



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ARTO MYLLYNIEMI

RIKKIDIREKTIIVIN VAIKUTUKSET POHJOIS-SUOMEN
SAHOJEN MERIRAHTEIHIN JA KILPAILUTILANTEESEEN

Diplomityö

Tarkastaja: professori Jarkko Rantala
Tarkastaja ja aihe hyväksytty
Talouden ja rakentamisen tiedekuntaneuvoston
kokouksessa 6. toukokuuta 2015

TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Rakennustekniikan koulutusohjelma

MYLLYNIEMI, ARTO: Rikkidirektiivin vaikutukset Pohjois-Suomen sahojen merirahteihin ja kilpailutilanteeseen

Diplomityö, 76 sivua, 1 liite

Heinäkuu 2015

Pääaine: Liikenne- ja kuljetusjärjestelmät

Tarkastaja: professori Jarkko Rantala

Avainsanat: rikkidirektiivi, SECA-alue, Itämeri, MARPOL, laivapolttoaineet, polttoaineiden rikkipitoisuus

Meriliikenteen ympäristövaikutuksiin on viimeisten vuosikymmenten aikana kiinnitetty runsaasti huomiota tavoitteena pienentää aiheutuvia haittoja luonnolle ja ihmisille. Kansainvälinen merenkulkujärjestö IMO on ollut aktiivinen kansainvälinen toimija ympäristöasioissa. Viimeisin Suomea koskettava muutos on rikkidirektiivin voimaantulo 1.1.2015 MARPOL 73/78-yleissopimuksen mukaisesti. Tämän vuoden alusta Itä- ja Pohjanmerellä ja Englannin kanaalissa on laivoissa saanut käyttää vain alle 0,1 painoprosenttia rikkiä sisältävää polttoainetta. Uusien polttoaineiden valmistus on huomattavasti kalliimpaa kuin entisten runsasrikkisten laatujen. Tämän on aiheellisesti pelätty nostavan merirahtien hintaa ja siten heikentävän Suomen teollisuuden kilpailukykyä. Tiukasti kilpailtu sahateollisuus on ollut erityisen huolissaan tästä kehityksestä.

Tämän työn taustatiedot on saatu suurelta osin aikaisemmin tehdyistä tutkimuksista ja eri oppilaitosten opinnäytetöistä. Näiden tietojen avulla saa käsityksen rikkidirektiivin syntyhistoriasta. Tapaustutkimukseen otettiin tiedot useista Raahesta ja Oulusta tehdyistä laivauksista Pohjois-Afrikan ja Englannin satamiin. Laiva- ja matkatietojen avulla laskettiin polttoainekustannukset laivattua sahatavarakuutiometriä kohden eri polttoainelaaduilla. Tämän tutkimuksen perusteella laivausten polttoainekustannukset nousevat nykyisellä polttoainelaatujen hintaerolla jopa 30–90 % laivattua sahatavarakuutiometriä kohden riippuen reitistä, mikä tarkoittaa noin 2 USD/m³. Polttoainekustannukset muodostavat suurimman yksittäisen kustannuserän alusten kokonaiskustannuksista. Kokonaiskustannukset nousevat sahatavaralaivauksilla siten jopa 50 % tämän tutkimuksen laivausreiteillä. Tiukasti kilpailluilla markkinoilla muutoksella on merkitystä hintakilpailukykyyn, koska lisäkustannuksia ei ole mahdollista siirtää tuotteiden hintoihin. On siis erittäin todennäköistä, että kaikki lisäkustannukset tulevat saha- ja jalostuslaitosten maksettaviksi kohonneiden merirahtien myötä ja jousto on tehtävä lopputuotteen myyntihintaan tai katteeseen. Laskelmien perusteella saatu tulos (noin 2 USD/m³) on niin pieni, ettei se kuitenkaan mahdollista vaihtoehtoisten kuljetusmuotojen ja -reittien käyttöä.

ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master`s Degree Programme in Civil Engineering

MYLLYNIEMI, ARTO: The impacts of the sulphur directive on sawmills' sea cargo transport and market competition.

Master of Science Thesis, 76 pages, 1 appendix

July 2015

Major: Transportation Engineering

Examiner: Professor Jarkko Rantala

Keywords: Sulphur directive, SECA-area, Baltic Sea, MARPOL, ship fuels, fuel sulphur levels

The environmental effects of sea transportation have received extensive attention over the past decades with the intention of decreasing its harmful effects to nature and humans. The International Maritime Organization has been an active international operator in environmental matters. The latest change relevant to Finland is the sulphur directive which came into effect on 1 January 2015 according to the MARPOL 73/78 convention. As of 2015, ships sailing the Baltic Sea, The North Sea and The English Channel have been limited to fuel with no more than 0,1 weight percent sulphur content. Manufacturing new fuel types is significantly more expensive compared to previous fuel types with high sulphur content. This has justifiably raised concerns over increased sea cargo prices which can weaken Finland's industrial competitiveness. The highly competitive sawmill industry is particularly concerned over this development.

The background information for this thesis was largely acquired from previous research papers and theses from other educational institutes. The background information will present the reader with the sulphur directives beginning. The case study is based on several sea cargos from Raahe and Oulu to North African and English harbours. Ship and travel manifests were used to calculate different fuel type costs per shipped cubic metres of timber. This research shows that sea cargo new fuel cost per timber cubic metre will increase as much as 30 to 90 % depending on sea route to an estimated price of 2 USD/m³. Fuel cost is the largest separate cost item of the ship's total expenditure. The total expenditure for sawmill sea cargo will therefore increase as much as 50 per cent for sea routes studied for this thesis. This change impacts company pricing in this highly competitive market as the additional costs cannot be added to product prices. It is therefore highly likely that all additional costs due to increased sea cargo prices will be paid by sawmills and wood processors with subsequent adjustments being made in the final product's pricing. According to the calculations, the profit (approximately 2 USD/m³) is too low to allow the use of alternative transport methods and routes.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty Pyhännällä toimivalle PRT-Wood Oy:lle, joka kuuluu mekaanista puunjalostusta monipuolisesti harjoittavaan PRT-Forest Oy-konserniin. Aloite työn aiheeksi tuli yritykseltä syksyllä 2014, ja työ tehtiin pääosin talven ja kevään 2015 aikana. Pääosa tutkimuksesta on tehty oman työn ohessa, mikä oli erittäin haastavaa ajankäytöllisesti, mutta samalla antoisaa ja palkitsevaa. Aihealue oli ajankohtainen ja tarve tutkimustiedolle oli todellinen. Itsellenikin työn lähtökohdat olivat selkeät pitkän työkokemukseni ansiosta ja ymmärsin, miksi tämä tutkimus pitää tehdä. Tästä haluankin kiittää toimitusjohtaja Ilkka Sydänmetsää, joka antoi mahdollisuuden tämän tutkimuksen tekemiseen.

Suuri kiitos kuuluu myös yliopiston puolesta työn ohjaajana toimineelle professori Jarkko Rantalalle, joka opasti ja neuvoi aina tarvittaessa ja pyydettyäessä. Hänen ansiostaan vältin monet turhat karikot, mikä olikin suotavaa näin merenkulkua koskettavassa työssä.

Kolmannet kiitokset kuuluvat työkavereilleni, läheisilleni ja niille monille kaupunkien satamien, satamaoperaattoreiden ja Liikenneviraston henkilöille, joilta sain tukea ja tietoja tämän työn loppuunsaattamiseksi. Ilman heitäkään tämä ei olisi ollut mahdollista.

Pyhännällä 5.7.2015

Arto Myllyniemi

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
1.1	Työn lähtökohdat	1
1.2	Työn tavoite ja rajaus	2
1.3	Tutkimusote- ja menetelmät	3
2	RIKKIDIREKTIIVIN TAUSTAA	7
2.1	Merikuljetusten ympäristövaikutukset	7
2.1.1	Päästöt ilmaan	10
2.1.2	Päästöt veteen	12
2.1.3	Virtausten vaikutus ja eroosio	12
2.1.4	Melu ja valosaaste	13
2.1.5	Haitalliset vieraslajit, onnettomuudet ja riskit	13
2.2	Rikkioksidien vaikutus luonnossa	14
2.3	IMO ja merialueiden suojelu	16
2.3.1	SECA-alueet	18
2.3.2	NECA-alueet	18
2.4	MARPOL 73/78-yleissopimus	20
2.4.1	Liite I: Määräykset öljyjen käsittelystä aluksilla	21
2.4.2	Liite II: Määräykset irtolastina kuljetettavista vaarallisista nestemäisistä aineista	22
2.4.3	Liite III: Määräykset pakatuista vaarallisista aineista	22
2.4.4	Liite IV: Määräykset alusten käymäläjätevesistä	23
2.4.5	Liite V: Määräykset kiinteistä jätteistä	23
2.4.6	Liite VI: Määräykset ilmansuojelusta	23
2.5	Itämeren erityispiirteet ja sen suojelu	25
2.5.1	Itämeren ominaispiirteitä	25
2.5.2	Itämeren suojelutoimenpiteet	30
3	RIKKIDIREKTIIVIN TEKNISET VAIKUTUKSET	32
3.1	Vaikutukset käytettäviin polttoaineisiin	32
3.2	Rikkipesurit	33
4	RIKKIDIREKTIIVIN VAIKUTUSTEN ENNAKOINTI	35
4.1	Tehtyjä selvityksiä rikkidirektiivin vaikutuksista teollisuuden kuljetuskustannuksiin	36
4.2	Kustannusvaikutusten kompensatiomahdollisuudet	41

5	KUSTANNUSVAIKUTUSTEN LASKENNAN LÄHTÖKOHDAT, OLETUKSET JA TULOKSET	44
5.1	Suomen sahateollisuuden kuvaus ja markkinat	44
5.2	Sahatavaran kuljettamisen yleispiirteitä Pohjois-Suomen sahoilla	50
5.3	Laskentaperusteet polttoainekuluille ja niiden vertailulle	51
5.4	Oulun laivaukset	57
5.5	Raahen laivaukset	61
5.6	Polttoainekustannusten nousun kompensointi muilla kuljetustavoilla tai – reiteillä	65
6	LOPPUPÄÄTELMÄT	68
6.1	Yhteenveto	68
6.2	Tutkimuksen tavoitteiden saavuttaminen ja jatkotutkimustarpeet	70
	LÄHTEET	72

LIITE 1: Laiva- ja laivaustietojen keräämiseen käytetty lomake

LYHENTEET JA MERKINNÄT

IMO	International Maritime Organisation, Kansainvälinen merenkulkujärjestö
MARPOL	Kansainvälinen sopimus alusliikenteen päästöjen rajoittamisesta, International Convention for the Prevention of Pollution from Ships
ECA	Emission Control Area, päästöjen valvonta-alue
NECA	NO _x Emission Control Area, typen oksidipäästöjen valvonta-alue
SECA	SO _x Emission Control Area, rikin oksidipäästöjen valvonta-alue
NO _x	Nitrous Oxides, typenoksidit
SO _x	Sulphur Oxides, rikinoksidit
MEPC	Marine Environment Protection Committee, IMO:n meriympäristön suojelukomitea
HELCOM	Helsinki Commission, Itämeren suojelukomissio
HFO	Heavy Fuel Oil, raskas polttoöljy
LFO	Light Fuel Oil, kevyt polttoöljy
MGO	Marine Gas Oil, kaasuöljy
BSAP	Baltic Sea Action Plan, Itämeren suojelun toimintaohjelma
MDO	Marine Diesel Oil, meridiesel
LNG	Liquid Natural Gas, nesteytetty maakaasu
IFO380/180	Intermediate Fuel Oil, raskas polttoöljy
USD	Yhdysvaltojen dollari
Bruttovetoisuus (GT)	Laivan kokonaistilavuutta kuvaava dimensioton luku

1 JOHDANTO

1.1 Työn lähtökohdat

Suomalaisen vientiteollisuuden sahatteollisuus mukaan lukien on pelätty joutuvan rikkidirektiivin voimaantulon seurauksena maksumieheksi huolestuttavalla tavalla. Yhteiskunnan tietoisuus ympäristönsuojelussa on lisääntynyt viime vuosina voimakkaasti ja vaatimukset ihmisen toiminnan ympäristöystävällisyyttä kohtaan ovat kasvaneet tutkimustiedon lisääntyessä. Varsinkin ilmastonmuutoksen torjunta on ollut viime aikoina paljon esillä kansainvälisessä kanssakäymisessä. Kansainvälisillä sopimuksilla ohjataan teollisuutta toimintatapoihin ja -malleihin, jotka kuluttavat luonnonvaroja vähemmän ja aiheuttavat vähemmän haitallisia päästöjä ympäristöön. Tällaisen kansainvälisen sopimisen haasteena on saada kaikki merkittävät maanosat, valtiot ja toimijat solmimaan sopimuksia ja sitoutumaan niissä asetettuihin tavoitteisiin, koska sopimusten aiheuttamat velvoitteet merkitsevät yleensä lisäkustannuksia. Lisäkustannukset eivät välttämättä jakaannu tasan kaikkien sopijoiden kesken, koska lähtötilanteet ovat erilaisia. Ne rajoittavat vapaata toimintaa ja voivat huonontaa kilpailukykyä markkinoilla. Tästä hyvänä esimerkkinä on edellä mainittu ilmastonmuutoksen torjunta.

Merenkulun alalla kansainvälisenä järjestönä toimii Yhdistyneiden Kansakuntien osana IMO (International Maritime Organisation), jossa on tällä hetkellä 170 jäsenmaata. Sen toiminta keskittyy merenkulun turvallisuuden parantamiseen ja ympäristökuormituksen vähentämiseen jäsenvaltioiden kesken tehtyjen sopimusten avulla. Näitä sopimuksia jäsenvaltiot sisällyttävät omaan lainsäädäntöönsä. Vuonna 1973 laadittu MARPOL 73/78-yleissopimus on yksi tärkeimmistä ja käytännön vaikutuksiltaan merkittävimmistä viime vuosikymmeninä laadituista sopimuksista. Sopimus säätelee laivojen päästöjä ilmaan ja veteen, jolloin rajoitusten piiriin kuuluvat öljypäästöt, pakokaasupäästöt, jätteet ja jätevesien käsittely. Laatimisensa jälkeen sopimusta on päivitetty vuosien mittaan tarpeellisiksi ja ajankohtaisiksi katsotuilla muutoksilla. Tämän sopimuksen liitteessä VI, joka on hyväksytty ensimmäisen kerran vuonna 1997, säädellään laivojen päästöjä ilmaan. Rajoitukset koskevat rikkioksidien (SO_x) ja typpioksidien (NO_x) päästöjä

merialusten moottoreista. Päästörajoitukset on laadittu porrastetusti kiristyviksi. Liitteestä VI on laadittu EU:n lainsäädäntöön rikkidirektiivi, ja siitä edelleen se on siirretty Suomen lainsäädäntöön. Rikkidirektiivin voimaantulo on merkinnyt tiukkoja rajoituksia laivojen pakokaasujen rikkipäästöille liikuttaessa herkiksi katsotuilla merialueilla (SECA-alueet), joihin Itämerikin kuuluu. Vähärikkinen (rikkiä alle 0,1 %) sallittu polttoaine on ennakoarvelujen mukaan huomattavasti kalliimpaa kuin nykyinen polttoaine. Laivoihin asennettava rikkipesuri mahdollistaa edelleen runsasrikkisen polttoaineen käytön, mutta investointi pesuriin aiheuttaa lisäkustannuksia. Lisäkustannukset ovat aiheuttaneet paljon kritiikkiä ja herättäneet keskustelua, jossa on pohdittu direktiivin vaikutuksia Suomen viennin rahtikustannuksiin. Varsin monissa ennusteissa on vientiteollisuuden kustannusten suuruusluokaksi arveltu satoja miljoonia euroja vuodessa, mikä on herättänyt aiheellisesti huolta teollisuuden kilpailukyvystä niitä maita vastaan, jotka eivät kärsi kiristyneistä vaatimuksista. Teollisuuden kustannusvaikutus koostuu sekä suoranaisestä valmiiden tuotteiden kuljettamisesta että raaka-aineiden tuonnista teollisuuden tarpeisiin. Kustannusten muutos riippuu toimialasta. On myös huomioitava, että menossa on eräänlainen siirtymävaihe, koska rikkipäästöjen rajoitukset laajenevat vuonna 2020 koskemaan muitakin merialueita, jolloin globaalisti sallittu polttoaineen rikkipitoisuus on 0,5 %. Tämän jälkeen kilpailutilanne tasoittuu.

1.2 Työn tavoite ja rajaus

Tässä diplomityössä rajoituttiin tarkastelemaan rikkidirektiivin vaikutuksia Pohjois-Suomen sahateollisuuteen. Sahateollisuus on kärsinyt viime vuosina kannattavuusongelmista, ja sen piirissä ollaan oltu erittäin huolestuneita kuljetuskustannusten mahdollisesta noususta merikuljetuksien osalta. Lisäkustannuksia ei ole todennäköisesti mahdollista siirtää lopputuotteiden hintoihin, koska kilpailu maailmanmarkkinoilla on kovaa erityisesti hintojen osalta. Merikuljetusten kustannuksilla on suuri merkitys sahateollisuudessa, koska 2/3 tuotannosta viedään ulkomaille pääasiassa laivakuljetuksilla. Kustannusvaikutus riippuu polttoainelaatujen hintaerosta. Lyhyellä aikavälillä vaikutukset tulevat todennäköisesti olemaan pääasiassa välittömiä rahtihintojen nousuja. Pitkän aikavälin vaikutukset näkyvät hintakilpailukyvyn ja myyntituotteen menekien heikentymisenä, mistä voi olla seurauksena pahenevat

kannattavuusongelmat. Tästä voi seurata tarve kehittää ja muuttaa nykyisiä toimintatapoja kilpailukyvyyn säilyttämiseksi vähintäänkin nykyisellä tasolla.

Tämän työn tavoitteena oli selvittää rikkidirektiivin vaikutuksia laivareittien polttoainekustannuksiin ja sen aiheuttamaan rahtihintojen nostopaineeseen Pohjois-Suomen sahojen käyttämällä reiteillä Perämeren ja Merenkurkun satamista. Yhtä tärkeänä tavoitteena oli arvioida muutosten vaikutuksia Pohjois-Suomen sahojen kustannusrakenteeseen, kuljetuskustannuksiin, kannattavuuteen ja kilpailukykyyn sekä lyhyellä että pitkällä aikavälillä. Vaikutuksia tarkasteltiin eri reiteillä Pohjois-Suomen sahojen käyttämistä satamista ulkomaisiin satamiin, ja samalla tutkittiin mahdollisuuksia kustannusten kompensointiin uusilla toimintatavoilla. Tutkimuksen kohteena olivat alukset, jotka kuljettavat sahatavaraniput irtolastina kannella ja ruumassa. Pohjois-Suomen sahojen sahatavaralaivauksien kannalta merkittäviä satamia ovat Oulu, Raahе, Kalajoki ja Pietarsaari, joista tapaustutkimuksen kohteeksi valittiin Oulu ja Raahе.

