista ja käännöksistä haastavia (Tallink. 2021.) Myös leudot talvet aiheuttavat omia haasteitaan laivaliikenteelle. Lämpimät ja tuuliset jaksot saavat jään liikkumaan aiheuttaen ahtautumista ja puristusta kulkuväylillä, mikä pitää jäänmurtoalukset kiireisinä. Kun pakkasjakso taas kiristyy, jään määrä lisääntyy. Tämä heilahtelu lämpötiloissa aiheuttaa erityisesti kulkuväylien reunoille sohjovöitä ja -alueita, jotka hankaloittavat väylillä liikkumista. Jäänmurtajien näkökulmasta vähätuuliset, tasaiset pakkaskelit olisivat siis suotuisampia väylien aukipitämisen kannalta (Ilmatieteenlaitos. 2022.)

Myrskyjen ja kovan tuulisuuden vaikutukset näkyvät siis talviaikaan erityisesti jäämassojen liikkumisena aiheuttaen kulkuväylien puristumista umpeen. Itämerellä liikennöivät alukset on tehty kestäväksi kovaakin myrskysäätä ja aallokkoa. Kova tuulisuus ja aallokko voivat kuitenkin vaikuttaa alusten polttoaineenkulutukseen, mikä puolestaan nostaa kustannuksia (Kantala, Haapamäki, s.21. 2024). Myrskyt ja kova tuulisuus voivat aiheuttaa myös aikatauluihin viivästyksiä tai peruuntumisia, ja etenkin satamissa onnettomuuksien, kuten pienien kolhujen mahdollisuus ja laituriin kiinnittäytymisessä voi olla haasteita. Suomen historian ensimmäinen mitattu hirmumyrsky 1.11.2024 aiheutti muun muassa Rauman telakalla ongelmia, sillä rakenteilla ollut laiva irtosi myrskyn seurauksena laiturista lisäköysillä sitomisesta huolimatta (Yle, B. 2024).

Merenpinnan nousu vaikuttaa logistiikan toimivuuteen erityisesti satama-alueilla. Esimerkiksi Turun satama on tulvinut useita kertoja merenpinnan korkeuden heilahteluiden vuoksi. Turun satamaa aiotaankin lähitulevaisuudessa kehittää Ferry Terminal Turku-hankkeen myötä. Tulviva alue on pitkälti asfaltoitua aluetta, ja hankkeen myötä on suunnitteilla rakentaa uusi tulvareittiverkosto ja viivytyspainanteita, jotta tulvavedet pääsevät helpommin virtaamaan takaisin satama-altaaseen. Tämän lisäksi osaan satama-alueella on kehoitettu rakentamaan n. 2 metrin korkeuteen ulottuva tulvavalli (Turku.fi, s.17. 2023.) Jos merivesi pääsee nousemaan satama-alueelle, voi se aiheuttaa ongelmia alusten lastauksessa ja purussa, sekä vahingoittaa sataman omaa infrastruktuuria.

Rankkasateet ja sumu vaikeuttavat meriliikenteen toimintaa heikentämällä alusten näkyvyyttä, jolloin niiden on luotettava täysin navigoinnitlaitteisiinsa, sekä alusten automaattiseen tunnistusjärjestelmään AIS:ään (Tapaninen, U., s.136-137. 2019). Tämä voi johtaa siihen, että alusten on hidastettava kulkunopeuttaan, mikä puolestaan aiheuttaa aikataulullisia viivästyksiä. Kokeneet ammattilaiset pystyvät tosin kulkemaan normaalinopeuksissa jopa nollanäkyvyydessä. Sumutorven käyttö varoittaa muita lähellä olevia aluksia (Yle, C. 2015.) Rankan sumun aikana satamiin kiinnittyminen vaatii

huolellisuutta, jotta välttyään turhilta vaaratilanteilta. Rankkasateet ja sumu voivat myös hidastaa alusten lastaus- ja purkutoimintoja, sekä aiheuttaa tulvimista satamissa.

4.2 Itämeren logistiikan mahdollisuudet ja haasteet tulevaisuudessa

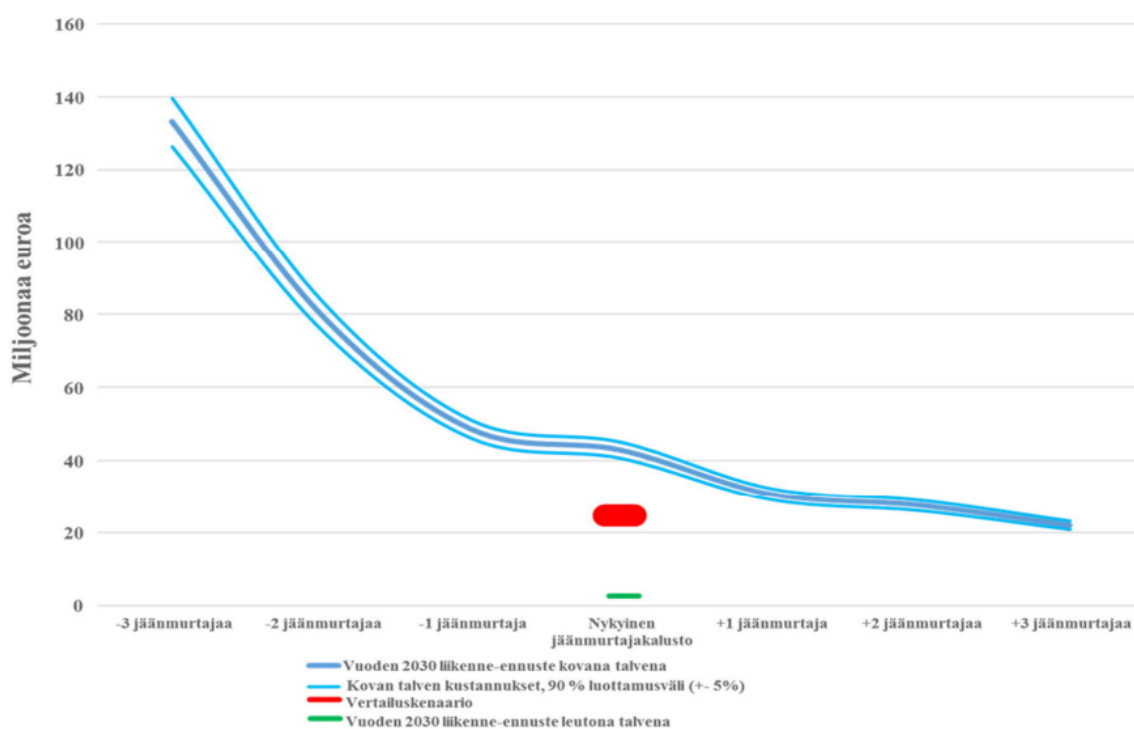
Ilmastonmuutoksen myötä lisääntyvät epävakaaat säät tulevat vaikuttamaan ajoittain esimerkiksi laivakuljetusten aikatauluihin, kulkuväylien kunnossa- ja aukipitoon, jäätalvien pituuteen ja laajuuteen, sekä lisäämään onnettomuusriskiä etenkin satama-alueilla ja telakoilla. Ankarien jäätalvien väheneminen ja leutojen talvien lisääntyminen tulee hankaloittamaan jäänmurtajien toimintaa niillä alueilla, joilla jäätä vielä esiintyy. Sohjojää tekee väylillä liikkumisesta haastavaa ja avoimien merialueiden tuulisuus ja aallokko työntävät jäälauttoja takaisin väylille, tukkien ne uudelleen (Itämeri.fi, C. 2024).

Näistä muutoksista huolimatta ilmastonmuutoksen vaikutus Itämeren merikuljetusten määrään on kuitenkin todennäköisesti vähäinen. Kuljetusmäärät riippuvat enemmän maailmanmarkkinoiden muutoksista, jotka lopulta määrittävät tilauskannan ja kuljetusten määrän tarpeen. Kuljetusten määrän Euroopassa on kuitenkin arvioitu nousevan tulevaisuudessa vuosittain n. 2,5 % rahtiliikenteen ja n. 3,9 % matkustajaliikenteen osalta (HELCOM, s.54. 2021.)

Ilmastonmuutoksen vaikutukset kuljetuskalustoon voivat sen sijaan olla merkittäviä, sillä päästörajoitusten myötä niiden uudistustarve kasvaa ja esimerkiksi käytetyn polttoaineen tulisi jatkossa vastata tiukentuvia ympäristömääräyksiä (HELCOM, s.54. 2021.)

Uudet päästörajoitukset sekä tieto leudommista talvista ovat osaltaan johtaneet siihen, että yhä useammat uudet Suomeen suuntautuvat alukset suunnitellaan 1A super-jääluokan sijaan 1A-luokkaan (Traficom, B. 2024). Ankaran jäätalven tullessa nämä 1A-luokan alukset eivät kykene liikkumaan jäisissä vesissä itsenäisesti, vaan vaativat jäänmurtajien avustusta. Suomen jäänmurtajakalusto taas on vanhenemassa ja niiden uudistustarpeesta ja tarvittavasta määrästä käydään keskustelua leutojen talvien lisääntyessä. Ankarat jäätalvi voi siis

tulevaisuudessa aiheuttaa merkittäviä viivästyksiä, mikäli kauppa-alukset ovat varustettu kevyemmällä jääluokilla, samalla kun jäänmurtajia on todennäköisesti käytössä määrällisesti vähemmän. Tämä yhdistelmä saattaisi johtaa siihen, että jäänmurtajat eivät ehdi vastaamaan avustusten tarpeeseen riittävän nopeasti, aiheuttaen kuljetusten viivästymisiä. Aalto-yliopiston ja Turun yliopiston tekemien WINMOS-simulaation laskelmien mukaan ankaran jäätalven aiheuttamat viivästyskustannukset voivat nousta nykyiselläkin jäänmurtokaluston ja laivaliikenteen määrällä n. 24 miljoonasta eurosta 41 miljoonaan euroon vuonna 2030, johtuen niiden kasvavasta avustustarpeesta (Ojala, L., ym., s.49. 2020.) On kuitenkin tärkeää muistaa, että ankarat jäätalvet tulevat olemaan harvinaisempia, ja uusien jäänmurtajien hankinta ja ylläpito ovat erittäin suuria investointeja. Tämän vuoksi tarvittavan jäänmurtokaluston määrän määrittäminen voi olla haasteellista. Kuvio 5 näyttää kuinka jäänmurtajien määrän lisääminen tai vähentäminen vuonna 2030 voi vaikuttaa viivästyskustannuksiin kovana jäätalvena (Ojala, L., ym. s.49. 2020).



Kuvio 5. Jäänmurtajien määrän vaikutukset viivästyskustannuksiin vuonna 2030 (Ojala, L., ym. s.49. 2020).

Talvimerenkulun mahdollistaminen on Suomelle elintärkeää, mutta myös kallista. Jäänmurron vuosittaiset kulut ovat n. 50-70 miljoonaa euroa. Lopulliseen hintaan vaikuttavat talven ankaruus ja polttoaineen sen hetkinen hintataso (Väylävirasto, C. 2017.) Jäänmurron kustannuksia katetaan väylämaksuilla, joita varustamot ovat velvollisia maksamaan aluksistaan, jotka kuljettavat rahtia Suomen aluevesillä. Väylämaksu on yleinen maksu, joka perustuu alusten nettovetoisuuteen ja jääluokkaan. Maksu ei ole suoraan sidottu jäänmurtopalveluiden käyttöön, mutta osaltaan se kuitenkin tukee jäänmurron kustannusten kattamista (Tulli, C. 2024.) Leudompien talvien lisääntyessä jäänmurtopalveluiden tarve tulee pienentymään. Tällä voisi tulevaisuudessa olla vaikutusta väylämaksujen suuruuteen, mikä auttaisi osaltaan pienentämään yritysten kuljetuskustannuksia.