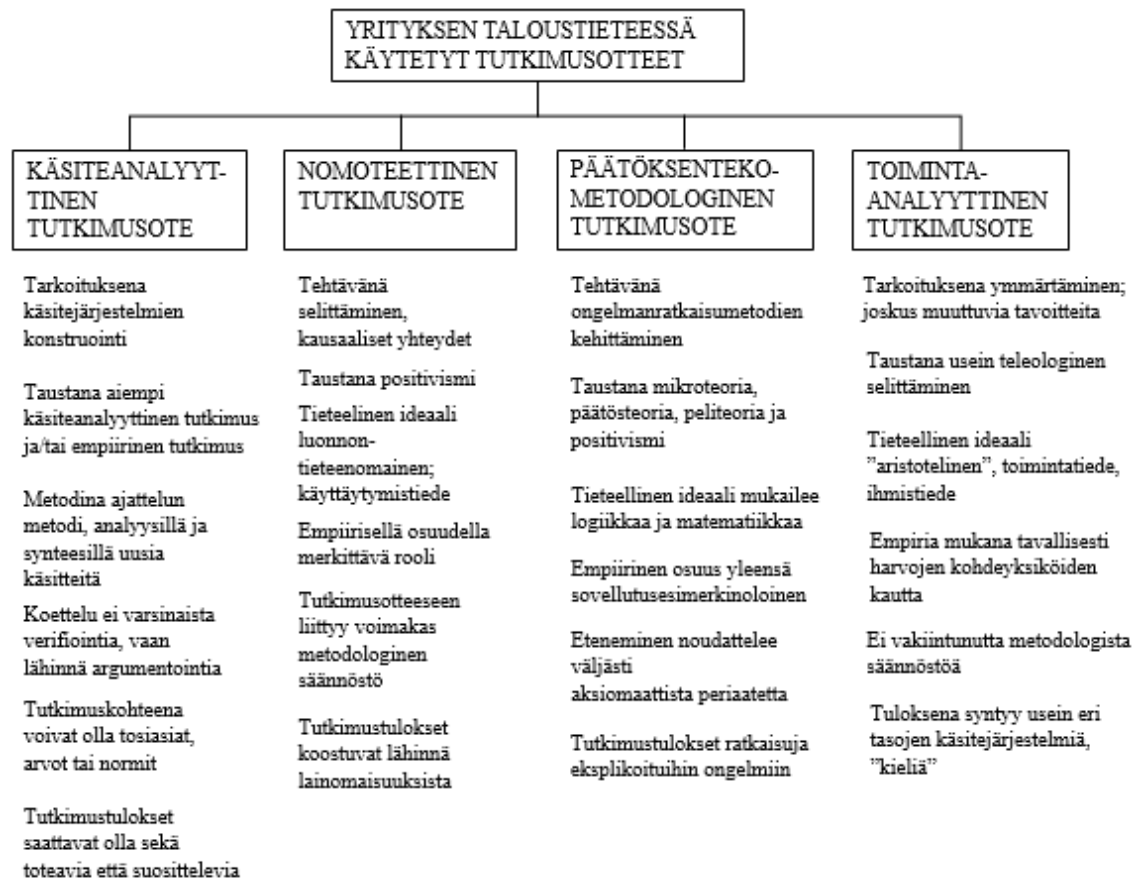
Tutkimuskysymykset, joihin haluttiin vastaus, olivat:

- Kuinka paljon polttoainekustannusten nousu aiheuttaa nousupainetta merirahteihin ja miten nousu vaikuttaa Pohjois-Suomen sahojen kilpailukykyyn?
- Tulevatko jotkin muut kuljetusmuodot tai –reitit kilpailukykyisiksi kustannusnousun takia?

1.3 Tutkimusote- ja menetelmät

Tutkimuksen tekemisen kannalta on oleellista tutkimusongelman ohella tutkimusote. Tutkimusotteen voi lyhyesti määritellä tavaksi, jolla tutkimukseen tarvittavaa tietoa ja aineistoa kerätään. Tutkimuksessa käytetyt menetelmät liittyvät myös tutkimusotteeseen. Yrityksen taloustieteessä käytettyjä tutkimusotteita on luokiteltu useisiin eri tyyppeihin. Näiden tyyppien väliset rajat eivät välttämättä ole yksiselitteisiä. Väistämättä tällaiset luokittelut ovat karkeita, kaavamaisia ja osittain ristiriitaisiakin. Tutkimusta käytännössä tehtäessä joudutaan usein käyttämään eri tyyppisiä ristiin (Olkkonen 1993). Neilimo ja

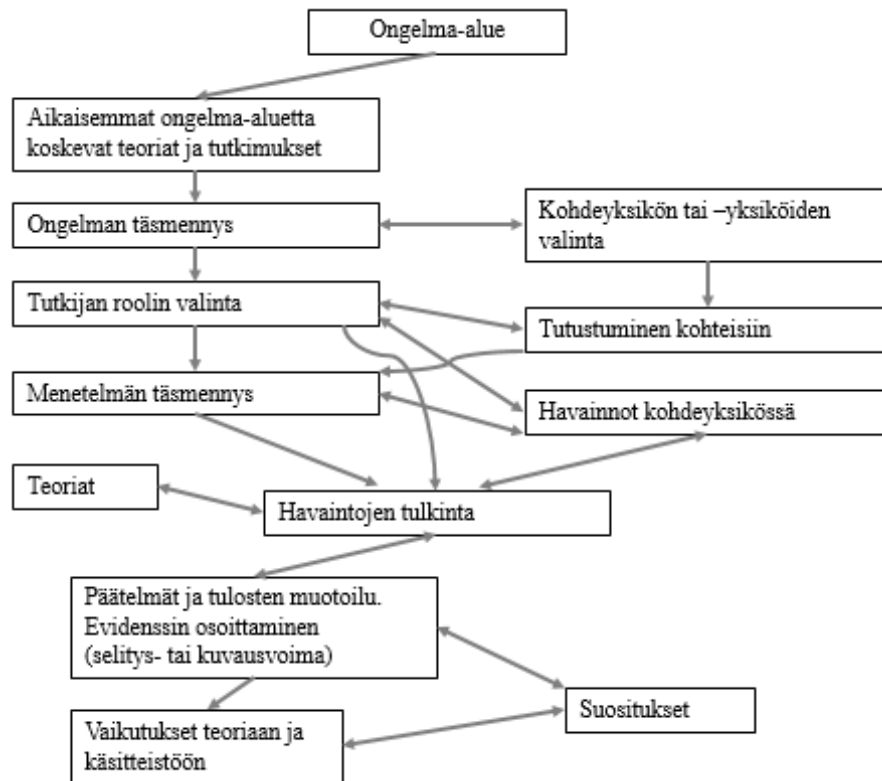
Näsi ovat määritelleet teollisuustalouden tutkimusotteet oheisen nelikenttämallin mukaisesti (kuva 1), mutta muitakin luokitteluja on olemassa (Olkkonen 1993).



Kuva 1. Toiminta-analyttisen tutkimusotteen sijoittuminen nelikenttämallissa (Neilimo et al. 1980).

Tämän työn tutkimusote on lähinnä toiminta-analyttinen, joka pyrkii ymmärtämään hermeneuttisen tieteenkäsitteiden mukaisesti kohteena olevaa ongelmaa. Hermeneutiikka tarkoittaa yleisesti filosofian suuntaa, joka korostaa tulkintaa, merkitystä ja ymmärtämistä. Hermeneutiikan vastakohtana voidaan pitää positivismia, joka perustuu vain todettuihin tosiasioihin. Positivismi ei hyväksy epävarmuuksia tai mietiskelemällä muodostettuja arveluita (Olkkonen 1993). Toiminta-analyttisen tutkimuksen aineisto on empiiristä, mutta tapausten määrä on usein pieni ja siksi niiden käsittely ei onnistu tilastollisesti. Valittaessa tutkittavia tapauksia pyritään huolehtimaan niiden riittävästä edustavuudesta. Toiminta-analyttistä tutkimusotetta käytettäessä tuloksiin saattaa sisältyä yleistettävyyden ongelma, joten tuloksia arvioitaessa on analysoitava myös otosaineiston piirteitä. Kaikista epävarmuustekijöistä huolimatta tuloksena on usein

kuitenkin todennäköinen hypoteesi, jonka hyvyttä voidaan tutkia esimerkiksi jatkotutkimuksissa (Olkkonen 1993). Toiminta-analyyttisen tutkimusotteen periaatteellinen rakenne on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. Toiminta-analyyttisen tutkimusotteen periaatteellinen rakenne (Olkkonen 1993).

Rikkidirektiivin taustan selvitys tehtiin kirjallisuustyönä, jonka lähdemateriaalina olivat pääasiassa erilaiset tutkimusraportit, joita on teetetty Liikenteen turvallisuusviraston (Trafi), Työ- ja elinkeinoministeriön sekä Liikenne- ja viestintäministeriön toimeksiannosta. Näiden raporttien avulla selvitettiin rikkidirektiivin syntyä ja historiaa, jotta sen tavoitteet ja pyrkimykset olisi helpompi ymmärtää. Taustan selvittämisellä saatiin käsitys, mikä rikkidirektiivi on, miksi se on säädetty, ketä se koskee, mitä sen vaatimukset tarkoittavat merialuksille ja miten sen ennakoitaan vaikuttavan meriliikenteeseen niillä alueilla, joita se koskee. Taustaosiossa esitetään myös

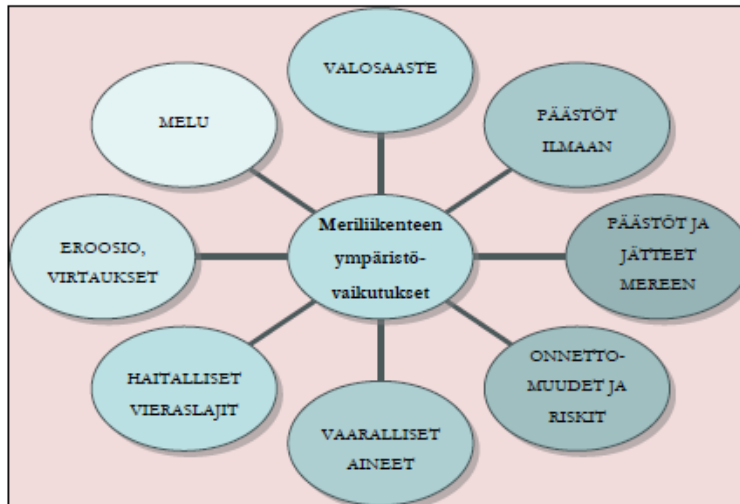
aikaisemmin tehtyjä laskelmia kokonaiskustannusten noususta Suomen vientiteollisuudelle. Samalla esitetään arvioita vaikutuksesta kilpailukykyyn.

Käytännön tutkimus toteutettiin kyselyiden avulla. Ne osoitettiin sellaisille osapuolille, joita direktiivin aiheuttamat muutokset koskevat voimakkaasti. Kyselyjä tehtiin muun muassa kuljetusliikkeille, satamille, satamaoperaattoreille ja varustamoille, joilta saatiin sahatavaralaivauksista tarvittavat lähtötiedot kustannuslaskelmiin. Laskennan perusteena käytettiin todellisuudessa tapahtuneita sahatavaralaivauksia. Tämän lisäksi tarvittavat polttoaineiden hintatiedot saatiin pääasiassa internetsivustoilta, mutta kyselyjä tehtiin myös laivapolttoaineiden toimittajille. Saatujen lähtötietojen avulla laskettiin laivareittien polttoainekustannukset sekä korkea- että matalarikkiselle polttoaineelle. Näitä kustannuksia vertailemalla kyettiin määrittämään polttoaineista johtuvia rahtihintojen nostotarpeita. Tämän jälkeen voitiin arvioida vaikutuksia sahojen kustannuksiin ja kilpailukykyyn. Käytännön tutkimuksen viimeisessä osiossa mietittiin mahdollisuuksia vähentää direktiivin vaikutuksia toimintatapojen muutoksilla ja arvioitiin vaihtoehtoisten kuljetusmuotojen ja -reittien mahdollisuuksia.

2 RIKKIDIREKTIIVIN TAUSTAA

2.1 Merikuljetusten ympäristövaikutukset

Merikuljetuksissa määrät ovat suuria, ja siten erilaiset päästöt kuljetettua yksikköä kohden jäävät pieniksi. Suurimmat ja merkittävimmät vaikutukset aiheutuvat päästöistä ilmaan ja veteen. Muita merkittäviä vaikutuksia aiheuttavat jätepäästöt mereen, virtausten aiheuttama eroosio ja melu. Näiden lisäksi haittoja aiheuttavat vieraslajien kulkeutuminen, valosaaste, onnettomuudet ja vaaralliset aineet (Pöllänen et al. 2005). Meriliikenteen haitat on esitetty yhteenvetona kuvassa 3.

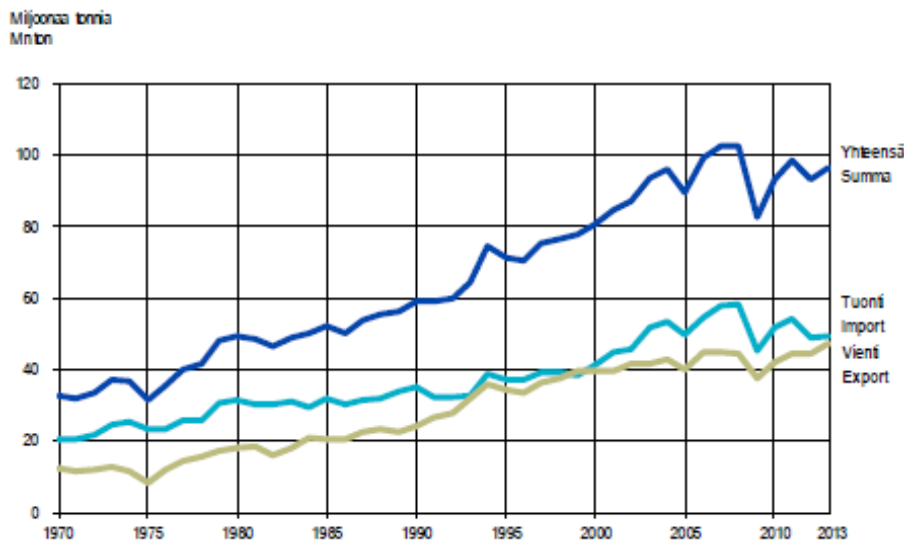


Kuva 3. Meriliikenteen aiheuttamat haitat (Hirva 2013).

Vesiliikenteen vaikutuksia ympäristöön ei voi vähätellä, koska meriliikennettä on paljon, ja varsinkin rannikko- ja satama-alueilla vaikutukset voivat olla huomattavia.

Meriliikenteen ympäristövaikutuksiin vaikuttaminen tapahtuu kansainvälisen yhteistyön avulla. Kansainvälinen merenkulkujärjestö IMO on merkittävin kansainvälinen yhteistyöelin, kun mietitään ja säädetään meriliikennettä koskevia uusia lakeja ja säädöksiä. IMO ei säädi suoranaisesti lakeja, mutta sen päätösten vieminen kansalliseen lainsäädäntöön on jäsenvaltioiden vastuulla. Päätökset eivät koske vain luonnonsuojelua, vaan kaikenlainen meriliikenteen kehittäminen kuuluu IMO:n toimintaan.

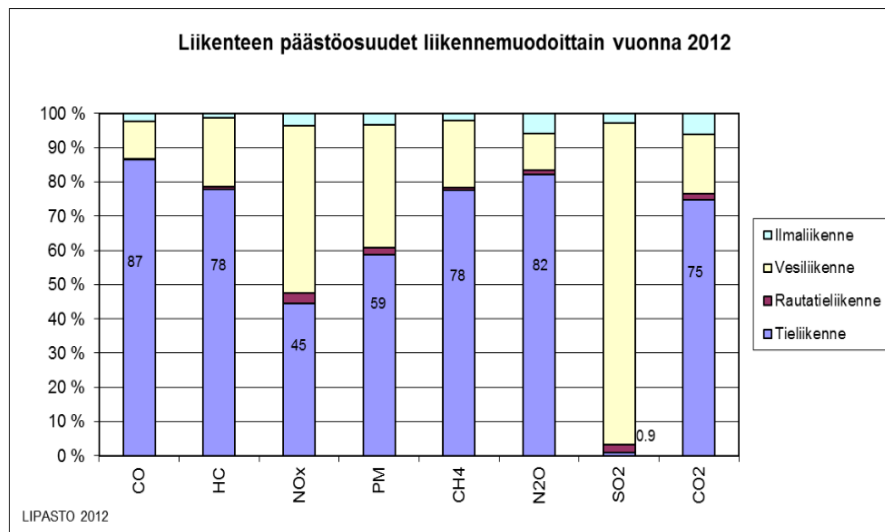
Suomi on riippuvainen merikuljetuksista, sillä vuoden 2011 tilastojen mukaan viennistä 88,5 % ja 82 % tuonnista tehtiin laivakuljetuksilla (Utriainen 2013). Meriliikenteen korvaaminen jollain muulla liikennemuodolla ja tätä kautta meriliikenteen päästöihin vaikuttaminen on käytännössä vaikeasti toteutettavissa ja kustannuksiltaan kallista, minkä seurauksena kuljetuskustannusten nousu olisi väistämätöntä. Tämän perusteella voidaan olettaa, että laivaliikenne tulee tulevaisuudessakin olemaan merkittävin tapa liikutella suuria tavaramääriä Suomeen ja täältä pois. Suomen meriliikenne on kasvanut tasaisesti koko 2000-luvun ajan lukuun ottamatta notkahdusta maailmantaloudessa vuonna 2008. Tämän notkahduksen jälkeen kuljetusmäärät ovat olleet uudelleen nousu-uralla, kuten kuvasta 4 voidaan nähdä. Suomen merikuljetusten määrän kehitys on vastaavaa kuin koko maailman meriliikenteen määrien kehitys, sillä vuonna 1970 määrä oli noin 2 600 miljoonaa tonnia ja vuonna 2010 se oli 8 408 miljoonaa tonnia. Meriliikenteen merkitystä korostaa se, että maailman kaupan määrästä 80 % ja 70 % arvosta kuljetetaan meritse (Similä 2012).



Kuva 4. Suomen ulkomaan merikuljetukset 1970-2013 (Liikennevirasto 2014).