Merenpinnan nousun ja ilmaston lämpenemisen odotetaan avaavan Itämerellä uusia laivaväyliä, joiden myötä yhä suuremmat alukset voivat liikennöidä alueella. Aalto-yliopiston ja Turun yliopiston yhteisessä MERLOG 2030 selvityksessä arvioidaan, että aluskalusto tulisi olemaan kannattavuudeltaan jopa 23 % suurempaa vuonna 2030 vuoteen 2017 verrattuna (Ojala, L., ym. s.55. 2020). Tämä mahdollistaa suoraviivaisemmat rahtikuljetukset Itämeren alueelle, kun suurempien alusten ei enää tarvitse purkaa lastiaan muissa Euroopan satamissa, vaan ne voivat kuljettaa rahdin suoraan perille, ilman syöttöliikenteen tarvetta. Aluskäyntien määrä tulisi siten myös laskemaan (Ojala, L., ym. s.55. 2020). Keskisuurten ja suurten satamien määrän odotetaan kasvavan tulevaisuudessa. Jotta kasvavia aluskokoja kyetään palvelemaan, vaatii se kuitenkin nykyistä syvempien ja leveämpien väylien avaamista ja satama-alueiden kehittämistä suurempien alusten vaatimuksia vastaaviksi. Muutoksen odotetaan näkyvän etenkin pohjoisemmilla alueilla jäättömien talvien lisääntymisen myötä (BalticLINes, s. 8-11. 2016.)

4.3 Varautuminen ja sopeutuminen muutoksiin

Kansainvälisen merenkulkujärjestö IMO:n asettamien meriliikenteen hiilineutraliustavoitteiden myötä varustamoiden on täytynyt alkaa panostaa

uusien alustensa ekologisuuteen aiempaa enemmän. IMO:n tavoitteena on vähentää meriliikenteen päästöjä vuoden 2008 tasosta 20 % vuoteen 2030 mennessä, 70 % vuoteen 2040 mennessä, ja saavuttaa täysi hiilineutraalius vuoteen 2050 mennessä (Valtioneuvosto. 2024.)

Suomalaiset varustamot ovatkin jo pitkään olleet edelläkävijöitä ympäristöystävällisen merenkulun kehittämisessä panostamalla vaihtoehtoisilla polttoaineilla toimivien alusten suunnitteluun ja valmistukseen. Esimerkiksi Turun telakalta on valmistunut useita nesteytettyä maakaasua, LNG:tä polttoaineenaan käyttäviä aluksia, kuten matkustaja-autolautta M/S Viking Grace (Suomen Varustamot, B. 2024.) Päästöjen vähentämiseksi varustamot kehittävät jatkuvasti uusia innovaatioita, kuten erilaisia akkujärjestelmiä, hybridiratkaisuja, biopolttoaineilla ja vedyllä toimivia aluksia sekä muita vaihtoehtoisia energiaratkaisuja (Finnlines, B. 2025).

Suomi toimii myös suunnannäyttäjänä osana suunnitelmia luoda ”vihreä käytävä” Turun ja Tukholman välille. Decatrip nimisen hankkeen tavoitteena on luoda hiilineutraali meriliikennekäytävä hyödyntämällä satamien välillä kulkevassa kalustossa edellä mainittuja ratkaisuja, kuten erilaisia biopolttoaineita ja akkujärjestelmiä (Suomen Varustamot, B. 2024.) Käytävän on tarkoitus olla täysin fossiilivapaa vuoteen 2035 mennessä ja se tulee toimimaan esimerkkinä muille Euroopan merireiteille (Suomen Varustamot, B. 2024).

Satamat kehittävät jatkuvasti toimintaansa ja infrastruktuuriaan pysyäkseen kilpailukykyisinä sekä vastatakseen alusten teknologiseen kehitykseen, koon kasvuun ja muihin logistisiin tarpeisiin. Suomen satamat tekevät vuosittain investointeja n. 100-200 miljoonalla eurolla. Investoinnit kohdistuvat mm. satama-alueiden ja -alaiden, väylien, kiinteistöjen, sekä laitteiden uusimiseen ja kehittämiseen (Suomen Satamat ry. 2024.) Voidaan siis olettaa, että satamat pystyvät tekemään tarvittavia uudistuksia infrastruktuuriinsa vastatakseen hitaasti muuttuviin, ilmastonmuutoksesta aiheutuviin tekijöihin ajoissa. Näitä uudistuksia voivat olla esimerkiksi tulvamuurien rakentaminen tai laiturialueiden kohottaminen. Satamat panostavat myös oman hiilijalanjälkensä pienentämiseen, sekä ovat kannustamassa varustamoita käyttämään

vähäpäästöisiä aluksia tarjoamalla niille alennuksia satamamaksuista (Suomen Satamat ry. 2024). Lisäksi satamat voivat vähentää aluskäynneistä johtuvia päästöjä tarjoamalla aluksille mahdollisuuden maasähkön käyttöön, sen sijaan että ne pitäisivät omia apukoneitaan käynnissä (Port of Helsinki, B. 2024).

Tulevaisuudessa laivaväylillä voidaan nähdä nykyistä enemmän älypöijuja, jotka tarjoavat reaaliaikaista tietoa esimerkiksi Itämeren sääolosuhteista, vedenpinnan ja aallokon korkeuksista, veden virtauksista, sekä jäätilanteesta. Älypöijut pystyvät tarjoamaan arvokasta ja täsmällistä tietoa meriolosuhteista, täydentäen satelliiteilla saatavaa säätietoa (Tapaninen, U., s.140. 2019.) Älypöijut voivat siis tulevaisuudessa parantaa laivaliikenteen turvallisuutta ja tehokkuutta antamalla aluksille täsmällistä tietoa Itämeren olosuhteista. Lisäksi niitä voidaan hyödyntää alusten rikkipäästöjen mittaamisessa (Port of Naantali. 2020.)

5 Pohdinta

5.1 Yhteenveto ja keskeiset havainnot

Itämeren toimiva logistiikka on Suomelle elinehto. Merikuljetusten edullisuus, ekologisuus ja tehokkuus tekevät niistä välttämättömän osan maan ulkomaankauppaa. Vuonna 2023 lähes 96 % Suomen ulkomaankaupan kuljetuksista tapahtui meriteitse. Vienti perustuu pitkälti suurten bulkkituotteiden kuljetuksiin, joissa laivakuljetukset ovat tehokkain ja edullisin ratkaisu. Monet Suomen satamista ovat erikoistuneet tietyntyyppisten tuotteiden käsittelyyn, mikä myös osaltaan tehostaa merikuljetusten käyttöä kuljetusmuotona. Itämerellä liikennöi kattava verkosto rahdin ja henkilöliikenteen kuljetuksiin tarkoitettuja aluksia, jotka palvelevat erilaisten tuotteiden kuljettamista.

Ilmastonmuutos on globaali ongelma, jonka seuraukset tulevat näkymään myös Itämeren alueella. Kasvihuonepäästöjen äkillinen lisääntyminen ihmisen toiminnan seurauksena on saanut maapallon lämpötilan ja merenpinnan nousemaan. Ilmastonmuutoksen seuraukset näkyvät myös maapallon eri alueilla voimistuneiden äärisäiden, kuten kuivuuden tai rankkasateiden lisääntymisenä. Ilmastonmuutos aiheuttaa luonnon monimuotoisuudelle ja ekosysteemeille suuria haittoja.

Itämerellä ilmastonmuutos aiheuttaa ilman ja merenpinnan lämpötilojen nousua. Ilman lämpötilan on arvioitu nousevan Itämerellä hieman globaalia keskiarvoa enemmän. Lämpötilojen noustessa talvet tulevat olemaan entistä leudompia ja ankarien jäätalvien esiintyvyys on harvinaisempaa. Jääpeitteiden laajuus ja paksuus jatkaa laskuaan, vaikkakin vuosittaista vaihtelua on edelleenkin odotettavissa. Leudot talvet aiheuttavat haasteita jäänmurtajille sohjojäiden ja väylien umpeutumisen myötä. Jääpeitteen kutistuminen mahdollistaa teoriassa tehokkaamman ympärivuotisen laivaliikenteen, mutta kuljetusten määrään vaikuttavat kuitenkin ilmastonmuutosta enemmän globaalien markkinoiden ja talouden vaihtelut.

Merenpinta tulee nousemaan Itämerellä, mutta erityisesti Perämerellä pinta näyttää vielä pitkään laskevan, sillä maannousu on alueella nopeampaa. Merenpinnan nousu yhdistettynä sateiden mahdolliseen lisääntymiseen voi aiheuttaa tulevaisuudessa tulvariskejä rannikkoalueilla. Merenpinnan nousu tulee edellyttämään satamilta sopeutumista ja investointeja tulvimisen ehkäisemiseksi. Tulvimistilanteet voivat ajoittain häiritä satamien toimintaa, vahingoittaa niiden infrastruktuuria sekä johtaa aikatauluviivästyksiin.

Merenpinnan nousun ja lämpenemisen arvioidaan mahdollistavan suurempien alusten liikennöinnin Itämeren alueella, mikä voi hyödyttää erityisesti suurempia satamia. Tämä kehitys saattaisi keskittää liikennettä satamiin, joilla on valmiina tarvittavaa kalustoa ja infrastruktuuri suurten alusten käsittelyyn, sekä muita palveluita alusten ja niiden henkilökunnan tarpeisiin. Liikenteen keskittyminen suurempiin satamiin vahvistaisiin niiden taloutta ja asemaa Suomen satamien keskuudessa. Kyseisten satamien väylien syventäminen ja infrastruktuurin kehittäminen tulevat todennäköisesti siten olemaan suuremman panostuksen kohteina.

Tuulisuuden kehittymistä on hankala arvioida, mutta merenpinnan ja ilman lämpeneminen saattaa aiheuttaa sen vahvistumista. Tämä voi osaltaan voimistaa Itämeren aallokkoa ja aiheuttaa kovempaa merenkäyntiä, mikä taas johtaa viivästyksiin ja lähtöjen peruuntumisiin. Kova tuuli ja aallokko voivat hankaloittaa alusten operointia erityisesti satamissa sekä lisätä vahinkojen riskejä satama-alueilla ja varustamoilla. Lisäksi kova merenkäynti voi aiheuttaa lastin liikkumista, mikä saattaa johtaa vaurioihin.

Varustamot ovat alkaneet vähentämään korkeimman jääluokituksen omaavien alusten rakentamista ilmaston lämpenemisen vuoksi. Samalla pohditaan tarvittavan jäänmurtajakaluston määrää, jotta niiden valmistus- ja ylläpitokulut ovat tasapainossa ankaran jäätalven aiheuttamien myöhästymiskulujen kanssa. Nykyajan trendin mukaan päästöjen vähennystavoitteet näkyvät myös laivaliikenteessä. IMO:n päätöksen myötä laivaliikenteen tulisi olla päästötöntä vuoteen 2050 mennessä. Erilaisten polttoaineratkaisujen, kuten LNG:n ja hybridimallien käyttö tulee lisääntymään uusissa aluksissa. Erityisesti

Suomalaiset varustamot ovat olleet tämän muutoksen aallonharjalla viime vuosina.

Myös satamat tukevat laivaliikenteen vihreää siirtymistä tarjoamalla alempia satamamaksuja vähäpäästöisille aluksille, sekä investoimalla alueidensa kehittämiseen. Näillä investoinneilla satamat pystyvät vastaamaan paremmin modernien alusten vaatimuksiin, esimerkiksi tarjoamalla niille erilaisia lataus- ja tankkausratkaisuja. Satamien kehittyminen johtaa myös todennäköisesti automatisaation suurempaan käyttöön, joka mahdollistaisi alusten nopeammat purku- ja lastaustoiminnot, pienentäen alusten satamakäyntien aikaa ja siten myös logistiikkakustannuksia.