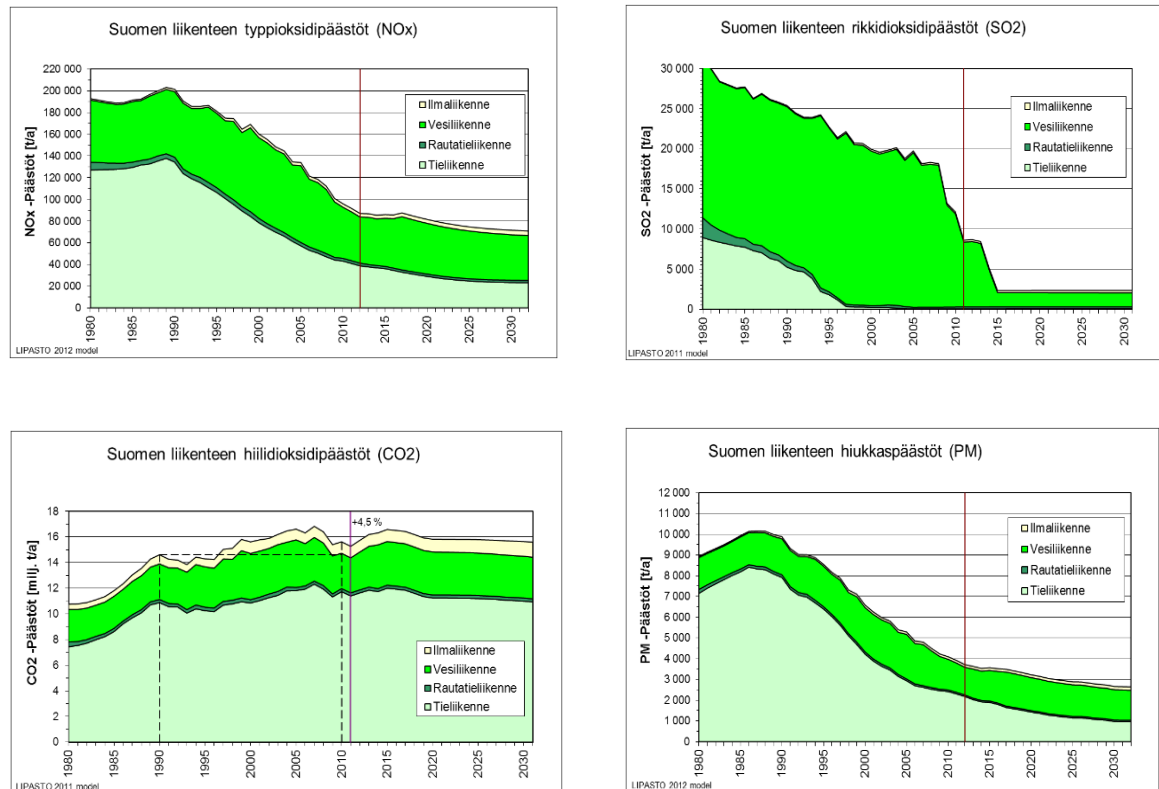
Vaikka meriliikenne on tehokasta mitattuna kuljetettua yksikköä kohti, on sen prosentuaalinen osuus joissakin päästölajeissa huomattava. Kuvassa 5 on esitetty vertailu liikennemuotojen päästöjen prosentuaalisesta jakaumasta päästölajeittain Suomessa.

Meriliikenteen osuus on korostunut typpi- ja rikkioksidien osalta. Rikkipäästöt johtuvat lähinnä polttoaineen koostumuksesta.



Kuva 5. Liikenteen päästöosuudet liikennemuodoittain 2012 (Lipasto 2015).

Suomen liikenteen aiheuttamia pakokaasupäästöjä ja energiankulutusta on arvioitu VTT:n kehittämällä laskentajärjestelmällä, joka on nimeltään LIPASTO. Järjestelmän avulla voidaan laskea Suomen liikenteen aiheuttamat pakokaasupäästöt perusvuonna 2012 useista yhdisteistä. Kuvassa 6 on esitetty näistä neljän meriliikenteen kannalta oleellisen yhdisteen päästöt. Muita järjestelmän avulla laskettuja ovat hiilimonoksidi (CO), hiilivedyt (HC), metaani (CH₄) ja typpioksiduuli (N₂O). Järjestelmä myös ennustaa suuruusluokkana energiankulutuksen ja pakokaasupäästöt vuoteen 2032 saakka. Laskelmille tehdään vuosittain päivitys, johon tietonsa antavat Valtion Rautatiet (VR), Liikennevirasto ja Finavia. Kuvan 6 käyrien perusteella liikenteen päästöt ovat laskeneet selvästi viimeisten vuosikymmenten aikana, ja laskun ennakoidaan jatkuvan tulevaisuudessa. Vesiliikenteenkin osalta lasku on ollut huomattavaa varsinkin typpi- ja rikkioksidien ja hiukkasten määrässä. Oksidien laskuun vaikuttavat tulevaisuudessa edistävästi uudet säännökset, jotka pakottavat meriliikenteen uusiin ratkaisuihin polttoaineissa ja puhdistustekniikassa. Yleisesti liikennemuotojen päästöjen lasku aiheutuu säädösten tiukkenemisestä ja tekniikan kehittymisestä. Tällaisesta kehityksestä on hyvänä esimerkkinä henkilöautojen moottoreiden hiilidioksidipäästörajojen tiukkeneminen, mikä pakottaa valmistajia kehittämään uutta ja parempaa tekniikkaa. Ajankohtaisena muutoksena ovat laivojen rikki- ja typpioksidipäästöjen vähentämiseen tähtäävät lakimuutokset, jotka vähitellen laajenevat koskemaan kaikkia merialueita.

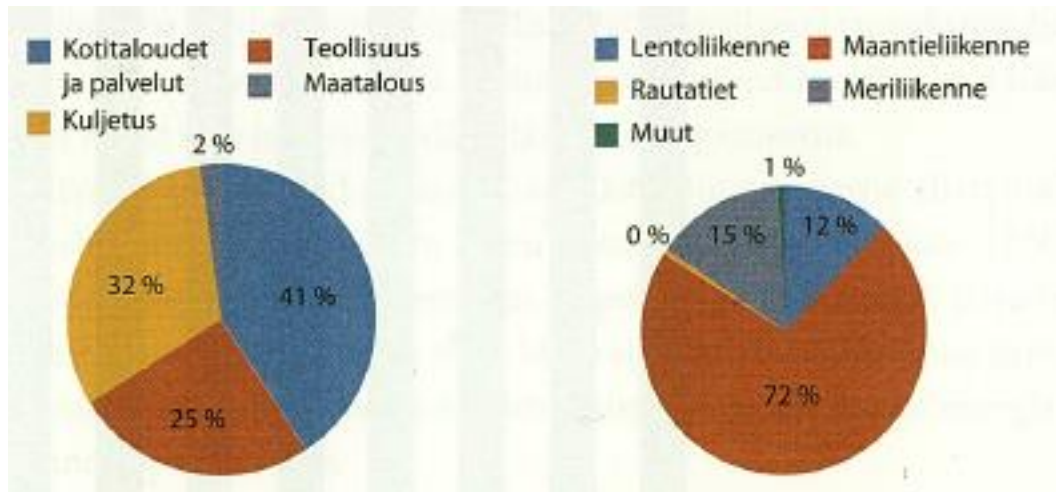


Kuva 6. Suomen liikenteen päästöjen kehitys (LIPASTO 2015)

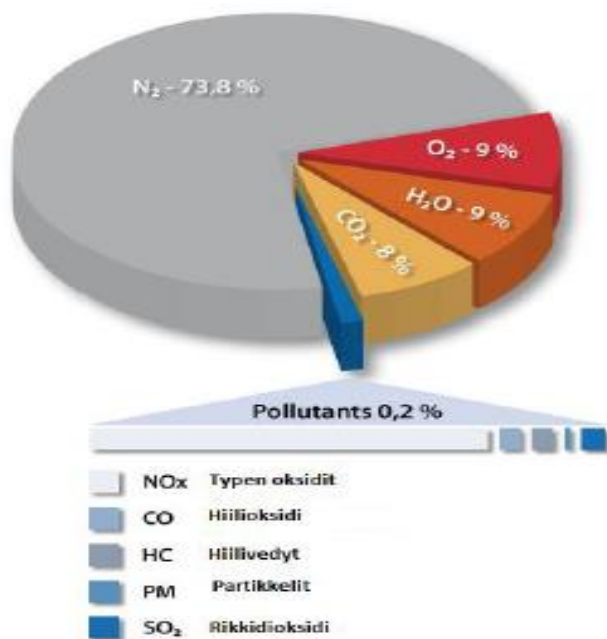
2.1.1 Päästöt ilmaan

Merikuljetusten haitalliset päästöt ilmaan ovat pääasiassa hiilidioksidia, typen oksideja, rikin oksideja ja hiukkasia. Hiilidioksidi on tunnettu kasvihuonekaasu, jota syntyy aina palamisen yhteydessä. Maailmanlaajuisesti merenkulun osuus hiilidioksidipäästöistä on 3 %. Euroopan Unionin alueella kuljetusten osuus energiankulutuksesta on 32 % ja meriliikenteen osuus kuljetusten aiheuttamista hiilidioksidipäästöistä on 12 % (kuva 7). Typen- ja rikinoksidit aiheuttavat happamoitumista ja rehevöitymistä. Raakaöljyn rikkipitoisuus vaihtelee öljynporausalueiden välillä, mutta rikkiä esiintyy kuitenkin aina (Tapaninen 2013). Kuvassa 5 merkitsee pantavaa on se, että maantieliikenteen ja lentoliikenteen osuus kasvihuonepäästöistä on suurempi kuin meriliikenteen, joten maantie- ja lentoliikenteen päästöissä on olemassa myös suuri vähennyspotentiaali. Typpioksidit syntyvät moottoreissa palamisen yhteydessä ilmakehän sisältämästä typestä. Typen oksidien haittavaikutuksia ovat lähinnä niiden aiheuttama rehevöityminen vesistöissä, ilmanlaadun heikkeneminen ja otsonin muodostuminen alailmakehään (Tapaninen 2013). Hiukkaspäästöt huonontavat hengitysilman puhtautta ja vaikuttavat

hengityselimiin. Hiukkaset voivat kulkeutua ilmavirtausten mukana jopa tuhansien kilometrien päähän. Tämän vuoksi ilmapäästöjen määrään on kiinnitetty viime vuosina huomiota ja niille on määritelty raja-arvoja kansainvälisten sopimusten avulla. Erityisen huomion kohteena ovat olleet rikin ja typen päästöt. Kuvassa 8 on esitetty tyypillinen laivan savukaasun koostumus.



Kuva 7. EU:n energiankulutuksen ja sisäisten kuljetusten kasvihuonepäästöjen jakautuminen vuonna 2010 (Tapaninen 2013).



Kuva 8. Laivan savukaasujen tyypillinen koostumus (Kuotola 2014).

2.1.2 Päästöt veteen

Laivojen päästöt veteen ovat pääasiassa kiinteää jätettä, jäteöljyä, pilssivesiä, painolastivesiä, käymälävesiä ja talousvesiä. Talousvesien eli harmaiden vesien käsittelystä laivoilla ei ole olemassa tarkkoja säädöksiä, mutta käymälävesien eli mustien vesien käsittely on säädeltyä. Mustat jätevedet voidaan laskea mereen käsittelemättöminä 12 meripeninkulman päässä rannikosta ja käsiteltyinä 3 meripeninkulman päässä. Erityisalueilla, kuten Itämerellä, säännökset tiukkenevat siten, että vuodesta 2016 alkaen matkustaja-alusten ja vuodesta 2018 kaikkien alusten on käsiteltävä mustat vedet tai jätettävä ne satamien keräyspisteisiin (Tapaninen 2013).

Pilssivedet ovat laivojen konehuoneiden pohjalle kertyviä vesiä, joiden öljypitoisuus on alhainen. Puhdistettuina pilssivedet voidaan laskea mereen lukuun ottamatta erityisalueita, joissa ne pitää jättää satamiin (Tapaninen 2013).

Painolastivesien hallinnasta on annettu määräyksiä, koska vesien mukana voi kulkeutua uusia lajeja sellaisille alueille, joissa niistä voi olla haittaa alueiden alkuperäisille eliöille. Painolastivesien hallinnasta laivalla tulee olla hallintasuunnitelma, ja niiden vaihdosta tulee pitää pöytäkirjaa (Suomen varustamot 2015).

Monet aikaisemmin harmittomina pidetyt laivojen pohjamaalit ovat osoittautuneet myöhemmin myrkyllisiksi ympäristölle, ja niiden käyttö onkin kielletty vuonna 2008 voimaanastuneella yleissopimuksella (International Convention on the Control of Harmful Antifouling Systems, AFS) (Suomen varustamot 2015).

2.1.3 Virtausten vaikutus ja eroosio

Laivojen kulun aiheuttamat aallot voivat aiheuttaa rantaeroosiota. Aaltojen lyöminen rantaan ja pyörteet voivat kuluttaa rantapenkkää irrottamalla siitä maa-ainesta. Tämä on mahdollista varsinkin säännöllisten laivareittien varrella esimerkiksi saaristossa, kapeilla laivareiteillä ja rantojen läheisyydessä. Yleisesti ottaen eroosiosta ei ole tullut suurta

ongelmaa (Pöllänen et al. 2005). Laivojen potkurivirtaukset aiheuttavat häiriöitä kahdella tavalla. Syvälle menevät virtaukset nostavat ravinnerikasta alusvettä pintaan, mikä lisää hapen kulutusta. Seurauksena saattaa olla lisääntynyt levien kasvu. Potkurivirtaukset voivat lisäksi aiheuttaa häiriöitä kalojen lisääntymisalueilla. (Pöllänen et al. 2005).

2.1.4 Melu ja valosaaste

Laivojen aiheuttama melu on tyypillisesti moottorimelua ja veden liikkeestä aiheutuvaa hydrodynaamista melua. Melu koetaan haitalliseksi käytännössä yleensä vain satamien läheisyydessä tai paljon liikennöityjen laivareittien varrella. Satamaan ja satamasta pois suuntautuva raskas maaliikenne aiheuttaa usein suuremmat haitat kuin itse satamatoimintojen melu (Pöllänen et al. 2005).

Valosaaste aiheuttaa haittoja pääasiassa kahdella eri tavalla. Valo haittaa ilta- ja yöeläimiä, jos eläimet altistuvat valolle väärään aikaan tai väärässä paikassa. Valosaaste voi siten aiheuttaa niille kohtalokkaita seurauksia. Ihmisten ja eläinten unirytmien voi häiriintyä hormonaalisten muutosten takia, mistä seuraa unettomuutta. Keinovalon arvioidaan lisääntyneen noin kuusi prosenttia vuodessa viimeisten vuosikymmenten aikana. Valon tuottamiseen tarvitaan fossiilisia polttoaineita, joten valon tuottamisella on vaikutusta kasvihuoneilmiön kehittymiseen (Hirva 2013).

2.1.5 Haitalliset vieraslajit, onnettomuudet ja riskit

Laivat joutuvat käyttämään painolastivettä, jonka määrä riippuu lastin määrästä. Erityisesti ilman lastia kulkeville laivoille painolastivedellä on suuri merkitys. Painolastivesien mukana voi kulkeutua vieraita lajeja alueille, joilla ne ovat haitallisia alueen alkuperäisellä eliöstölle. Samoin laivojen runkoihin voi kiinnittyä eliölajeja, jotka kulkeutuvat uusille alueille. Painolastivesien ottamista ja tankkien tyhjentämistä säädelään ja toiminnan aiheuttamia haittoja pyritään ehkäisemään kansainvälisen merenkulkujärjestön IMO:n sopimuksilla (Suomen varustamot 2015). Vieraslajien kulkeutumista on kuitenkin varsin vaikea täysin estää. Esimerkiksi Itämeressä on tällä hetkellä 120 vieraslajia, joista 25 esiintyy Suomen rannikolla (Merenkululaitos 2015).

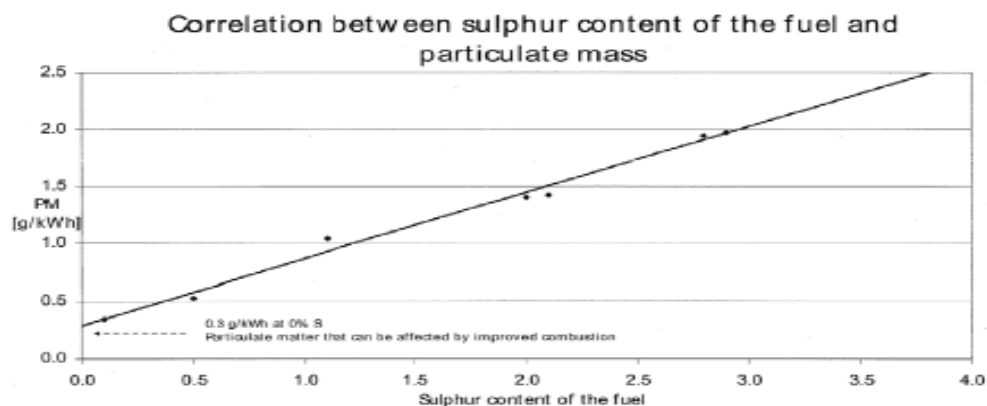
Merikuljetusten onnettomuuksien seuraukset ovat vakavia ympäröivälle luonnolle. Päästöjä tulee eniten veteen, mutta niitä voi joutua myös ilmaan tulipalojen seurauksena. Merenkulun turvallisuutta ohjataan monilla kansainvälisillä ja kansallisilla säännöksillä. Onnettomuuksista valtaosa (65–85 %) johtuu inhimillisestä virheestä, ja teknisten vikojen osuudeksi jää vain noin viidesosa (Pöllänen et al. 2005).

2.2 Rikkioksidien vaikutus luonnossa

Rikin erilaisia yhdisteitä on ilmakehässä kaikkialla. Rikkidioksidi (SO_2) syntyy pääasiassa palamisprosesseissa energiantuotannossa ja teollisuusprosesseissa, ja se on haitallista ihmisten terveydelle ja ekosysteemeille. Haitallisuudestaan huolimatta rikki on myös tärkeä ravinne (Kalli et al. 2009). Ilmakehään joutuessaan kaasumainen rikkidioksidi hapettuu rikkihapoksi (H_2SO_4) ja sulfaateiksi. Reaktio tapahtuu hydroksyyliiradikaalin välityksellä. Vesifaasissa, kuten pilvissä, hapettuminen on huomattavasti nopeampaa. Rikkidioksidi poistuu ilmakehästä sekä kuivadeposition että märkädeposition kautta tehokkaasti, joten kaikki rikki ei hapetu rikkihapoksi. Tästä johtuen sillä on lähilaskeumaa, missä se poikkeaa typpidioksidista. Kaasumainen rikkioksidi viipyy ilmakehässä muutamia päiviä sen mukaan, tapahtuuko poistuminen hapettumalla vai deposition kautta (Kalli et al. 2009). Depositio tarkoittaa hiukkasen poistumista ilmasta siten, että se tarttuu johonkin pintaan.

Pienhiukkasia ilmaan syntyy muun muassa polttoaineiden palamisen yhteydessä. Dieselmoottorista syntyvien hiukkasten halkaisija on yleisesti alle 2,5 μm . Hiukkasten kulkeutumismatka voi olla jopa tuhansia kilometrejä. Mitä pienempi hiukkasen halkaisija on, sitä syvemmälle hengitysteihin se pääsee tunkeutumaan (Kalli et al. 2009). Pitkän kulkeutumismatkan vuoksi hiukkasongelma ei ole paikallinen, vaan se vaikuttaa erittäin laajalla alueella. Tehtyjen tutkimusten mukaan polttoaineen rikkipitoisuus vaikuttaa lineaarisesti syntyvään hiukkasmäärään. Kuten kuvasta 9 voidaan todeta, korrelaatio on selvästi nähtävissä.

Correlation between sulphur content of the fuel and particulate mass



Particulate emissions from marine diesel engines

2007-10-30

No. 16

Germanischer Lloyd

Kuva 9. Rikki- ja tuhkapitoisuuden vaikutus hiukkasten määrään (Kämäräinen 2012).

Rikkidioksidin suurien pitoisuuksien terveysvaikutuksista yleisimpiä ovat ylähengitysteiden ja keuhkoputken ärsytys. Rikkidioksidin on todettu lisäävän sekä lasten että aikuisten hengitystieinfektioita, ja astmaatikoille rikkidioksidi voi aiheuttaa kohtauksia. Tyypillisiä oireita ovat muun muassa yskä ja hengenahdistus. Pakkasilmoilla oireet vielä korostuvat (Hengityслиitto 2015). Muulle luonnolle, kuten maaperälle ja vesistöille, rikin oksidien kulkeutuminen ilmapirtojen mukana ja laskeumat aiheuttavat happamoitumista. Joissakin tutkimuksissa on päädytty tulokseen, jonka mukaan merenkulun pienhiukkaspäästöt ovat syynä 62 000–64 000 ihmisen ennen aikaiseen kuolemaan maailmassa vuosittain (Kalli et al. 2009). Rajoitusten tarkoituksena on erityisesti edistää rannikkoalueiden ihmisten terveyttä ja suojella rannikkoalueiden herkkää luontoa.

Rikin vaikutukset ympäristöön ovat varsin merkittäviä ja moninaisia. Tätä taustaa vasten on ymmärrettävää, että polttoaineen rikkipitoisuuteen on kiinnitetty viime vuosien aikana paljon huomiota.

2.3 IMO ja merialueiden suojele

Merenkulun alalla kansainvälisenä järjestönä toimii Yhdistyneiden Kansakuntien osana IMO (International Maritime Organization), joka on perustettu vuonna 1948 Genevessä. Tällä hetkellä siinä on 170 jäsenmaata, joten järjestöä voidaan pitää kattavana ja sen tekemiä sopimuksia laajoina ja kansainvälisesti vaikuttavina. IMO:n alaisuudessa toimii erityinen meriympäristön suojelukomitea MEPC (Marine Environment Protection Committee), jossa on edustajia eri jäsenvaltioista (Ahola 2010). Sen kokoontumistiheys on 1-2 kertaa vuodessa. Kokoontumisissaan se muun muassa kehittää MARPOL-yleissopimusta ja muita merenkulun haittojen vähentämiseen tähtääviä toimia. Suomea kokouksissa edustaa Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi.

Maailman joitakin merialueita on luokiteltu erityisen aroiksi suojeleu tarvitseviksi ECA-alueiksi. Näiden alueiden on katsottu tarvitsevan erityissuojeleu ja päästöjen valvontaa. Lyhenne ECA tulee englanninkielen sanoista Emission Control Area, joka tarkoittaa päästöjen valvonta-alueita. Rajoitukset koskevat rikkiä ja typpeä. Suomen lähialueilla tällaisia alueita ovat Itämeri ja Pohjanmeri, mutta myös Englannin kanaali kuuluu suojeleu tarvitseviin alueisiin. Vastaavia alueita on myös Pohjois-Amerikan rannikolla, jossa määräykset astuivat voimaan 2012 (Ahola 2010). Edellä mainittujen, jo voimassa olevien rajoitusalueiden lisäksi on suunnitteilla uusia alueita, joiden katsotaan olevan erityisen suojeleu tarpeessa. Nämä alueet on esitetty kuvassa 10. Kuvasta voidaan nähdä, että uudet alueet laajentaisivat nykyisiä ECA-alueita tai ne olisivat täysin uusia rajoitusalueita Aasiassa ja Välimerellä. Näistä uusista alueista Välimerellä olisi huomattava vaikutus suomalaiselle sahateollisuudelle, koska Pohjois-Afrikan maat ovat merkittäviä vientimaita. Mikäli Välimeri kuuluisi SECA-alueeseen, seuraisi siitä lisää kustannusongelmia, koska vähärikkisen ja kalliimman polttoaineen käytön osuus

matkasta kasvaisi selvästi. Japanin rannikon vaikutus ei olisi niin suuri, koska SECA-alueen osuus kokonaismatkasta ei kasvaisi merkittävästi.

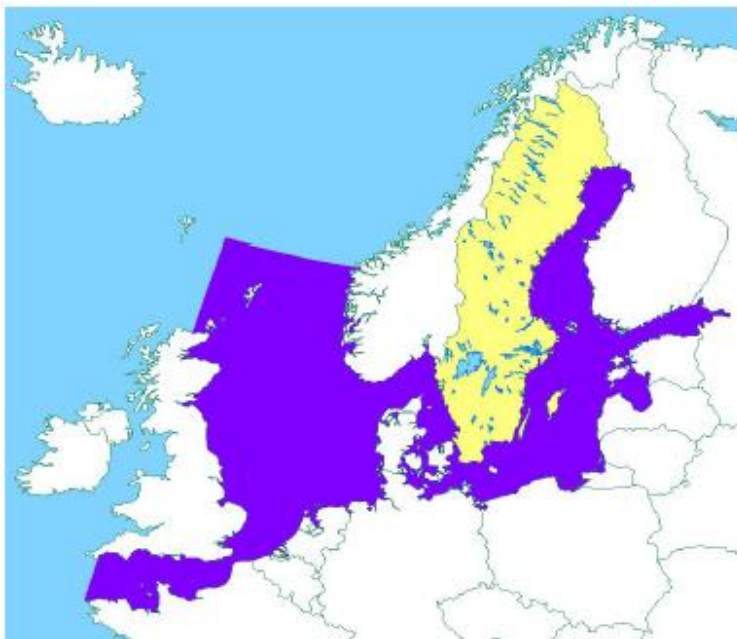


Kuva 10. Nykyisten ja suunniteltujen ECA-alueiden sijainti (Hirva 2013).

Jäsenmaiden edustajina IMO:n kokouksissa toimii yleensä kyseisen maan merenkuluviranomainen. Päätösten ja sopimusten päätavoitteena on merenkulun kehittäminen, turvallisuuden parantaminen ja merialueiden suojeleminen saastumiselta. Sopimukset ovat kansainvälisiä, ja niiden toimeenpano on jäsenmaiden vastuulla (IMO 2015). Muita merkittäviä solmittuja sopimuksia ovat muun muassa SOLAS, LL, STCW, ISM ja ISPS. SOLAS on kansainvälinen yleissopimus ihmishengen turvallisuudesta merellä, LL on lastiviivayleissopimus ja STCW koskee merenkulkijoiden koulutusta. ISM ja ISPS säätelevät puolestaan kansainvälistä turvallisuusjohtamista ja satama-alueiden ja alusten turvallisuutta (DNV 2015).

2.3.1 SECA-alueet

Itämeri on luokiteltu EU:n päätöksellä kuuluvaksi SECA-alueisiin 19.5.2006 ja Pohjanmeri 11.8.2007 (Ahola 2010). SECA on lyhenne sanoista Sulphur Emission Control Area. Lyhenne tarkoittaa aluetta, jossa rikkipäästöjä tarkkaillaan MARPOL-yleissopimuksessa sovittujen rajojen mukaisesti. Kuvassa 11 on esitettyinä SECA-rajoitusalueen rajat. Alue rajoittuu Iso-Britannian etelä- ja pohjoiskärkiin sekä Norjan länsirannikolta lähtevän leveyspiirin mukaan. Pohjanmerellä pohjoinen raja on 62° pohjoista leveyttä ja läntinen raja 4° läntistä pituutta, Englannin kanaalissa raja on 5° läntistä pituutta (Kalli et al. 2009).



Kuva 11. SECA-alueen rajat Itämerellä ja Pohjanmerellä (Paavola et al. 2012).

2.3.2 NECA-alueet

MARPOL-yleissopimuksen liitteessä VI määritellään rajoja typenoksidien päästömäärille. Rajoitukset koskevat vain NECA-alueita (NO_x Emission Control Area), ja ne astuvat voimaan vaiheittain. Rajoitukset tunnetaan nimillä Tier I, Tier II ja Tier III. Ensimmäinen rajoitus on määritelty jo vuonna 1997, ja se on astunut voimaan 2005, kun ratifioijia on ollut tarpeeksi (Karvonen et al. 2010). Liitteen päivitettyssä versiossa, joka on tehty vuonna 2008, meriympäristön suojelukomitea MEPC on säätänyt uudet tasot Tier II ja Tier III. Ensimmäinen taso tarkoittaa 20 %:n ja toinen 80 %:n vähennystä

typpipäästöissä verrattuna tasoon 1. Luokat koskevat dieselmoottoreita sen mukaan, mikä on niiden teho, tilavuus ja asennusvuosi alukseen (Kämäräinen 2012). Tason 3 piti alkuperäisen suunnitelman mukaan tulla voimaan 1.1.2016, mutta meriympäristönsuojelukomitea MEPC päätti vuonna 2013 toukokuussa, että voimaantulo lykkääntyy viidellä vuodella vuoden 2021 alkuun. Tason 3 moottorit vaaditaan liikuttaessa NECA-alueilla, mutta liikuttaessa NECA-alueiden ulkopuolella vaatimuksena on taso 2 (Suomen varustamot 2015).

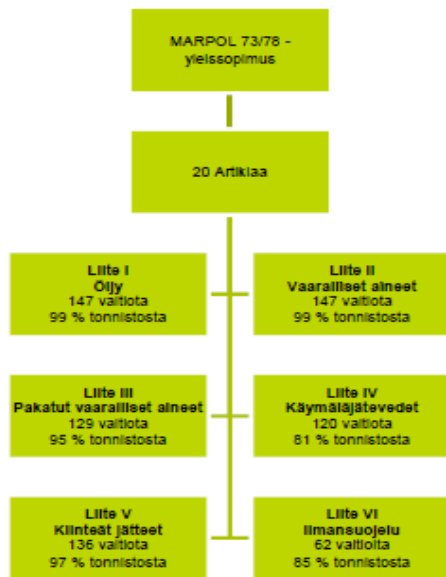
Itämeren liittämistä NECA-alueeseen on ehdotettu ainakin Itämeren merellisen ympäristön suojelukomitean (HELCOM) ministerikokouksessa 2010, ja päätös hankkeen edistämisestä on tehty. Ehdotus kuuluu myös komitean toimintaohjelmaan, joka on nimeltään Baltic Sea Action Plan (BSAP). Pohjois-Amerikan ympärillä on ECA-alue, joka sisältää rajoitukset sekä typelle että rikille. Kuvassa 12 näkyvät rajat tulivat voimaan vuonna 2012, ja niiden sisäpuolella ovat voimassa siis sekä SECA-rajoitukset että vuoden 2016 jälkeen myös NO_x-päästöjen taso 3. Rajat kulkevat 200 merimailin (370 km) päässä rannikosta (Ahola 2010). Kuvasta voidaan nähdä, että alue kattaa rannikkoalueiden lisäksi myös Havaijin.



Kuva 12. Pohjois-Amerikkaan ja Kanadaan suunniteltu ECA-alue (Ahola 2010).

2.4 MARPOL 73/78-yleissopimus

MARPOL-yleissopimus (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships) on kansainvälisen merenkulkujärjestön IMO:n jäsenvaltioiden yhteisesti laatima sopimus. Se on laadittu vuonna 1973 korvaamaan aikaisempi OILPOL-yleissopimus (International Convention for the Prevention of Pollution of the Sea by Oil), jonka ei katsottu enää olevan riittävä suojelemaan merialueita. OILPOL-yleissopimus koski painolastivesien tyhjentämistä rannikoiden läheisyydessä. MARPOL-yleissopimus astui lopullisesti voimaan vuonna 1978, kun kaikki jäsenvaltiot hyväksyivät liitteen II, joka koskee vaarallisia nestemäisiä aineita. Tällöin vanhan OILPOL-yleissopimuksen voimassaolo lakkasi. Tämän kehityskulun kautta nykyisen yleissopimuksen nimi on MARPOL 73/78 (Hirsso 2010). MARPOL-yleissopimus sisältää 20 artiklaa ja 6 liitettä. Sopimuksen rakenne selviää kuvasta 13 (Kämäräinen 2012). Liite I koskee öljyjen käsittelyä, liite II vaarallisia aineita, liite III pakattuja vaarallisia aineita, liite IV käymäläjätevesiä, liite V kiinteitä jätteitä ja liite VI ilmansuojelua. Liitteiden kohdalla voi havaita, että kaikki jäsenvaltiot eivät ole ratifioineet jokaista liitettä. Tiedot ovat vuodelta 2012. Kattavuus vaikuttaa kuitenkin varsin hyvältä, koska tonnistosta sopimusten piiriin kuuluu aina yli 80 % ja parhaimmillaan 99 %. Liitteiden voimaantulon ehtona on, että liitteen on hyväksynyt 15 valtiota, joiden osuus yhteenlaskettuna kattaa yli 50 % maailman kauppalaivaston tonnistosta (Hirsso 2010). MARPOL-yleissopimusta päivittää tarpeen mukaan IMO:n alaisuudessa toimiva meriympäristön suojelukomitea MEPC. Liitteen määräyksistä poikkeaminen on sallittua vain poikkeustapauksissa, kuten tilanteessa, jossa ihmishenkien tai aluksen pelastaminen vaatii kyseisenlaista toimintaa.



Kuva 13. MARPOL-yleissopimuksen rakenne (Kämäräinen 2012).

2.4.1 Liite I: Määräykset öljyjen käsittelystä aluksilla

Liitteessä I säädetään öljyjen ja öljypitoisten vesien käsittelystä, päästökielloista ja -rajoituksista, jotka koskevat muun muassa konehuoneiden pilssivesien keräämistä ja säilyttämistä. Laivan rakenteiden, laitteiden ja järjestelyjen konehuoneessa tulee olla sellaisia, että ne täyttävät määräykset. Laivojen kaksoisrungoista on myös määräyksiä liitteessä I.

Öljysäiliöaluksessa, jonka bruttovetoisuus (GT) on vähintään 150, pitää päällikön tai hänen alaisensa päällystön ylläpitää öljypäiväkirjaa. Muissa kuin öljyaluksissa täytyy ylläpitää konetiloja koskevaa öljypäiväkirjaa, jos bruttovetoisuus on vähintään 400. Viranomaisilla on oikeus tarkastaa öljypäiväkirja aluksen ollessa satamassa (Finlex 2015). Öljypäiväkirja on asiakirja, jossa kerrotaan esimerkiksi otetut polttoaineet ja maihin toimitetut jäteöljyt (Hirso 2010). Samat bruttovetoisuusrajat koskevat myös valmiussuunnitelman ylläpitoa öljyvahingon varalle. Kun alus täyttää liitteen I ehdot, sille myönnetään kansainvälinen IOPP-todistuskirja öljyn aiheuttaman pilaantumisen ehkäisemisestä (Finlex 2015).

2.4.2 Liite II: Määräykset irtolastina kuljetettavista vaarallisista nestemäisistä aineista.

Liitteessä II haitalliset nestemäiset aineet jaetaan neljään luokkaan, jotka ovat X, Y, Z ja muut aineet. Luokituksen perusteena on aineiden haitallisuuden vakavuus meren eliöstölle tai ihmisten terveydelle niiden mahdollisesti joutuessa mereen. Haitallisuutensa takia aineiden pääsemistä ja päästämistä mereen on katsottu aiheelliseksi ja oikeutetuksi rajoittaa (Kämäräinen 4.2.2015).

Kemikaalialusten riittävän ja turvallisen kunnon varmistamiseksi niille on määrätty suoritettavaksi katsastuksia. Peruskatsastus on suoritettava ennen aluksen saattamista liikenteeseen. Muita määrättyjä katsastuksia ovat vuosikatsastus, välikatsastus ja uusintakatsastus, joiden suorittamisesta, aikaväleistä ja tarkastettavista kohteista on annettu liitteessä II tarkkoja määräyksiä. Suoritetut katsastukset merkitään todistuskirjaan, joka on todistus siitä, että alus täyttää Kansainvälisen merenkulkujärjestön määräykset vaarallisten kemikaalien kuljettamisesta (Kämäräinen 4.2.2015).

Jos aluksen bruttovetoisuus on yli 150, sillä on oltava valmiussuunnitelma haitallisen nestemäisen aineen aiheuttaman meriympäristövahingon varalle. Lastipäiväkirjan ylläpitäminen kuuluu aluksen päällikölle tai hänen valvonnassaan olevalle päällystölle. Lastipäiväkirjaan pitää kirjata lastiin kohdistuneet toimenpiteet ja lastin tyhjentämisessä mahdollisesti tapahtuneet vahingot (Finlex 2015).

2.4.3 Liite III: Määräykset pakatuista vaarallisista aineista

Liitteessä III on määräyksiä vaarallisista pakatuista aineista, joten se eroaa liitteen II aineista pakkaustavan osalta. Vaarallisten aineiden pakkaukset on merkittävä vaarallisen aineen lipukkeella sen lisäksi, mitä muita varoitusmerkintöjä pakattu aine vaatii. Liitteen III piiriin kuuluvan aineen joutuessa mereen on viranomaisille ilmoitettava välittömästi (Hirso 2010).

2.4.4 Liite IV: Määräykset alusten käymäläjätevesistä

Liitteen IV vaatimukset käymäläjätevesien käsittelystä koskevat aluksia, joiden bruttovetoisuus on yli 400 tai aluksia, jotka saavat kuljettaa yli 15 henkilöä. Kun alus täyttää nämä vaatimukset, sille myönnetään kansainvälinen todistuskirja (ISPP-todistuskirja) käymäläjätevesien aiheuttaman pilaantumisen estämisestä. Suomessa tämän todistuskirjan myöntää Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi. Todistuskirja on voimassa enintään viiden vuoden määräajan. Suomen aluevesillä tapahtuvalle jätevesien käsittelylle voidaan myöntää tietyin ehdoin joitakin helpotuksia poikkeustapauksissa (Finlex 2015).

2.4.5 Liite V: Määräykset kiinteistä jätteistä

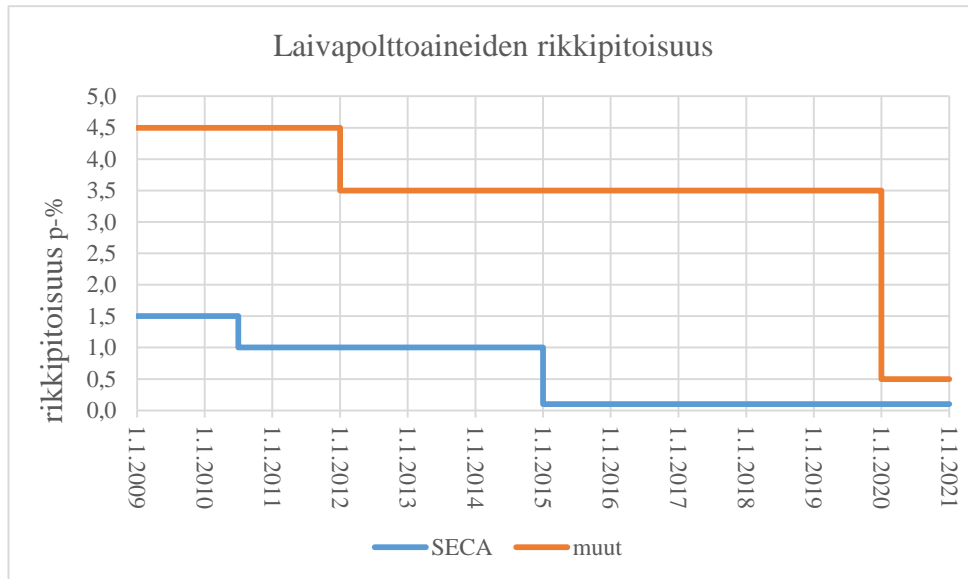
Kiinteän jätteen heittäminen mereen Suomen vesi- ja talousalueella on kiellettyä. Maailmanlaajuisestikin sallitaan vain ruokajätteiden päästäminen mereen. Aluksella on oltava jätehuoltosuunnitelma kiinteän jätteen käsittelystä, jos sen bruttovetoisuus on yli 400 tai se on rekisteröity kuljettamaan yli 15 henkilöä. Samat raja-arvot ovat ehtona jätöpäiväkirjan ylläpitämiselle kaikilla aluksilla, jotka saapuvat suomalaiseen satamaan. Suomessa Liikenteen turvallisuusvirasto voi vaatia nähtäväksi jätöpäiväkirjan tai saada siitä aluksen päällikön oikeaksi todistama ote. Lisäksi yli 12 metriä pitkien alusten on pidettävä näkyvissä kylttiä, jossa ilmoitetaan aluksella noudatettavista liitteen V määräyksistä (Finlex 2015).