5.2 Tutkimusprosessi

Työssäni hyödynsin enimmäkseen laadullista, eli kvalitatiivista tutkimusmenetelmää, sillä tutkimuksen tavoitteena oli uskottavan lopputuloksen saavuttaminen analysoimalla useita tekstimuotoisia lähteitä. Tämä edellytti laaja-alaista perehtymistä tutkimusaiheeseen erilaisten artikkeleiden, raporttien ja kirjallisten lähteiden muodossa, joiden avulla pyrin koostamaan kokonaisvaltaisen kuvan käsiteltävästä aiheesta (Hirsjärvi, S., Remes, P., Sajavaara, P., s.159. 2009.)

Kokonaisvaltainen tiedonhankinta kuuluukin laadullisen tutkimusmenetelmän keskeisiin piirteisiin. Tutkimuksessa käsiteltävä aineisto perustuu luonnollisiin ja todellisiin tilanteisiin, joita analysoidaan monipuolisesti ja yksityiskohtaisesti. Erilaisten lähteiden tekstiä tarkasteltaessa pyritään kiinnittämään huomiota erityisesti niiden esitystapaan ja näkökulmiin ja taustatekijöihin, ja arvoimaan lähteiden luotettavuutta. Laadullinen tutkimusmenetelmä on joustava ja tutkimuksen edetessä kirjoittaja voi tarvittaessa mukauttaa lähestymistapaansa aiheeseen (Hirsjärvi, S., Remes, P., Sajavaara, P., s.159. 2009.)

Opinnäytetyössä hyödynnettiin Hirsjärven, Remeksen ja Sajavaaran kirjassa *Tutki ja kirjoita* esiteltyä viisivaiheista tutkimusprosessia (Hirsjärvi, S., Remes, P., Sajavaara, P., s.64. 2009).

Ensimmäinen vaihe oli aihepiirin valinta, aiheen rajaaminen ja aikataulun laatiminen (Hirsjärvi, S., Remes, P., Sajavaara, P., s.64. 2009). Ilmastonmuutos aiheena oli minulle jo entuudestaan jonkin verran tuttu ja olin nähnyt uutisointia sen vaikutuksista Panaman kanavaan. Halusin opinnäytetyöni käsittelevän jotain samankaltaista ja aiheekseni valikoitui ilmastonmuutoksen vaikutukset Itämeren logistiikkaan. Itämeri alueena on hyvin laaja, joten lopulta rajasin työn käsittelemään aihetta ainostaan Suomen näkökulmasta jottei se paisuisi liian laajaksi. Tämän jälkeen hyväksyin aiheen ohjaajallani ja tein alustavan aikataulun, sekä sisällysluettelon. Aiheen valintaan vaikuttivat lopulta oma mielenkiintoni sekä sen yhteensopivuus opiskelemani alan kanssa. Koin myös, että kyseisestä aiheesta olisi paljon lähteitä saatavilla, sekä työ olisi mahdollista kirjoittaa kohtuullisessa ajassa (Hirsjärvi, S., ym., s.77-80. 2009.)

Toinen vaihe oli tiedonhaku ja muistiinpanojen tekeminen (Hirsjärvi, S., ym., s.64. 2009). Aloitin tiedonhaun hahmottelemani sisällysluettelon mukaisesti, ja hyödynsin eri tietokantoja, kuten Tullin sivustoa, sekä muita erilaisia netti- ja kirjalllähteitä. Lähteinä käytin paljon luonnonsuojeluun, Itämereen, satamatoimintoihin ja meriliikenteeseen liittyviä julkaisuja. Tiedonhaussa hyödynsin enimmäkseen Googlen hakukonetta ja vierailin Turun ammattikorkeakoulun kirjastossa, josta keräsin aiheeseen liittyvää kirjallisuutta. Lähteiden löytäminen oli haastavaa, sillä aiheesta saatavilla oleva tieto oli hajanaista ja keskittyi monesti vain yksittäisiin osa-alueisiin. Sopivien ja luotettavien lähteiden löytäminen tekstin tueksi oli siis vaikeaa ja eniten aikaa vievää. Tein julkaisuista muistiinpanoja joita hyödynsin myöhemmin itse kirjoitustyössä.

Kolmas vaihe sisälsi kerätyn aineiston kriittisen tarkastelun, sen sopivuuden arvioinnin, sekä mahdollisen karsinnan (Hirsjärvi, S., ym., s.64. 2009). Työssäni pyrin ensisijaisesti hyödyntämään tuoreita ja alkuperäisiä lähteitä. Lähteiksi pyrin löytämään myös akateemisia ja mahdollisimman objektiivisia, eikaupallisia lähteitä, joiden löytäminen oli haastavaa. Vertailin eri lähteistä löytyviä tietoja, arvioin niiden luotettavuutta ja tarkastelin kuinka ne tukisivat toisiaan (Hirsjärvi, S., ym., s.113-114. 2009.) Lopulta karsin jonkin verran

lähteitä sillä niillä ei ollut mielestäni tarpeeksi uskottavuutta tai ne eivät muuten olleet tarpeeksi relevantteja aiheeni kannalta.

Neljännessä vaiheessa keskityin kerätyn aineiston loogiseen järjestelyyn, jäsentelyyn, sekä niiden analysointiin (Hirsjärvi, S., ym., s.64. 2009). Aineiston järjestelyssä auttoi suuresti aiemmin hahmottelemani sisällysluettelo.

Aihealueet järjesteltyäni pystyin vertailemaan kerättyjä lähteitä aiheittain, arvioimaan niiden todenmukaisuutta ja uskottavuutta sekä kokoamaan niistä laajempia kokonaisuuksia. Halusin myös työssäni tuoda esille konkreettisia esimerkkejä ja hyödyntää havainnollistavia kuvia.