2.4.6 Liite VI: Määräykset ilmansuojelusta

Liitteen VI historia ulottuu vuoteen 1997, jolloin se on hyväksytty ensimmäisen kerran. Viimeisimmän päivitetyn ja uudistetun version siitä hyväksyi yksimielisesti IMO:n meriympäristön suojelukomitea 9.10.2008. Liite astui voimaan 1.7.2010. Ensisijaisesti liitteessä olevilla rajoituksilla ohjataan ja pakotetaan alusliikennettä alhaisempiin typenoksidi- ja rikkioksidipäästöihin kuin nykyisin. Samalla, kun polttoaineen rikkipitoisuutta rajoitetaan, vähennetään myös meriliikenteen aiheuttamia pienhiukkaspäästöjä (Kalli et al. 2009). Pienhiukkaspäästöjen määrä on lähes lineaarisesti

riippuvainen polttoaineen rikkipitoisuudesta. Määräysten tiukennuksella tavoitellaan meriympäristöön, luontoon ja ihmisten terveyteen kohdistuvien haittojen pienentämistä, ja toisena tavoitteena on merenkulun turvallisuuden parantaminen. Liitteen VI määräykset koskevat myös haloneja ja CFC:tä sisältäviä laitteita, jotka kielletään. HCFC:n käyttö on sallittua vuoteen 2020 asti. CFC- ja HCFC-yhdisteet tarkoittavat freoneita, jotka ovat kloorin, fluorin ja hiilen yhdisteitä. Ne ovat olleet aikaisemmin yleisesti käytössä esimerkiksi kylmäkoneissa ja ponnekaasuina. Typpipäästöjen rajoitukset astuvat voimaan porrastetusti siten, että vuodesta 2011 alkaen laivaan asennetun dieselmoottorin on pitänyt vähentää päästöjä 20 % ja tulevaisuuden tavoitteena 80 %:n vähennys. Rajoitukset koskevat NECA-alueita, joilla typpioksidipäästöjä on rajoitettu (Hirsso 2010). Uudistetun ilmansuojeluliitteen määräykset ovat siirtyneet EU:n lainsäädäntöön, josta ne ovat edelleen sisällytetty Suomen omaan lainsäädäntöön.

Uudistetun ilmansuojeluliitteen suurimmat käytännön vaikutukset aiheutuvat polttoaineen maksimirikkipitoisuuden pienentymisestä. Uudet määräykset ovat merkinneet sitä, että maailmanlaajuisesti polttoaineen korkein rikkipitoisuus on laskenut 1.1.2012 alkaen 4,5 %:sta 3,5 %:iin ja tulee laskemaan 0,5 %:iin 1.1.2020 alkaen. Rikkipäästöjen tarkkailualueilla (SECA), joita ovat Itämeri, Pohjanmeri ja Englannin kanaali, sallittu rikkipitoisuus on laskenut 1.7.2010 alkaen 1,5 %:sta 1 %:iin ja siitä edelleen 0,1 %:iin 1.1.2015 alkaen (kuva 14). Raja-arvoina käytetyt prosenttiluvut tarkoittavat rikin osuutta polttoaineesta painoprosentteina. Tällä hetkellä voimassa oleva tilanne jatkuu siis vuoden 2020 alkuun saakka. Aluksella voidaan käyttää edelleen runsasrikkistä polttoainetta, jos alukseen on asennettu rikkipesuri. Rikkipesuri on laitteisto, joka poistaa savukaasuista rikin (Kalli et al. 2009).



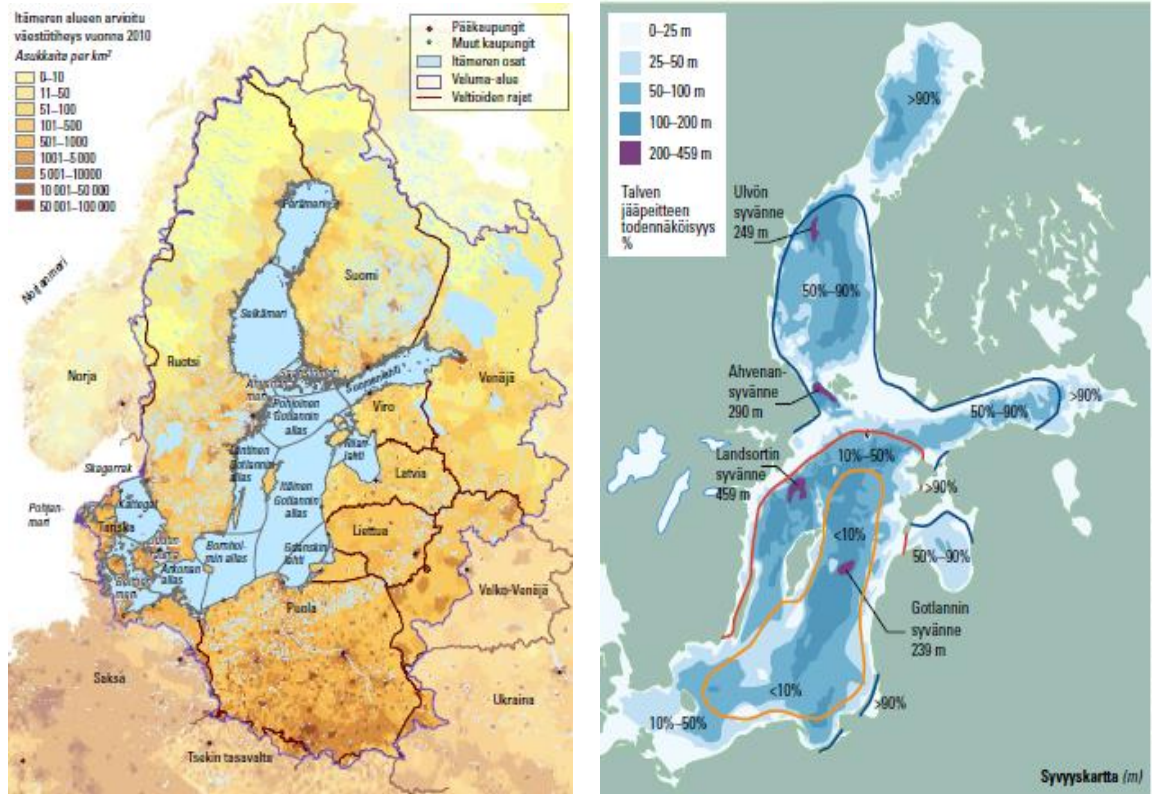
Kuva 14. Polttoaineen rikkiptoisuusrajojen voimaantulo.

2.5 Itämeren erityispiirteet ja sen suojele

2.5.1 Itämeren ominaispiirteitä

Itämeri sijaitsee Atlantin koillisosassa, ja meri on lähes kokonaan maan sulkema. Itämeren ainoat yhteydet Atlantille ovat Tanskan salmet, jotka yhdistävät sen Pohjanmereen ja Atlanttiin. Itämeri on muotoutunut paikoilleen jääkausien aikana useiden kehitysvaiheiden kautta. Yleisesti se jaetaan useaan osaan, joita ovat Kattegat, Tanskan salmet, Arkonan allas, Bornholmin allas, Gotlannin meri, varsinainen Itämeri, Riianlahti, Pohjanlahti ja Suomenlahti. Pohjanlahti jaetaan edelleen Perämereen, Merenkurkkuun, Selkämereen, Ahvenanmereen ja Saaristomereen. Varsinaisella Itämerellä tarkoitetaan yleensä aluetta, jonka muodostavat Arkonan allas, Bornholmin allas ja Gotlannin meri (kuva 15). Itämeren pinta-ala on vaihdellut suuresti, ja toisinaan se on peittänyt suurelta osin Suomen ja muut Pohjoismaat.

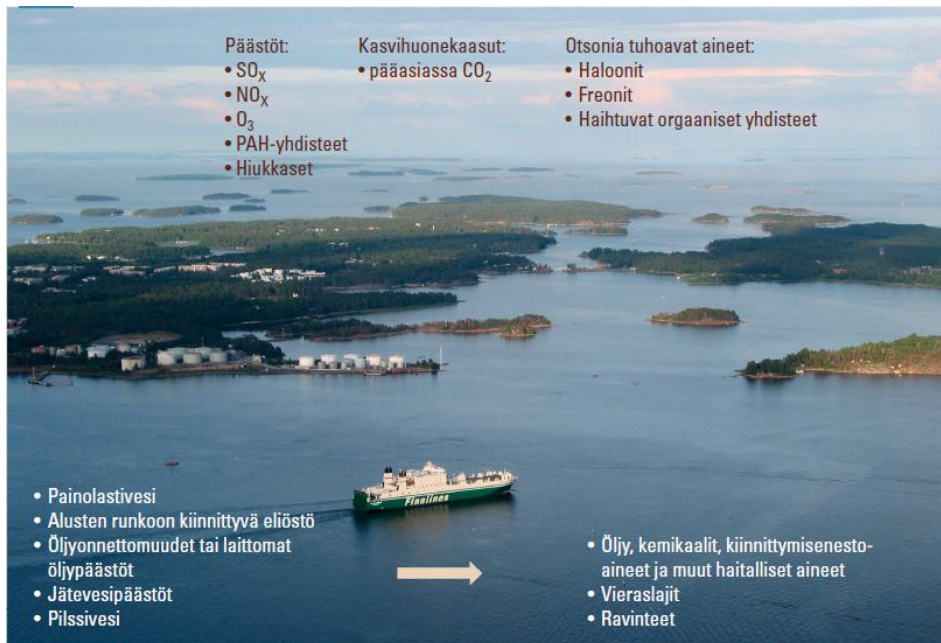
Kehityskaarensa alkuvaiheissa Itämeren pinta-ala on ollut huomattavasti nykyistä suurempi. Nykyinen Itämeri on pinta-alaltaan noin 392 000 km². Keskisyvyydeltään Itämeri on ainoastaan 54 m ja syvinkin kohta on vain 459 m, joten se on mereksi poikkeuksellisen matala (kuva 15). Esimerkiksi Välimeri on keskisyvyydeltään noin 1000 m puhumattakaan valtamerien useiden kilometrien syvyyksistä. Mataluutensa vuoksi Itämeren tilavuus on noin 21 000 km³. Sen valuma-alue on kuitenkin 1 700 000 km², mikä on yli nelinkertainen verrattuna Itämeren omaan pinta-alaan (kuva 15).



Kuva 15. Itämeren valuma-alue, osien nimet ja syvyyskartta (Suomen ympäristökeskus 2015).

Valuma-alueella tarkoitetaan aluetta, jolta vedet päätyvät mereen jokia pitkin. Laajan valuma-alueen haittapuolena on se, että jokien mukana mahdollisesti tulevat saasteet, ravinteet ja epäpuhtaudet kertyvät suurelta alueelta. Haitat korostuvat, jos vesitilavuus on pieni. Tästä syystä Itämeri on erittäin herkkä likaantumiselle (Ilmatieteen laitos 2015). Itämeren valuma-alueella asuu 85 miljoonaa ihmistä, joista 38 miljoonaa asuu Puolassa ja Ruotsissa ja Venäjällä reilut 9 miljoonaa kummassakin. Suomalaisista joista Kemijoki kuuluu valuma-alueeltaan seitsemän suurimman joen joukkoon (Suomen ympäristökeskus 2015). Laivaliikenteen tuomat moninaiset epäpuhtaudet ja saasteet korostuvat Itämeren olosuhteissa, sillä se on yksi maailman vilkkaimmin liikennöidyistä

merialueista (kuva 16). Itämerellä liikkuu noin 2000 laivaa joka hetki, ja siellä kuljetetaan vuositason jolla jopa 15 % maailman tavaravolyymistä.



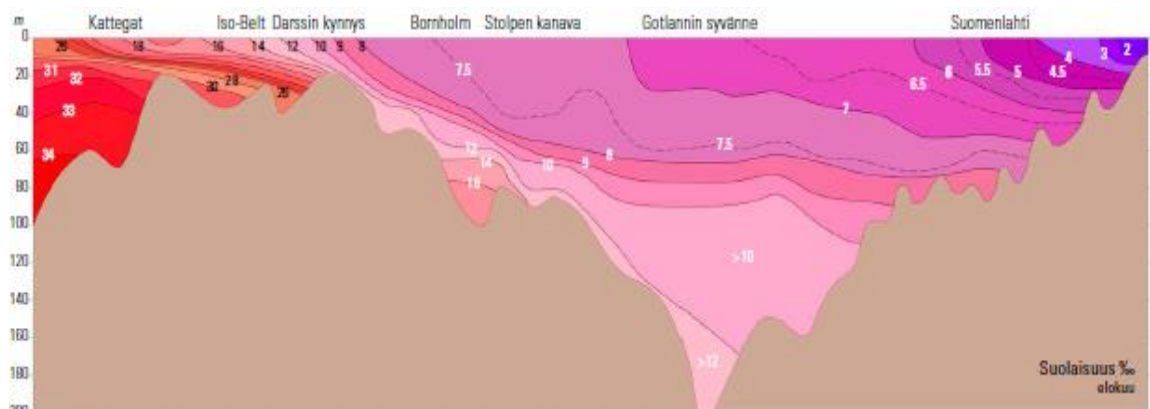
Kuva 16. Laivaliikenteen tuomat rasiutukset Itämerelle (Suomen ympäristökeskus 2015).

Valuma-alueelta vuosittain Itämereen jokien mukana valuvan veden määrä on 450 km³. Sadetta tulee sekä lumena että vetenä suoraan merialueelle 100 km³, ja vastaava määrä haihtuu ilmakehään. Makean veden ylijäämä on vuosittain siten noin 450 km³ eli 2 % Itämeren tilavuudesta. Ylimääräinen vesi valuu Tanskan salmien kautta Pohjanmereen. Jos tällä tavalla jatkuisi pitkään, Itämerestä kehittyisi suuri suolattoman makean veden allas, ellei Tanskan salmien kautta silloin tällöin tulisi vastakkaista suolaisen veden pulssia (Ilmatieteen laitos 2015). Suolapulssit ovat harvoin niin voimakkaita, että suolainen vesi ehtisi sekoittua kunnolla. Veden virtaus salmissa on lähes jatkuvaa, mutta niin lyhytkestoista, ettei suolainen vesi ehdi sekoittua Itämeren veteen, vaan se virtaa takaisin Pohjanmereen.

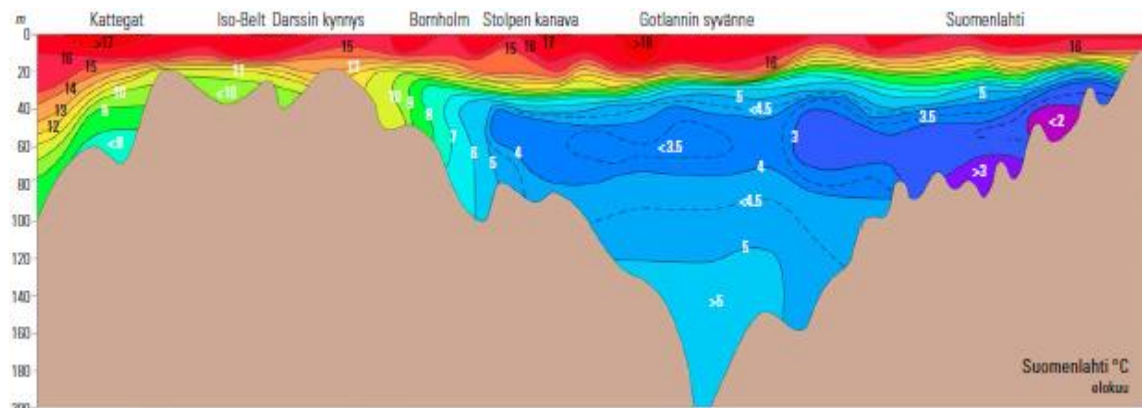
Voimakkaat suolapulssit ovat harvinaisia. Kaksi viimeisintä suolapulssia on tullut vuosina 1993 ja 2003, jolloin suolaista vettä on virrannut Itämereen 100–400 km³. Vaikka voimakkaat suolapulssit ovat harvinaisia, ne riittävät pitämään Itämeren suolaisena merivetenä. Suolataso on varsin matala, joten vettä sanotaan murtovedeksi. Murtovesi on osaksi syynä siihen, että Itämeri on haavoittuvainen muutoksille. Itämeren ikä on noin 10 000 vuotta. Aika on lyhyt eliöiden sopeutumiseen. Tämän seurauksena Itämeressä

voivat elää vain lajit, jotka ovat ehtineet sopeutua murtoveteen. Murtovesi ei ole kunnolla makeaa vettä eikä suolaista merivettä. Voimakas lämpötilan vaihtelu vuodenaikojen mukaan ja erityisesti talviajan alhainen lämpötila haittaavat lajien kasvua. Lisäpiirteenä on vuoroveden puute, jonka seurauksena ei muodostu eliöille otollisia vuorovesirantoja. Tämän vuoksi lajilukumäärä on huomattavasti alhaisempi kuin valtamerissä yleensä, ja monet lajit jäävät pienemmiksi kuin muualla (Suomen ympäristökeskus 2015).

Valtamerien suolaisuus on keskimäärin 35 promillea, kun Itämeressä se on alle 10. Suolaisuus Itämeressä vaihtelee paljon (kuva 17). Kuvasta voi havaita suolaisuuden kerrostuneisuuden. Se aiheuttaa lisähaasteita eliöille, jotka elävät Itämeressä. Tanskan salmien länsipuolella olevan Pohjanmeren vaikutus näkyy myös hyvin suolaisuuden kasvuna salmien läheisyydessä. Kuitenkaan suolaisuus ei ole levinnyt Pohjanlahteen ja Suomenlahteen, mikä on osoitus veden virtausten hitaudesta ja veden hitaasta vaihtumisesta. Lämpötilan kerrostuneisuus on esitetty kuvassa 18, josta voidaan nähdä, että kerroksellisuus on huomattavaa.