Viides vaihe oli itse työn kirjoittamista, muokkaamista, viimeistelyä ja tarkistamista (Hirsjärvi, S., ym., s.64. 2009). Kirjoitustyössäni pyrin varmistamaan että teksti etenee johdonmukaisesti, täydentäen aiemmin esitettyä tietoa.

Koen, että tämän opinnäytetyön kirjoittaminen vahvisti omaa käsitystäni Itämeren logistiikasta ja sen mahdollisesta tulevaisuudesta. Mielestäni onnistuin kokoamaan tietoa aiheesta kattavasti yhteen. Aihetta voidaan jatkokehittää syvällisemmällä tutkimuksella esimerkiksi perehtymällä ilmastonmuutoksen vaikutuksiin yksittäisten satamien toimintaan ja infrastruktuurin kehittämiseen, tai vaikkapa analysoimalla ilmastonmuutoksen taloudellisia vaikutuksia Itämeren logistiikalle. Lisäksi uudenlaisen teknologian, kuten automaation lisääntymisen vaikutuksia merilogistiikan ympäristövaikutuksiin Itämerellä voitaisiin tutkia tarkemmin.

Lähteet

BalticLINes. (20.12.2016). Shipping in the Baltic Sea. Viitattu 10.11.2024.

https://vasab.org/wp-content/uploads/2018/06/Baltic-LINes-Shipping_Report-20122016.pdf

Baltic Sea Action Group. (2024). Vatuullinen Meriliikenne Itämerellä. Viitattu 15.10.2024. <https://www.bsag.fi/meriliikenne/>

Baltic Sea Action Group, B. (2024). Itämeri – Merien omalaatuinen kuopus. Viitattu 21.10.2024. <https://www.bsag.fi/itameri/>

Branch, A. (2007). Elements of shipping. Abingdon: Routledge.

Elinkeinoelämän keskusliitto. (2024). Ulkomaankauppa. Viitattu 09.10.2024. <https://ek.fi/tutkittua-tietoa/tietoa-suomen-taloudesta/ulkomaankauppa/>

Elinkeinoelämän keskusliitto, B. (2023). Toimintaympäristön riskiskenaario yrityslogistiikalle. https://ek.fi/wp-content/uploads/2023/04/Yrityslogistiikan-skenaario_raportti_2023.pdf

Finnlines. (2024). Finnlinesin laivasto. Viitattu 08.11.2024.

<https://www.finnlines.com/fi/yritys/tietoa-finnlinesista/laivastomme/>

Finnlines, B. (2025). Uudet, innovatiiviset ja tehokkaat. Viitattu 23.02.2025.

https://www.finnlines.com/fi/yritys/tietoa-finnlinesista/uudet-laivat/finneco-trio-alukset/tekniset-tiedot/?utm_source=chatgpt.com

Haaparanta, P., Tamminen, S., Heikkinen, S., Aunesluoma, J., Nilsson Hakkala, K., Kiviluoto, J., Lavikainen, K., Rissanen, A. (2017). 100 vuotta pientä avotaloutta – Suomen ulkomaankaupan kehitys, merkitys ja näkymät. Viitattu 14.10.2024.

<https://vatt.fi/documents/2956369/3875431/100+vuotta+pien%C3%A4+avotaloutta.pdf/2b86f28b-c227-42e9-8618-dd75ef944498/100+vuotta+pien%C3%A4+avotaloutta.pdf.pdf>

HELCOM. (2021). Climate Change in the Baltic Sea. Viitattu 21.10.2024.

<https://helcom.fi/wp-content/uploads/2021/09/Baltic-Sea-Climate-Change-Fact-Sheet-2021.pdf>

Hirsjärvi, S., Remes, P., Sajavaara, P. (2009). Tutki ja kirjoita. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy.

Ilmasto-opas.fi. (2024). Itämeren jääolot muuttuvat. Viitattu 22.10.2024. <https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/itameren-jaaolot-muuttuvat/>

Ilmasto-opas.fi, B. (18.10.2013). Ilmastonmuutos Suomessa. Viitattu 24.10.2024. <https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/maankohoaminen-hillitsee-merenpinnan-nousua-suomen-rannikolla/>

Ilmasto-opas.fi, C. (2025). Ilmastonmuutoksen vaikutukset ekologisiin prosesseihin ja Suomen luonnon monimuotoisuuteen. Viitattu 08.02.2025. https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/ilmastonmuutoksen-vaikutukset-ekologisiin-prosesseihin-ja-suomen-luonnon-monimuotoisuuteen#ref_Wal02

Ilmasto-opas.fi, D. (31.12.2014). Mitä ilmastomuutos on? Viitattu 09.02.2025. https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/itameren-erityispiirteet-saattavat-kadota-ilmaston-muuttuessa?utm_source=chatgpt.com

Ilmatieteenlaitos. (25.03.2022). Jäätalvi Itämerellä. Viitattu 28.10.2024. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/jaatalvi-itamerella>

Itämeri.fi. (2024). Meriliikenne. Viitattu 15.10.2024. https://itameri.fi/fi-FI/Itameri_nyt/Meriliikenne

Itämeri.fi, B (2024). Itämeri numeroina. Viitattu 21.10.2024. https://www.itameri.fi/fi-FI/Luonto_ja_sen_muutos/Ainutlaatuinen_Itameri/Itameri_numeroina

Itämeri.fi, C. (2024). Itämeren jäät. Viitattu 24.10.2024. https://www.itameri.fi/fi-FI/Luonto_ja_sen_muutos/Ainutlaatuinen_Itameri/Itameren_jaat

Kantala T., Haapamäki, T., Traficom. (2024). Ilmastonmuutoksen vaikutusten seuranta liikenteen hallinnonalalla. Viitattu 30.10.2024. <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Ilmastonmuutoksen%20vaikutusten%20seuranta%20liikenteen%20hallinnonalalla.pdf>

Kapsi, I., Kall T., Liibusk, A. 29.07.2023. Sea Level Rise and Future Projections in the Baltic Sea. <https://www.mdpi.com/2077-1312/11/8/1514>

Kilpilahti. (30.06.2023). Miksi satamasta saattaa kantautua melua tai hajuja? Viitattu 09.02.2025. https://www.kilpilahti.fi/miksi-satamasta-saattaa-kantautua-melua-tai-hajuja/?utm_source=chatgpt.com

Luomaranta, A., Haapala, J., Gregow, H., Ruosteenoja, K., Jylhä, K., Laaksonen, A. Ilmatieteenlaitos. (2010). Itämeren Jääpeitteen Muutokset Vuoteen 2050 Mennessä. Viitattu 10.10.2024. <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/07746c1f-ddbc-4d9f-899e-64709dd9175c/content>

Marinetraffic. (2024). Live Map. <https://www.marinetraffic.com/en/ais/home/centerx:11.2/centery:50.4/zoom:3>

Meyer Turku. (2025). Silja Symphony. Viitattu 09.02.2025. https://www.meyerturku.fi/fi/alukset/silja_symphony.jsp

Myberg, K., Leppäranta, M. (2019). Itämeri ja ihminen. Helsinki: Kustannusyhtiö Tammi.

Navigator magazine. (17.02.2022). Nesteen uudet raakaöljylaivat Suomen vesille. Viitattu 09.02.2025. <https://navigatormagazine.fi/uutiset/nesteen-uedet-raakaoljylaivat-suomen-vesille/>

Ojala, L., Kujala, P., Solakivi, T., Kiiski, T., Lindeberg, M., Kilpi, V. (2020). MERLOG 2030. Merikuljetusten logistiikka ja ulkomaankaupan kilpailukyky. Viitattu 12.11.2024. https://www.utupub.fi/bitstream/handle/10024/148954/MERLOG_2030.pdf;jsessionid=0E2AE8EC18764D82E650A684DACEAA4C?sequence=1

Port of HaminaKotka. (2023). Vuosikertomus 2023. Viitattu 12.10.2024. <https://www.haminakotka.com/sites/default/files/attachment/HKS%20vuosikertomus%202023.pdf>

Port of HaminaKotka, B. (2024). Suurin yleissatama Suomessa. Viitattu 14.10.2024. <https://www.haminakotka.com/fi/tietoa-satamasta/suurin-yleissatama-suomessa>

Port of Helsinki. (2024). Helsingin Sataman Vuosikertomus 2023. Viitattu 11.10.2024. <https://www.portofhelsinki.fi/wp-content/uploads/2024/03/Vuosikertomus-2023.pdf>

Port of Helsinki, B. (28.06.2024). Vuosaaren sataman ensimmäinen maasähkölaitteisto on otettu käyttöön – vähentää ilmanpäästöjä satama-alueella. Viitattu 23.02.2025. <https://www.portofhelsinki.fi/tietoa-meista/helsingin-satama/ajankohtaista/vuosaaren-sataman-ensimmainen-maasahkojarjestelma-on-otettu-kayttoon-vahentaa-ilmanpaastoja-satama-alueella/>

Port of Naantali. (29.05.2020). Naantalin satama kehittää merikuljetusten turvallisuutta ja tehokkuutta uudella väylällä. Viitattu 02.03.2025. <https://portofnaantali.fi/lehdistotiedotteet/naantalin-satama-kehittaa-merikuljetusten-turvallisuutta-ja-tehokkuutta-uudella-alyvaylalla/>

Port of Turku. (2024). Turun Satama Vuosikertomus 2023. Viitattu 11.10.2024. https://www.portofturku.fi/wp-content/uploads/2024/04/Turun-Sataman-vuosikertomus-2023_www.pdf

Punainen Risti. (21.12.2023). Ilmastonmuutos. Viitattu 21.10.2024. <https://www.punainenristi.fi/tyomme/kansainvalinen-apu/ilmastonmuutos/>

Rauma Marine Constructions. (05.12.2022). Rauman telakalla rakennettu matkustaja-autolautta MyStar luovutetaan Tallinkille keskiviikkona 7. joulukuuta. Viitattu 09.02.2025. <https://rmcfinland.fi/fi/rauman-telakalla-rakennettu-matkustaja-autolautta-mystar-luovutetaan-tallinkille-keskiviikkona-7-joulukuuta/>

Santala, J. (1989). Kauppamerenkulku ja satamatoiminnot. Espoo: Amer-yhtymä Oy Weilin+Göös kirjapaino.

Shipbrokers. (24.09.2024). Tilastokatsaus. Viitattu 14.10.2024. <https://shipbrokers.fi/wp-content/uploads/2024/09/tilastokatsaus-24-9-2024.pdf>

Solakivi, T., Ojala, L., Laari, S., Töyli, J., Toivonen, N., Metsäaho, V. (13.12.2023). Logistiikkaselvitys 2023. Viitattu 10.10.2024. https://www.utupub.fi/bitstream/handle/10024/176199/Logistiikkaselvitys_2023_TuKKK_E-5_2023_FINAL.pdf?sequence=5

Suomen Satamat ry. (2024). Sataman toiminta. Viitattu 16.11.2024.

<https://www.satamaliitto.fi/fin/organisaatio/sataman-toiminta/>

Suomen Varustamot. (2024). Merenkulun hiilidioksidipäästöt.

<https://shipowners.fi/vastuullisuus/ymparisto/ilmastosuojelu-ja-ilmastonmuutos/merenkulun-hiilidioksidipaastot/>

Suomen Varustamot, B. (2024). Ympäristöinnovaatiot. Viitattu 16.11.2024.