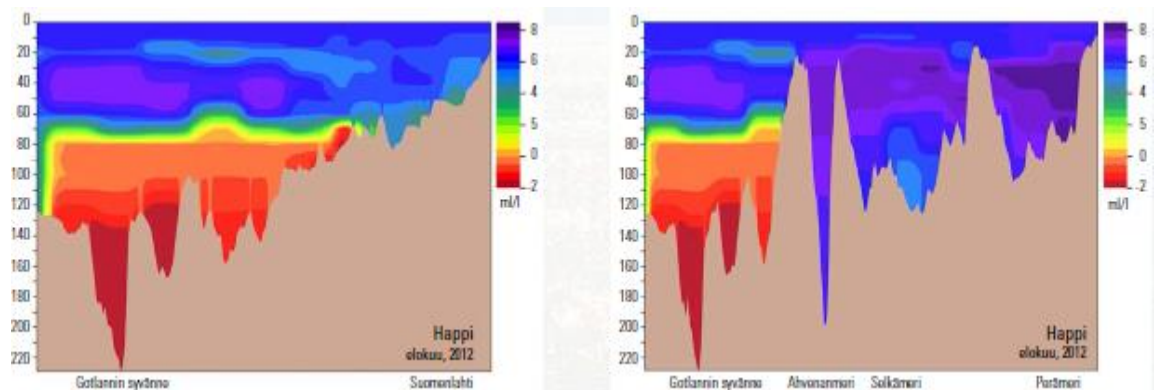


Kuva 17. Itämeren veden suolaisuus ja kerrostuneisuus elokuussa 2012 (Suomen ympäristökeskus 2015)



Kuva 18. Itämeren veden lämpötilakerrostuminen elokuussa 2012 (Suomen ympäristökeskus 2015).

Itämeren veden suolapitoisuus nousee nopeasti syvemmälle mentäessä noin 40 - 80 m:n syvyydessä. Tätä kerrosta kutsutaan halokliiniksi, jonka alapuolella olevan suolaisen veden tiheys on suurempi kuin pinnan vähemmän suolaisen veden. Varsinaisella Itämerellä kerros aiheuttaa hapen loppumisen syvänteissä, koska se estää veden sekoittumista pinnan ja pohjan välillä. Tällaista tilannetta kutsutaan stagnaatioksi, joka tarkoittaa seisovan veden tilannetta. Pohjaan vajoava eloperäinen aines kuluttaa hajotessaan hapen, jonka loputtua anaerobisen hajoamisen tuloksena alkaa syntyä myrkyllistä rikkivetyä. Pohjanlahdella tilanne on erilainen, koska halokliini puuttuu. Kuvassa 19 on esitetty Suomenlahden ja Pohjanlahden happitilanne elokuussa 2012. Erot alueiden välillä ovat huomattavia ja Pohjanlahden tilannetta voidaan pitää jopa hyvänä. Ainoastaan harvoin toistuvat voimakkaat suolapulssit pystyvät korjaamaan Gotlannin syvänteen tilanteen (Suomen Ympäristökeskus 2015).



Kuva 19. Suomenlahden ja Pohjanlahden happitilanne elokuussa 2012 (Suomen ympäristökeskus 2015).

Yhteenvedona voi todeta, että ominaispiirteidensä ja poikkeavuutensa takia Itämeri on hyvin arka ympäristö, minkä vuoksi sen suojeluun on kiinnitetty huomiota. Tiedotusvälineissä on ollut paljon esillä syvänteiden happikato ja sinilevän esiintyminen varsinkin lämpimien kesien aikana. Itämeren tila koetaan erittäin ongelmalliseksi. On esitetty sellaisiakin arvioita, että tilanne ei olisi enää korjattavissa edes voimakkailla toimenpiteillä.

2.5.2 Itämeren suojelutoimenpiteet

Suomi on omassa meriliikennestrategiassaan ottanut voimakkaasti kantaa Itämeren kunnan parantamisen puolesta. Strategiassa katsotaan tulevaisuuteen siten, että suunnitelluilla toimenpiteillä voitaisiin edistää turvallisuutta, tehokkuutta ja ympäristöarvoja. Strategiassa Itämeri nimetään ”mahdollisuuksien merialueeksi” ja tavoitteeksi asetetaan ”uitavan puhdas Itämeri”. Merialueen arvo ymmärretään niin kaupallisesti kuin ympäristöarvojenkin osalta. Uusien ympäristömääräysten tuomat kustannushaasteet ovat ohjelmassa selvästi esillä, mutta kovinkaan selviä konkreettisia ratkaisuja tai toimenpiteitä ei ohjelmassa kuitenkaan näihin ajankohtaisiin ongelmiin esitetä. Esitetyistä toimenpiteistä voi esimerkkinä mainita alusinvestointien rahoitusmahdollisuuksien helpottamisen selvittäminen tilanteissa, joissa varustamot joutuvat investoimaan uusiin laivoihin kiristyvien ympäristömääräysten takia. Toisena esimerkkinä voi mainita vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttöönoton edistämisen ja siihen tarvittavan tekniikan kehittämisen tukeminen. Tällaiset uudistukset vaikuttavat kuitenkin vasta vuosien päästä, eivätkä siten ole tehokkaita lähitulevaisuudessa. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2014).

Itämeren tilan nopea huonontuminen on saanut sen rantavaltiot reagoimaan. Huonon kehityksen hidastamiseksi ja pysäyttämiseksi on laadittu yhteistyössä suojeluohjelmia, asetettu tavoitteita ja velvoitteita. Itämeren merellisen ympäristön suojelukomissio (HELCOM) on hyväksynyt Puolan Krakovassa 15.11.2007 Itämeren suojelun toimintaohjelman (Baltic Sea Action Plan, BSAP). Itämeren suojelukomissioon kuuluvat kaikki rantavaltiot, ja lisäksi toiminnassa on mukana Euroopan Unionin edustajia. Komission päätöksellä rantavaltioiden pitää laatia kansallisia suojeluohjelmia. BSAP sisältää noin 150 erilaista toimenpidettä, ja sen tavoitteena on saavuttaa Itämeren hyvä tila vuoteen 2021. Ohjelman painopistealueita ovat rehevöityminen, vaaralliset aineet, luonnon monimuotoisuuden suojelu ja merenkulku. Näistä tällä hetkellä suurin ajankohtaisin huolenaihe on rehevöityminen. Rehevöitymisen pääsyyinä on valuma-alueen liiallinen typpi- ja fosforikuormitus. HELCOMin toimintaohjelman tavoitteisiin on sisällytetty myös MARPOL 73/78-yleissopimuksen liitteen VI määräykset ilmansuojelusta (Ympäristöministeriö 2010).

Suomi on vastannut vaatimukseen kansallisten ohjelmien laatimisesta tekemällä Suomen Itämeren suojeleohjelman, jossa on yli 30 keinoa tavoitteiden saavuttamiseksi. Ohjelma on toteutettu valtioneuvoston vuonna 2002 tekemän periaatepäätöksen mukaisesti. Tämän ohjelman tavoitteet keskittyvät Suomenlahden, Saaristomeren, Ahvenanmeren, varsinaisen Itämeren pohjoisosan ja Pohjanlahden meriluonnon tilan parantamiseen (Ympäristöministeriö 2002). Toinen Suomen laatima suojeleohjelma on ”Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015”, josta valtioneuvosto on tehnyt periaatepäätöksen 23.11.2006. Ohjelman tavoitteet tukevat HELCOMin periaatteita ja tavoitteita (Ympäristöministeriö 2010). Tämän ohjelman painopisteiksi on määritelty sisävesien, rannikkovesien ja pohjavesien suojele ja tärkeimmäksi tavoitteeksi on asetettu rehevöitymisen estäminen eri keinoilla. Tavoitteeseen pyritään muun muassa ravinnekuormituksen vähentämisellä, haitallisten aineiden riskien vähentämisellä ja vesien kunnostuksella (Ympäristöministeriö 2007).

Ajankohtaisin Itämerta koskeva suojeletoimenpide on jo edellä mainittu MARPOL 73/78-yleissopimus. Itämeren katsotaan kuuluvan erityistä suojelela tarvitseviin erityisen herkkiin merialueisiin, joten se kuuluu tiukkojen rikkirajoitusten SECA-alueeseen. Sopimuksen liitteen VI määräykset rikkipäästöistä vaikuttavat laivaliikenteen teknisiin vaatimuksiin erityisesti vuoden 2015 alusta. Itämeren suojelekomissio HELCOMin tavoitteena on Itämeren liittämisen typpipäästöjen rajoitusalueeseen (NECA-alueet). Asiaa on valmisteltu komission viimeisimmissä kokouksissa, mutta esitystä liittämisestä ei ole tehty (Bacher et al. 2013). Näiden rajoitusten tavoitteena on merialueen kunnan heikentymisen estäminen ja kunnan parantaminen tulevina vuosina. Typpipäästöjen rajoittamisella vaikutetaan rehevöitymiseen ja rikkipäästöjen rajoittamisella happamoitumiseen.

3 RIKKIDIREKTIIVIN TEKNISET VAIKUTUKSET

Arkikielessä MARPOL 73/78-yleissopimuksen liitteen VI määräykset tunnetaan parhaiten pelkästään rikkidirektiivinä. Nimityksen voisi olettaa johtuvan siitä, että rikin oksidien päästörajoitukset aiheuttavat suurimmat muutokset käytännön toimintaan meriliikenteessä ja laivojen teknisissä vaatimuksissa, joten rajoituksista julkinen keskustelu on ollut vilkasta. Muiden rajoitusten aiheuttamat toimenpiteet ja kustannukset eivät ole ilmeisestikään yhtä välittömiä ja suuria, joten niitä koskeva keskustelu on jäänyt varsin vähäiseksi ainakin julkisuudessa. Erityisesti rikkioksideja koskevien muutosten ajankohtaisuus ja niiden vielä toistaiseksi hämärän peitossa olevat vaikutukset laivaliikenteen kustannuksiin ovat olleet esillä yleisessä keskustelussa. Suomen teollisuus on esittänyt erittäin voimakasta kritiikkiä nousevien rahtikustannuksien vuoksi, koska kustannusnousu antaa kilpailuetua maille, joiden rannikot eivät sijaitse tiukimpien rajoitusten merialueilla. Oletettavaa on, että polttoainekustannusten nousu siirtyy jollakin aikavälillä kokonaisuudessaan rahtihintoihin. Suomen vienti on riippuvainen laivakuljetuksista, joten kustannusnousun aiheuttama huoli on ymmärrettävää.

3.1 Vaikutukset käytettäviin polttoaineisiin

Vähärikkiseen polttoaineeseen siirtyminen tarkoittaa käytännössä raskaan polttoöljyn (HFO) käytön lopettamista. Muita käytettävissä olevia vaihtoehtoja ovat meridiesel (MDO) ja meriliikenteen kaasuöljy (MGO), jotka tunnetaan yhteisnimellä kevyt polttoöljy (Kalli 2012). Matalarikkistä polttoainetta on voitu valmistaa näihin päiviin saakka käytännössä kahdella tavalla. Ensimmäinen tapa on valmistaa polttoaine sellaisesta raakaöljystä, joka sisältää luonnollisesti vähän rikkiä. Toisessa tavassa runsasrikkistä ja matalarikkistä polttoainetta sekoitetaan keskenään siten, että lopputuloksena on haluttu pitoisuus. Käytännössä aikaisempina vuosina SECA-alueiden vaatima polttoaine on valmistettu sekoittamalla korkea- ja matalarikkistä polttoainetta. Sekoitussuhdetta on muutettu tarpeen mukaan, kuten 1.7.2010 on täytynyt tehdä, kun sallittu pitoisuuden yläraja on laskenut. Määräysten kiristyminen SECA-alueilla 1.1.2015 merkitsee sitä, että polttoaineen valmistus sekoittamalla ei ole enää mahdollista. Ainoaksi

polttoainevaihtoehdoksi, kun pakokaasujen puhdistamiseen ei tehdä teknisiä muutoksia, on jäänyt nykyisille moottoreille kaasuöljy. Kaasuöljyn tislaminen raakaöljystä on huomattavasti kalliimpaa kuin runsasrikkisten laatuojen (Kalli et al. 2009).

Vaihtoehtoisia polttoaineita ovat nesteytetty maakaasu (LNG) ja biopohjaiset polttoaineet. Nesteytettyä maakaasua käytettäessä rikkioksidipäästöt laskevat lähes nollassa tasolla samoin kuin typenoksidipäästöt. MARPOL-yleissopimuksen ehdot täyttyvät molempien osalta. LNG:n käyttöä rajoittaa nykyisellään vielä terminaalien puute, mutta niiden rakentamisen kannattavuutta, kustannuksia ja rahoitusta on selvitetty ainakin valtiovalan taholta. Terminaalien rakentamiseksi on Suomessa käynnissä useita selvityksiä, ja päätöksiä niiden rakentamisesta on jo tehty. Toinen rajoittava tekijä käytön yleistymiselle on sopivan aluskannan puute. Kustannukset ovat selvitysten mukaan korkeat ennen kuin järjestelmä on käytännössä toimiva. Biopolttoaineita ovat biodieselit, erilaiset alkoholit ja biometaanit, mutta merenkulussa käytetään käytännössä vain biodieseliä. Biodieselin pääraaka-aine on nykyisin pääasiassa kasviöljyt ja eläinrasvat. Biopolttoaineidenkin käytön rajoituksena ovat niiden huono saatavuus ja nykyisiä polttoaineita kalliimpi hinta, joka aiheuttaisi lisäkustannuksia merenkululle. Kustannukset koituisivat joko suoraan aluksille tai vaihtoehtoisesti valtiolle, joka kompensoisi kustannuksia maksamalla tukia vaihtoehtoisten polttoaineiden käytöstä (Virtanen et al. 2013).

3.2 Rikkipesurit

Jatkossa SECA-alueilla runsasrikkisen polttoaineen käytön jatkaminen vaatii laivaan rikkipesurin asentamisen, jotta pakokaasujen rikki saadaan poistetuksi. Rikkipesurit jaetaan toimintatapansa perusteella kahteen päätyyppiin, joita ovat kuivapesuri ja märkäpesuri. Kuivapesurit käyttävät puhdistusprosessissaan kuivia kemikaaleja ja märkäpesurit käyttävät joko merivettä tai makeaa vettä (Kalli 2012). Märkäpesurit jaetaan kolmeen eri päätyyppiin:

1. closed-loop-pesurit, jotka käyttävät makeaa vettä ja jotain emäksistä kemikaalia, esimerkiksi lipeää
2. open-loop-pesurit, jotka käyttävät merivettä
3. kahden edellisen yhdistelmä (hybrid)

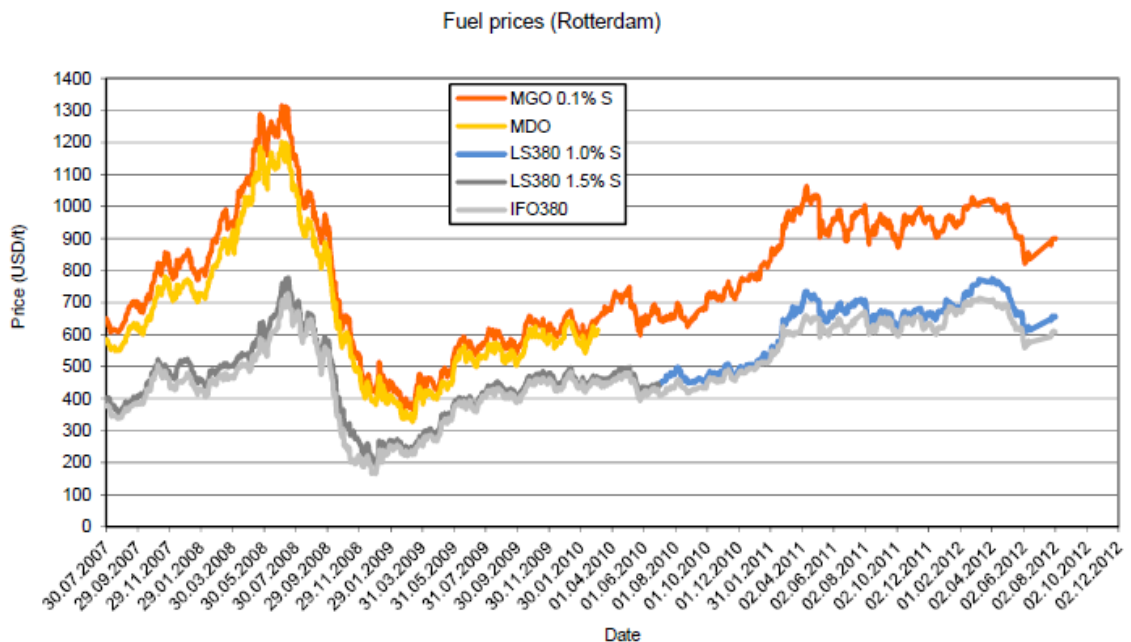
Laivojen rikkipäästöjen rajoittaminen aiheuttaa joka tapauksessa jollakin tavalla lisäkustannuksia nykyisellä tekniikalla. Kustannukset tulevat joko polttoaineen kohonneesta hinnasta tai rikkipesurin hankinnasta ja asennuskustannuksista. Rikkipesurien asentamista saattaa hankaloittaa riittävien tilojen puute. Kaikilta aluksilta ei välttämättä löydy tilaa, koska tällaiseen jälkiasennukseen ei ole ollut rakennusvaiheessa tarvetta varautua. Rajoitteeksi saattaa muodostua jopa laivan vakavuus. Yleensä asennuksen kuitenkin pitäisi olla teknisesti mahdollista (Kalli 2012). Jos aluksella on tarvetta liikennöidä päästörajoitusalueella, vaihtoehdot on punnittava teknisistä ja taloudellisista lähtökohdista.

4 RIKKIDIREKTIIVIN VAIKUTUSTEN ENNAKOINTI

Rikkidirektiivin vaikutus on ymmärretty Suomen teollisuuden viennille ja tuonnille jo vuosien ajan. Mahdolliset lisäkustannukset kohdistuvat Suomeen raskaammin kuin useimpiin muihin maihin. On jopa esitetty arvioita, että merkitys ja vaikutukset Suomelle ovat kaikkein voimakkaimpia. Tämä on hyvin ymmärrettävissä jo pelkästään karttaa katsomalla: tuonti ja vienti vaativat pitkiä merikuljetuksia, eikä muita mahdollisia reittejä juurikaan ole. Ulkomaankaupasta 80 % kuljetetaan meritse. Mahdollisen kustannusnousun merkitystä korostaa se, että toimittaessa globaaleilla tiukasti kilpailuilla markkinoilla teollisuudessa on kustannusten siirtäminen hintoihin vaikeaa ja usein lähes mahdotonta. Suomessa tällaisia toimialoja ovat esimerkiksi metalli-, metsä- ja kemianteollisuus (Virtanen et al. 2013). Näillä aloilla pelkona on ollut kilpailukyvyn selvä heikkeneminen, joten rikkidirektiivin hyväksyminen on saanut ymmärrettävästi osakseen kritiikkiä.

Kilpailukyvyn menetyksen lisäksi teollisuus on arvioinut, että nousevat kustannukset voisivat aiheuttaa toimintojen siirtymistä pois Suomesta tai tuotannon vähentämistä. Tällaiset seuraukset huonontaisivat työllisyystilannetta. Samalla tavoin kuin on ennakoitu teollisuuden raaka-aineiden hintojen nousua, on ennakoitu myös tuontitavaroiden kuluttajahintojen nousua. Luonnollisesti Itämeren muutkin rantavaltiot ovat olleet huolestuneita rikkidirektiivin seurauksista, ja sopeuttamistoimenpiteitä on jouduttu miettimään siten muuallakin kuin Suomessa. Suomi on hieman huonommassa asemassa verrattuna esimerkiksi Baltian maihin ja Puolaan, joilla on mahdollisuus käyttää maayhteyksiä EU-maiden kautta. Myös Venäjällä on käytettävissä Jäämeren, Mustanmeren ja Kaukoidän satamat (Hernesniemi 2012). Kilpailutilanne tasoittuu hieman vuoden 2020 alussa, kun rikkisäädökset kiristyvät muillakin merialueilla. Erilaisten laskelmien lopputulemat voivat vaihdella hieman, koska käytännössä tulos riippuu paljon siitä, mikä valitaan polttoainelaatujen hintaeroksi. Hinnat vaihtelevat jatkuvasti markkinatalouden sääntöjen mukaisesti, kuten kuvasta 20 voidaan havaita.