<https://shipowners.fi/vastuullisuus/ymparisto/ymparistoinnovaatiot/>

Suomen Ympäristökeskus. (25.07.2019). Itämeren lämpeneminen voimistaa

sinileväkukintoja. Viitattu 21.10.2024. [https://www.syke.fi/fi-](https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Itameren_lampeneminen_voimistaa_sinileva(51097))

[FI/Ajankohtaista/Itameren lampeneminen voimistaa sinileva\(51097\)](https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Itameren_lampeneminen_voimistaa_sinileva(51097))

Tallink. (25.02.2021). Talvimerenkulku. Viitattu 28.10.2024.

<https://fi.tallink.com/vastuullisesti-talvimerenkulku>

Tapaninen, U. (2019). Merenkulun logistiikka. Turenki: Hansaprint Oy.

Tilastokeskus. (20.06.2024). Ulkomaan meriliikenteen kuljetukset vähenivät 8 % vuonna 2023. Viitattu 15.10.2024.

<https://stat.fi/julkaisu/clmq9f4xymq900cunbtfy6302>

Traficom. (27.02.2024). Vesikuljetusten kuljetusmäärät. Viitattu 14.10.2024.

<https://tieto.traficom.fi/fi/tilastot/vesikuljetusten-kuljetusmaarat>

Traficom, B. (30.01.2024). Toimintaympäristön muutosten vaikutuksia liikennejärjestelmään. Viitattu 30.10.2024.

<https://tieto.traficom.fi/fi/tilastot/toimintaympariston-muutosten-vaikutuksia-liikennejarjestelmaan>

Traficom, C. (27.02.2024). Kuljetusmuotojen roolit tavaraliikenteessä. Viitattu

30.10.2024. [https://tieto.traficom.fi/fi/tilastot/kuljetusmuotojen-roolit-](https://tieto.traficom.fi/fi/tilastot/kuljetusmuotojen-roolit-tavaraliikenteessa?toggle=L%C3%A4hteet%20ja%20lis%C3%A4tiedot)

[tavaraliikenteessa?toggle=L%C3%A4hteet%20ja%20lis%C3%A4tiedot](https://tieto.traficom.fi/fi/tilastot/kuljetusmuotojen-roolit-tavaraliikenteessa?toggle=L%C3%A4hteet%20ja%20lis%C3%A4tiedot)

Traficom, D. (12.12.2024). Suomen ulkomaankuljetukset. Viitattu 08.02.2025.

<https://tieto.traficom.fi/fi/tilastot/suomen-ulkomaankuljetukset>

Tulli. (2024). Ulkomaankaupan kuljetukset vuonna 2023. Viitattu 09.10.2024.

<https://tilastot.tulli.fi/-/ulkomaankaupan-kuljetukset-vuonna-2023>

Tulli, B. (2024). Kuvioita Suomen Ulkomaankaupasta 2023. Viitattu 09.10.2024. <https://tulli.fi/documents/2912305/3439475/Kuvioita%20Suomen%20ulkomaankaupasta%202023/e3ee4604-c524-442a-b296-9caae27edf84/Kuvioita%20Suomen%20ulkomaankaupasta%202023.pdf?version=1.15&t=1698386432169>

Tulli, C. (22.10.2024). Väylämaksut. Viitattu 10.11.2024. <https://tulli.fi/yritykset/tavarankuljetus/meriliikenne/vaylamaksut>

Tulli, D. (15.03.2024). Ulkomaankaupan kuljetukset 2023. Viitattu 22.02.2025. <https://tilastot.tulli.fi/documents/179508185/203434156/Ulkomaankaupan+kuljetukset+2023.pdf/653759d4-cc81-562b-12e9-d18afb8b2bb9/Ulkomaankaupan+kuljetukset+2023.pdf?t=1710414998837>

Turku.fi. (06.06.2023). Ferry Terminal Turku selostus. Viitattu 29.10.2024. <https://kaupunkisuunnittelu.turku.fi/kaavoitus/5661-2019KaavaselostustullutvoimaanID12772-Voimaantulo.pdf>

Valtioneuvosto. (22.03.2024). IMO:ssa edettiin kohti maailmanlaajuisia keinoja alusliikenteen kasvihuonepäästöjen vähentämiseksi. Viitattu 16.11.2024. <https://valtioneuvosto.fi/-/1410829/imo-ssa-edettiin-kohti-maailmanlaajuisia-keinoja-alusliikenteen-kasvihuonekaasupäästöjen-vahentamiseksi>

Vuosaaren Satama. (2020). Suomen suurimmat satamat. Viitattu 11.10.2024. <https://www.vuosaarsatama.fi/suomen-suurimmat-satamat/>

Väylävirasto. (2022). Suomen tärkeimmät vesiväylät. https://vayla.fi/documents/25230764/35414160/Suomen_tarkeimmat_vesivaylat_2022.pdf/dadbc47e-d392-23a0-00cf-cbe6ef3a1cb5/Suomen_tarkeimmat_vesivaylat_2022.pdf?t=1642679606157

Väylävirasto, B. (2019). Suomen talvimerenkulku. https://shipbrokers.fi/wp-content/uploads/2019/11/suomen_talvimerenkulku_2019-2020_fi.pdf

Väylävirasto, C. (07.07.2017). Liikennevirasto tilaa jäänmurtoa vastuullisesti. Viitattu 10.11.2024. <https://vayla.fi/-/liikennevirasto-tilaa-jaanmurtoa-vastuullisesti>

Yle. (2021). Porvoossa Kilpilahden satamassa tapahtui öljyonnettomuus – öljynkeräystä jatketaan sunnuntaina. Viitattu 14.10.2024. <https://yle.fi/a/3-11836475>

Yle, B. (04.11.2024). Hirmumyrsky irrotti matkustaja-autolautan laiturista Rauman telakalla – sukeltajat alkavat tutkia vahinkoja. Viitattu 10.11.2024.

<https://yle.fi/a/74-20122136>

Yle, C. (09.10.2025). Merikarhu puskee sumussakin – ”Harrastajalla ei mitään asiaa vesille ilman karttaa ja kompassia. Viitattu 02.03.2025. https://yle.fi/a/3-8365636?utm_source=chatgpt.com