Ennakoarveluissa polttoaineen saatavuuden ei ole arvioitu nousevan merkittäväksi tekijäksi, vaan saatavuuden on ennakoitu olevan riittävä tarpeeseen nähden. Saatavuuden ollessa liian vähäistä todennäköisenä seurauksena olisi hinnan kohoaminen, jolloin vähärikkistä polttoainetta käyttävien alusten asema kustannusvertailussa heikkenisi entisestään. Johtopäätös saatavuuden riittävästä tasosta on tehty laivapolttoaineen toimittajille tehdyn kyselyn perusteella (Kalli 2012). Vuoden 2015 hintojen arviointia etukäteen on pidetty kuitenkin varsin epäluotettavana ja hankalana, koska hinnanmuodostukseen vaikuttavat monet muuttujat. Muuttujien lisäksi vaikuttavat erilaiset spekulatiot, odotukset ja uskomukset. Numeroiden takana ei siis ole pelkkää faktapohjaista tietoa, joten tuloksiin on syytä suhtautua varauksella (Kalli et al. 2009).



Kuva 20. Laivapolttoaineiden tonnihintojen vaihtelu. Kuvassa IFO (intermediate fuel oil) on raskasta polttoöljyä, joka sisältää rikkiä alle 3,5 %. LS-lyhenteellä (low sulphur) olevat ovat raskaita polttoaineita, jotka täyttävät alle 1 %:n rikkipitoisuusvaatimuksen. MGO (marine gas oil) on ainoa, joka täyttää 0,1 %:n rikkipitoisuusvaatimuksen (Kalli 2012).

4.1 Tehtyjä selvityksiä rikkidirektiivin vaikutuksista teollisuuden kuljetuskustannuksiin

Liikenne- ja viestintäministeriön toimeksiannosta ensimmäisiä arvioita polttoaineen hinnan vaikutuksesta Suomen laivaliikenteelle on selvitetty vuonna 2009 tehdystä selvitystyöstä. Laskelmissa ovat mukana kaikki Itämerellä liikennöivät alukset

riippumatta niiden käyttötarkoituksesta. Mukaan on otettu esimerkiksi myös matkustaluukset. Laskelman alusmäärä on saatu Merenkululaitoksen luettelosta, jossa on mainittu väylämaksua Suomeen vuonna 2007 maksaneet laivat (1437 kpl). Polttoaineenkulutuksena on käytetty HELCOMin ShipNODep-hankkeen tuottamia kulutusarvioita Itämeren alueella. Selvityksen laatimisen aikaan Itämerellä oli sallittua käyttää vielä 1,5 % rikkiä sisältävää raskasta polttoöljyä (LS380 1,5 %), joten tässä selvityksessä lähtötiedoissa on käytetty kyseisen polttoaineen hintaa. Kahdessa eri skenaariossa käytettiin kaasuöljyn (MGO) tonnihintana 500 €, 470 € ja kolmantena lukuna asiantuntija-arvioiden keskimääräisenä lukuna 485 €, ja vastaavasti raskaan polttoöljyn tonnihintana 271 € kaikissa arvioissa. Siten skenaariossa 1 ja 2 hintaero on tonnia kohden 229 €, 199 € ja asiantuntija-arvioiden keskimääräisenä hintaerona 214 € tonnille. Laskelman lopputuloksena on saatu polttoaineesta johtuvaksi lisäkustannukseksi 564 miljoonaa euroa vuodessa skenaariossa 1 ja 341 miljoonaa euroa skenaariossa 2. Keskimääräistä hintaeroa käytettäessä tulokseksi on saatu 430 miljoonaa euroa vuodessa. Nämä kustannukset kohdistuvat siis kaikkiin Suomelle väylämaksua maksaville aluksille, joten kustannukset eivät kokonaisuudessaan kohdistu teollisuuteen. Lisäkustannukset on arvioitu myös laivatyypeittäin. Teollisuuden maksettavaksi kustannuksiksi voi olettaa tulevan lastilauttojen (ro-ro), irtolastialusten ja muiden kuivalastialusten kulut. Näin laskettuna teollisuuden suoraksi lisäkustannukseksi tulisi 350 miljoonaa euroa vuodessa skenaariossa 1 ja 205 miljoonaa euroa vuodessa skenaariossa 2 (Kalli et al. 2009). Prosentuaalisesti laskettuna teollisuuden osuus on kuitenkin noin 60 %, mitä voi pitää huomattavana osuutena.

Vaikutusta rahtihintoihin rahtityypeittäin on arvioitu taulukossa 1. Vertailussa rahtihintojen nousu on laskettu prosentuaalisena verrattuna tilanteeseen, jossa olisi sallittua käyttää 1,5 % rikkiä sisältävää polttoainetta. Taulukossa 2 on arvioitu eri toimialoille kohdistuvaa kustannusta. Taulukoiden luvut osoittavat, että metsäteollisuudelle arvioissa kohdistetut lisäkustannukset ovat huomattavia. Rahtihintojen nousu voisi olla puutavaralle jopa 40 %:n luokkaa ja euroina koko metsäteollisuudelle lähes 120 miljoonaa euroa vuodessa.

Taulukko 1. Rahtihintojen arvioitu nousu rahtityypeittäin (Kalli et al. 2009).

Rahtityyppi	Rikkipitoisuus		
	1,0 %	0,5 %	0,1 %
Kontti	4–13 %	8–18 %	44–51 %
Paperirulla	3–10 %	6–14 %	35–40 %
Rekka-auto	3–10 %	6–14 %	35–41 %
Henkilöauto	3–10 %	6–14 %	35–41 %
Öljy	3–8 %	5–11 %	28–32 %
Rahtitonni irtolastialuksilla	4–11 %	7–15 %	39–44 %
Puutavara	3–10 %	6–14 %	35–40 %
Teräsvalmisteet	3–10 %	6–14 %	35–40 %

Taulukko 2. Arvioidut lisäkustannukset toimialoittain (Kalli et al. 2009).

Toimiala	Vienti	Tuonti	Yhteensä	Arvioitu lisäkustannus €
Maatalous	0,0 %	0,7 %	0,41 %	1 763 994
Metsätalous	0,0 %	0,0 %	0,00 %	382
Kaivostoiminta	4,7 %	0,0 %	2,02 %	8 668 913
Rakentaminen	0,9 %	8,1 %	5,02 %	21 581 213
Metsäteollisuus	51,5 %	9,5 %	27,64 %	118 890 562
Metalliteollisuus	9,1 %	18,4 %	14,36 %	61 776 307
Teknolomiteollisuus	0,4 %	0,4 %	0,43 %	1 838 810
Kemianteollisuus	24,1 %	6,8 %	14,22 %	61 169 232
Elintarviketeollisuus	3,1 %	2,1 %	2,51 %	10 812 674
Muu teollisuus	3,7 %	2,3 %	2,89 %	12 416 636
Kauppa	2,3 %	6,9 %	4,92 %	21 153 124
Muut palvelut	0,2 %	44,9 %	25,58 %	110 023 494
Yhteensä	100 %	100 %	100 %	430 095 340

Tätä kyseistä raporttia on päivitetty vuonna 2012, jolloin polttoainelaatujen hintaeron laskennassa on käytetty vuoden 2012 elokuun alku- ja loppupuolella voimassa olleita hintoja. Käytetyt hintaerot ovat olleet 199 ja 212 euroa tonnilta. Vuonna 2012 Itämerellä käytettävän polttoaineen sallittu rikkipitoisuus on ollut 1 %. Laskennassa käytetyt laivojen polttoaineenkulutusarvot ja liikennöintimäärät on päivitetty vuoden 2011 tiedoilla. Näillä lähtöarvoilla Suomessa käyneiden laivojen lisäkustannuksiksi tulisi 371 tai 396 miljoonaa euroa vuodessa (Kalli 2012). Jos laskelmaa verrataan aiempaan versioon, voidaan havaita, että hintaero on pysynyt suuruusluokaltaan samana. Kuvan 20 hintakäyrästä nähdään, että polttoaineen hintataso on kohonnut merkittävästi vuoden 2009 tasosta, joten aikaisemmassa laskelmassa polttoainelaatujen prosentuaalinen

hintaero on ollut suurempi. Prosentuaalisen eron ollessa suurempi kasvaa vastaavasti myös euromääräinen ero. Tämä selittänee ensimmäisen selvityksen hieman suuremmat summat.

Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi on julkaissut vuonna 2013 oman selvityksensä tulokset. Tässä tutkimuksessa on päädytty vuosittaiseen Suomeen kohdistuvan laivaliikenteen lisäkustannukseen, jonka vaihteluväli on 460–490 miljoonaa euroa vuodessa, jos polttoaineena käytetään vähärikkistä MGO:ta. Polttoainelaatujen hintaerona on tässä käytetty 237 euroa tonnilta. Lisäkustannus on suuruusluokaltaan hieman korkeampi kuin aikaisempien selvitysten lopputulokset. Rikkipesurien asentamisen ja käytön kannattavuutta on arvioitu siten, että 3 % rikkiä sisältävän laivapolttoaineen hintaero rikkidirektiivin mukaiseen 0,1 % rikkiä sisältävään polttoaineeseen on 270 euroa tonnilta. Näin laskettuna on saatu vuosittaiseksi lisäkustannukseksi 120–140 miljoonaa euroa vuodessa (Bacher et al. 2013).

Työ- ja elinkeinoministeriön teettämässä ja vuonna 2013 julkaistussa raportissa on rikkidirektiivin vaikutuksia arvioitu toimialoittain. Työryhmän tehtävänä on ollut laatia toimenpideohjelma siitä, miten direktiivin negatiivisia vaikutuksia elinkeinoelämälle olisi mahdollista kompensoida. Kustannusarvioinnin lähtöarvona on käytetty vuotuista Suomeen kohdistuvan laivaliikenteen polttoaineen kulutusta, joka on 2,2 miljoonaa tonnia. Vertailussa ovat tässäkin laskennassa olleet 0,1 % ja 1,0 % rikkiä sisältävät polttoaineet. Polttoainelaatujen hintaerona on käytetty marraskuun 2012 tilannetta, jolloin ero on ollut 280 euroa tonnilta. Laskennan lopputulokset on esitetty toimialoittain suoranaisten kuljetuskustannusten nousuna ja vientimenetyksinä sekä työllisyysvaikutuksina (taulukot 3 ja 4). Polttoainelaatujen hintaeron on ennakoitu kasvavan vuoden 2015 alussa 450 euroon tonnilta, joten toinen skenaario on laskettu tämän mukaan (Virtanen et al. 2013). Kuljetuskustannusten nousuksi on pienemmällä hintaerolla saatu 600 miljoonaa euroa vuodessa ja suuremmalla noin 1 miljardi.

Taulukko 3. Kuljetuskustannusten nousu ja vientimenetykset (milj eur/vuosi) (Virtanen et al. 2013).

	Kuljetuskustannusten nousu			Vientimenetykset
	Tuonti	Vienti	Yhteensä	
Alkutuotanto	3,4	5,2	8,7	...
Kaivostoiminta	0,8	24,4	25,2	...
Elintarviketeollisuus	11,4	4,1	15,5	4,5
Tekstiiliteollisuus	1	0,5	1,5	0,6
Puutavaran valmistus	5,7	29,3	35	31,9
Paperiin ja massan valmistus	14,5	83,6	98,1	88,9
Graafinen teollisuus	0,9	0,3	1,3	0,3
Öljynjalostus	124,4	49,4	173,7	53,4
Kemianteollisuus	13,9	25,2	39	26,2
Kumi- ja muovituotteiden valmistus	4,8	5,6	10,4	5,9
Rakennusaineteollisuus	4,4	1,8	6,2	2,0
Metallien jalostus	44	26	70	31,1
Metallituotteiden valmistus	4,8	1,2	6	1,5
Elektroniikkateollisuus	3,7	0,9	4,6	4,3
Koneiden ja laitteiden valmistus	5,6	3,8	9,4	1,0
Kulkuneuvoteollisuus	2,6	0,8	3,4	1,0
Muu teollisuus	2,9	0,8	3,7	0,7
Muut toimialat	87,2	1	88,2	47,0
Yhteensä	336	264	600	300

Taulukko 4. Työllisyysvaikutukset erilaisilla polttoaineiden hintaeroilla. (Virtanen et al. 2013).

	Perusskenaario: Kuljetuskustannukset nousevat 600 milj. euroa		Vaihtoehtoskenaario: Kuljetuskustannukset nousevat 1 mrd. euroa	
	Työllisyyden väheneminen	Tuotannon muutos-%	Työllisyyden väheneminen	Tuotannon muutos-%
Alkutuotanto	650	..	1 083	..
Kaivostoiminta	566	..	943	..
Elintarviketeollisuus	238	-0,15	397	-0,24
Tekstiiliteollisuus	14	-0,08	23	-0,13
Puutavaran valmistus	550	-0,87	917	-1,45
Paperiin ja massan valmistus	763	-0,77	1 271	-1,28
Graafinen teollisuus	22	-0,11	37	-0,18
Öljynjalostus	198	-1,51	330	-2,52
Kemianteollisuus	290	-0,60	483	-1,00
Kumi- ja muovituotteiden valmistus	85	-0,33	141	-0,55
Rakennusaineteollisuus	53	-0,18	88	-0,30
Metallien jalostus	196	-0,46	326	-0,77
Metallituotteiden valmistus	116	-0,14	194	-0,24
Sähkö- ja elektroniikkateollisuus	41	-0,03	69	-0,05
Koneiden ja laitteiden valmistus	120	-0,10	200	-0,17
Kulkuneuvoteollisuus	20	-0,06	34	-0,10
Muu teollisuus	50	-0,06	84	-0,11
Muut toimialat	932	..	1 553	..
Yhteensä	4 903	-0,11	8 172	-0,18

Erityisen mielenkiintoiseksi tämän selvityksen mekaanisen puunjalostuksen kannalta tarkasteltuna tekee se, että tässä selvityksessä on arvioitu vaikutuksia toimialoittain. Muissa selvityksissä ei juurikaan ole vaikutuksia arvioitu näin tarkasti. Puutavaran valmistuksen osalle arvioitu vientikuljetuksen nousu ja varsinkaan siitä seuraavat vientimenetykset eivät vaikuta kovin suurilta. Kuitenkin seurauksiksi arvioidut

työllisyysvaikutukset vaikuttavat suhteellisesti suuremmilta, joten voisi olettaa, että työllisyysvaikutuksiin on otettu mukaan myös välilliset vaikutukset muille toimialoille, kuten maantiekuljetuksiin ja raaka-aineen hankintaan yms.

Työ- ja elinkeinoministeriön Pöyryllä vuonna 2013 teettämässä selvityksessä on tarkimmin selvitetty vaikutuksia juuri sahateollisuuteen. Laskelmien lopputuloksena on päädytty rikkidirektiivistä johtuvaan rahtikustannusten nousuun, joka tulisi olemaan suuruusluokaltaan 3,5–4 euroa sahatavarakuutiometriä kohden. Tässä vertailussa Ruotsille koitava kustannus on arvioitu samansuuruiseksi, mutta Ruotsin eduksi on ajateltu mahdollisuus vaihtoehtoisin kuljetuksiin maitse (Työ- ja elinkeinoministeriö 2013). Kaikista ennakkoselvityksistä tämän tutkimuksen lähtökohdat ja tulokset palvelevat parhaiten sahateollisuuden tarpeita ja ovat käyttökelpoisia sahateollisuudessa arvioitaessa tämänhetkisiä rikkidirektiivin vaikutuksia.

4.2 Kustannusvaikutusten kompensatiomahdollisuudet

Työ- ja elinkeinoministeriön vuonna 2013 julkaisemassa työryhmän mietinnössä mainitaan 16 eri mahdollisuutta, joilla valtio voisi omilla toimillaan kompensoida rikkidirektiivistä aiheutuvia lisäkustannuksia. Keinot jaetaan alusinvestointeihin liittyviin tukiiin, erilaisiin muihin tukitoimenpiteisiin, toimintatukiiin ja rahoituslähteisiin liittyviin tukiiin. Tuet voidaan jakaa myös kahteen eri luokkaan siten, että ne jaotellaan kuljetuskustannusten hintaan ja teknologian kehitykseen kohdistuviin tukimuotoihin (Virtanen et al. 2013).

Alusinvestointeihin liittyviä tukia ovat investointituki ympäristöystävällisiin uudisalusinvestointeihin ja rikkipesureiden jälkiasennukseen ja näiden investointitakauksiin. Ympäristöystävällisissä uudisalusinvestoinneissa otetaan käyttöön ympäristöystävällisiä polttoaineita kuten LNG ja biopolttoaineet ja kehitetään päästövähennysteknologiaa. Rikkipesureiden jälkiasentaminen laivaan on tutkimusten mukaan kannattavaa silloin, kun sen polttoaineen kulutus on SECA-alueilla yli 4 000 tonnia vuodessa. Suomalaisista aluksista tällaisia on 44 kappaletta. Vuonna 2011 Suomessa kävi 1636 alusta, joista suomalaisia oli 124. Vaikka suomalaisista aluksista

vain siis 35 %:iin olisi näin laskettuna kannattavaa asentaa rikkipesuri, rikkipäästöistä kuitenkin 90 % on näiden alusten aiheuttamia. Jälkiasennuksilla olisi merkittävä vaikutus Suomen lipun alla purjehtivien alusten aiheuttamiin rikkipäästöihin. Investointitakauksia voi myöntää Finnvera Oyj tietyillä ehdoilla (Virtanen et al. 2013).

Muilla valtion tukitoimenpiteillä voitaisiin edistää esimerkiksi LNG-terminaalien ja jakeluverkoston rakentamista sekä biopolttoaineiden ja puhtaan teknologian kehittämistä. Ohjelmassa esitetty raskaan liikenteen suurimpien sallittujen mittojen ja massojen korotus on astunut jo voimaan. Ajoneuvoyhdistelmän suurin sallittu korkeus on nykyisin 4,4 m entisen 4,2 m:n sijaan ja massa on 76 tonnia entisen 60 tonnin sijaan.

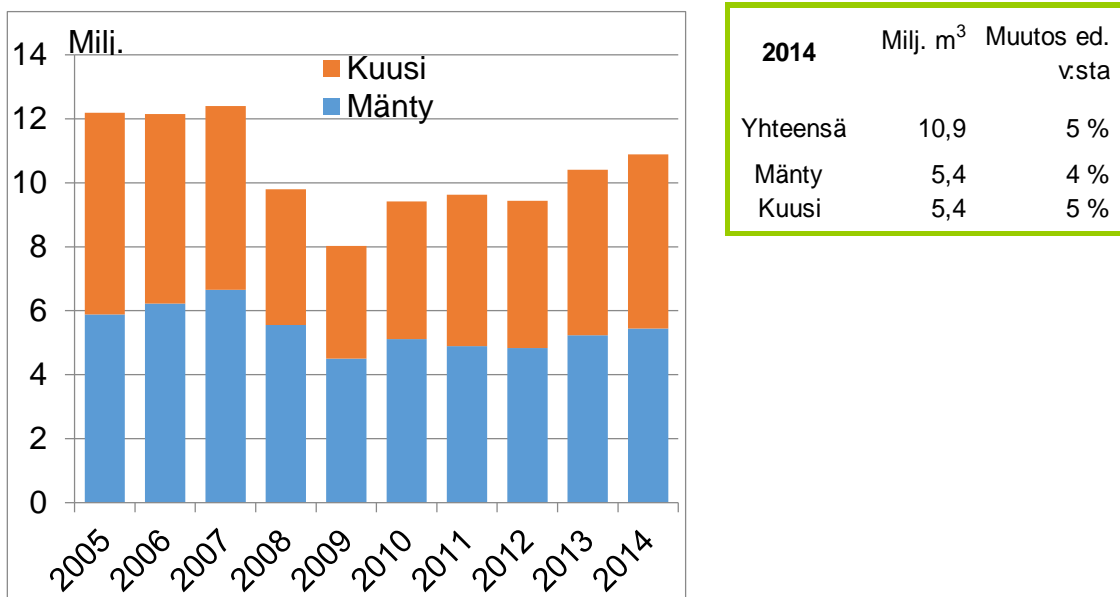
Ratkaisuvaihtoehtojen kolmanteen osioon sisältyvät erilaiset toimintatuet. Toimintatukea voitaisiin maksaa sellaisille ulkomaankauppaa harjoittaville yrityksille, jotka ovat joutuneet kovimman kustannusnousun kohteeksi. Kaavailujen mukaan tällainen tuki voisi olla määräaikainen ja vähenevä. Valtion kustannuksiksi tässä vaihtoehdossa on arvioitu 1,2–1,8 miljardia vuosille 2015–2020. Toisena vaihtoehtona toimintatuissa on kuorma-autojen dieselpolttoaineen palautusjärjestelmän luominen. Palautusjärjestelmän ongelmaksi katsotaan hallinnollinen raskaus ja sen kohdistuminen vain osittain viennin kustannuksiin. On laskettu, että dieselpolttoaineessa olisi EU:n lainsäädännön mahdollistamaa palautusvaraa noin 2 snt/l, josta tulisi vuodessa palautettavaa 20–25 miljoonaa euroa. Tästä summasta siis vain osa kohdistuisi vientikuljetuksiin. Valtiolle koituisi lisäksi muita kustannuksia resurssitarpeiden takia. Kolmanneksi toimintatueksi on esitetty valtiontuen lisäämistä samalla summalla kuin merenkulkijat maksavat merimieseläkevakuutuksia ja muita pakollisia sosiaaliturvamaksuja. Muita mietinnässä olleita toimenpiteitä ovat väylämaksujen alentaminen tai poistaminen, ratamaksun poistaminen ja päästökaupan aiheuttaman sähkön hinnannousun kompensointi teollisuudelle (Virtanen et al. 2013). Näistä ovat toteutuneet väylämaksun puolittaminen ja tavaraliikenteen rataveron poisto vuosiksi 2015–2017 (Katila et al. 2015). Muita toteutuneita toimenpiteitä ovat yhteisöveron alentaminen ja alueellisen kuljetustuen jatkaminen (Katila et al. 2015).

Rahoituslähteiden kautta tuleva tuki voisi olla esimerkiksi aluetukea, jota EU:n jäsenvaltiot voivat myöntää epäedullisessa asemassa olevien alueiden kehittämiseen esimerkiksi investointitukien muodossa. Investointitukien kohteiksi on tässä ajateltu esimerkiksi biopolttoainelaitosten, LNG-terminaalien ja niiden jakelujärjestelmien rakentamista. Euroopan Unionin kautta on saatavissa tukea ympäristöystävällisen merenkulun edistämiseksi, joiden täysimääräiseen hyödyntämiseen Suomessa tulisi työryhmän mielestä panostaa enemmän. Olemassa olevia EU:n tukijärjestelmiä ovat muun muassa TEN-T-järjestelmä ja Marco Polo-ohjelma, joiden kautta tukea voi saada esimerkiksi innovatiivisen merenkulun päästöjä vähentävän teknologian kehittämiseen (Virtanen et al. 2013).

5 KUSTANNUSVAIKUTUSTEN LASKENNAN LÄHTÖKOHDAT, OLETUKSET JA TULOKSET

5.1 Suomen sahateollisuuden kuvaus ja markkinat

Suomen sahateollisuus toimii globaaleilla, vahvasti kilpailluilla markkinoilla, joilla myyntituotteista saatava kate on erittäin pieni. Sahateollisuus onkin viime vuosina ollut kannattavuusvaikeuksissa, mikä on vaatinut toiminnan jatkuvaa kehittämistä ja tehostamista kustannusten kohotessa vuosittain. Voimakkaan kilpailun vuoksi kasvaneita kuluja ei juurikaan ole voitu siirtää lopputuotteiden hintoihin. Tätä tilannetta on vielä korostanut Euroopan ja koko maailman talouden heikko suhdanne. Viime vuosien tuotantomäärät eivät ole olleet lähelläkään huippuvuosien tasoa (kuva 21). Vuosina 2006 ja 2007 sahojen kannattavuus oli hyvällä tasolla, mutta vuonna 2008 alkanut maailmantalouden heikko suhdanne on vaikuttanut näihin päiviin saakka, eikä kannattavuus ole palautunut kestäväälle tasolle.

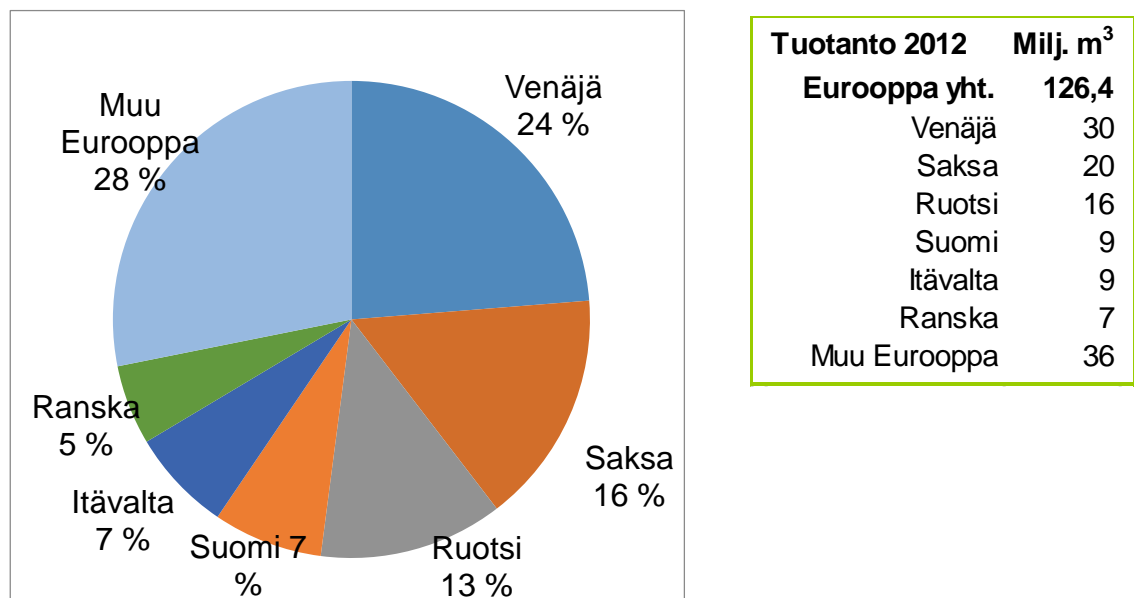


Kuva 21. Suomen sahatavaratuotanto 2005 - 2014 (Metsäteollisuus ry 2015).

Toistaiseksi tämä tilanne on vielä jatkunut, eikä markkinoilla ole näkyvissä selkeää parannusta menekissä tai hintatasossa. Pitkään jatkuneena tilanne on aiheuttanut sahoille paineita kustannuksien pienentämiseen ja tuotannon tehostamiseen. Monet sahalaitokset ovatkin investoineet parempiin laitteisiin huonosta taloustilanteesta huolimatta. Tilanne

on sinänsä normaali teollisuudessa, sillä kilpailukykyisenä pysyminen vaatii jatkuvaa kehittymistä.

Suomen osuus Euroopan sahatavaratuotannosta on 7 %, ja kilpailijoita lähialueilla ovat Ruotsi, Venäjä ja Saksa (kuva 22). Ruotsalainen sahatavara kilpailee voimakkaasti samoilla markkinoilla kuin suomalainenkin, koska sen ominaisuudet ovat vastaavat kuin suomalaisen sahatavaran. Ruotsin etuna tässä kilpailutilanteessa on se, että Ruotsi ei kuulu euroalueeseen, joten kruunun valuuttakurssin vaihtelut saattavat tuoda sille etua ja sopeutumismahdollisuutta markkinoilla. Venäjän osuus markkinoilla on kasvanut hiljalleen sinne tehtyjen investointien ansiosta. Investointeja ovat tehneet muun muassa suuret suomalaiset ja ruotsalaiset mekaanisen puunjalostuksen harjoittajat. Tuotannon kasvua Venäjällä hidastaa kuitenkin jonkin verran epävarmat olot taloudessa ja yhteiskunnassa. Käytännön hankaluuksia saattaa aiheuttaa muun muassa tarvittavan infran puute. Esimerkiksi tiestö ja kulkuyhteydet voivat olla puutteellisia tai huonokuntoisia.



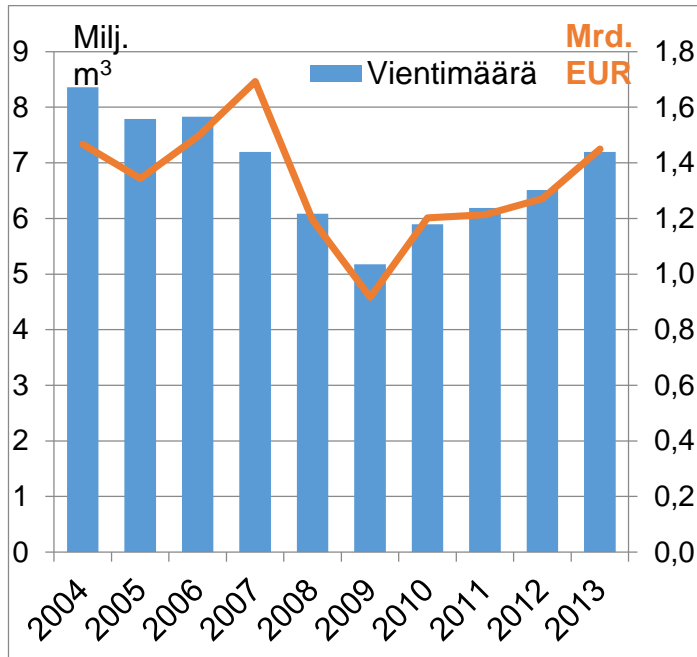
Tuotanto 2012	Milj. m ³
Eurooppa yht.	126,4
Venäjä	30
Saksa	20
Ruotsi	16
Suomi	9
Itävalta	9
Ranska	7
Muu Eurooppa	36

Kuva 22. Sahatavaran tuotanto Euroopassa 2012 (Metsäteollisuus ry 2015).

Viime vuosien ja nykyhetken tilanteeseen tuotantoa on sopeutettu esimerkiksi lomautuksilla ja erilaisilla seisokeilla. Henkilöstömäärää on pienennetty investoinneilla,

jolloin palkkakustannukset tuotettua sahatavara-kuutiometriä kohden ovat alentuneet. Investoinneilla on tähdätty myös tukkiraaka-aineen parempaan hyödyntämiseen, lopputuotteiden laadun parantamiseen ja prosessin materiaalihukan minimoimiseen. Vastaavasti tämä on saattanut kasvattaa yritysten lainamäärää ja vuosittaisia poistoja. Laiteinvestointien avulla on saatu tuotantokustannukset lopputuoteyksikköä kohden alenemaan, mikä on ylläpitänyt kilpailukykyä. Raaka-aineen käytön tehostaminen on sikäläkin sahoille erittäin merkityksellistä, koska tukkiraaka-aineen osuus lopputuotteen tuotantokustannushinnasta on noin 70–80 %. Palkkakustannusten osuus sahoilla on noin 7–10 % luokkaa tuotteiden tuotantokustannushinnasta, joten pelkästään palkkakustannuksia pienentämällä ei voi kannattavuutta parantaa merkittävästi. Sahatavaramarkkinoiden huonon tilanteen vuoksi sahoilla on reservissä paljon käyttämätöntä kapasiteettia, joten markkinoiden alkaessa vetää paremmin on mahdollista nopeasti vastata kasvaneeseen kysyntään. Tämä johtaa usein siihen, että varsin nopeasti hyvin toimiva markkina on voitu sahata niin sanotusti ”tukkoon”. Tästä on seurannut hintojen lasku kyseisillä markkinoilla ja myynnin hiipuminen. Tiivistetysti sanottuna sahateollisuuden ongelma on liian suuri tuotantokapasiteetti markkinoiden tarpeeseen nähden, mitä seuraavat voimakas kilpailu, hintojen pysyminen alhaisena ja kannattavuusongelmat.

Sahateollisuus kuuluu niihin teollisuuden aloihin, joiden on erittäin vaikea siirtää nousevia kustannuksia lopputuotteiden hintoihin kilpailukyvyyn kärsimättä. Todennäköisesti sahateollisuus on yksi niistä teollisuuden aloista, jolle rikkidirektiivin seuraukset ovat rajuimmat ja kilpailukyvyyn kannalta vakavimmat. Tämä seikka on tullut ilmi jo ennakkoselvityksissä, kuten aiemmin mainittiin. Kuvassa 23 on esitetty Suomen sahateollisuuden vuosittainen tuotanto viimeisen 10 vuoden ajalta. Viennin kuutiometri määrät seuraavat varsin tarkoin tuotantomäärien kehitystä, mikä tarkoittaa, että viennin prosentuaalinen osuus tuotannosta on pysynyt samalla tasolla. Tuotannosta noin 70 % menee vientiin, josta lähes kaikki meritse. Tämän takia merikuljetusten hintojen nousu vaikuttaa kustannuksiin ja kilpailukykyyn, eivätkä mahdolliset uudet tai korvaavat markkinat ratkaise ongelmaa. Viennin arvo on vaihdellut vientimäärien mukaan, mutta vuoden 2007 eroavuus kertoo tuolloin vallinneesta hyvästä markkina- ja hintatilanteesta. Vastaavasti tätä tilannetta on edeltänyt muutama hintatasoltaan heikompi vuosi. Vientimäärästä hieman yli puolet on ollut mänty- ja loput kuusisahatavaraa.

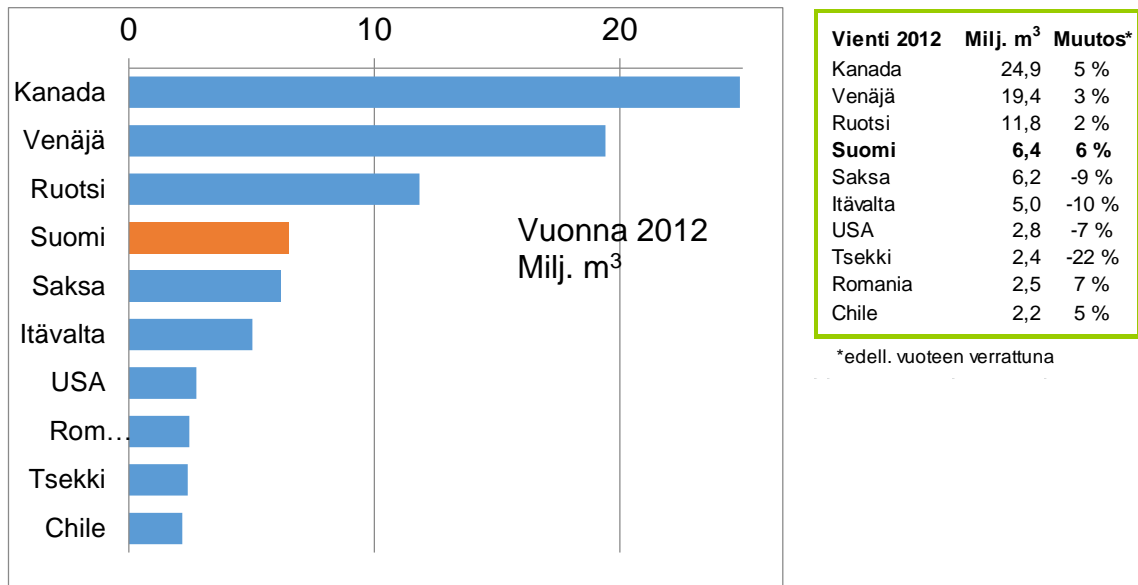


Kuva 23. Suomen saha- ja höylätavaran vientimäärät ja arvo vuosittain (Metsäteollisuus ry 2015).

Vienti		2013
Määrä, milj. m ³		7,2
Arvo, mrd. EUR		1,4
muutos ed. vuodesta		
Määrä		10,6 %
Arvo		14,1 %

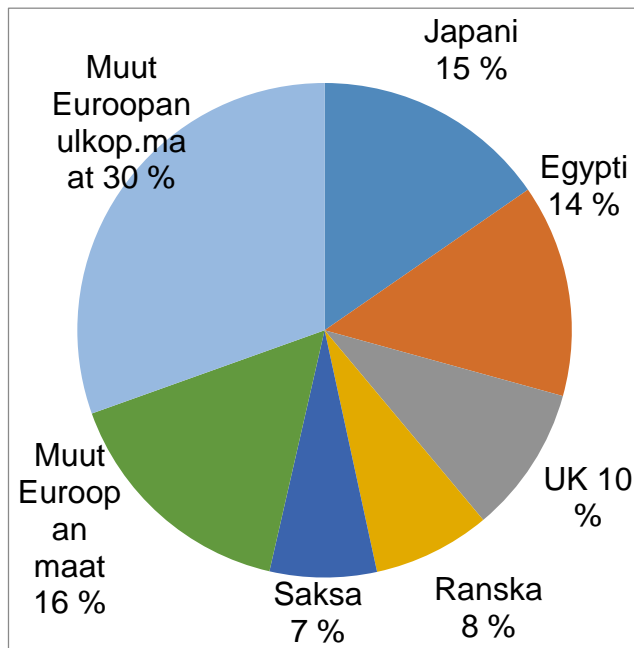
Huom. Vienti sisältää myös höylätavaran

Suomen sahatavaraviennin määrä on neljänneksi suurin maailmassa, mutta ero kärkeen on varsin huomattava (kuva 24). Suomalainen sahatavara kilpailee markkinoilla omilla vahvuuksillaan. Vientimaat toimivat osittain eri markkinoilla, joten vientimäärät maittain voivat antaa hieman väärän kuvan tilanteesta. Suomalaista sahatavaraa ominaisuuksiltaan lähimpänä ovat ruotsalainen ja Venäjän luoteisalueella tuotettu sahatavara.



Kuva 24. Sahatavaran suurimmat viejamaat vuonna 2012 (Metsäteollisuus ry 2015).

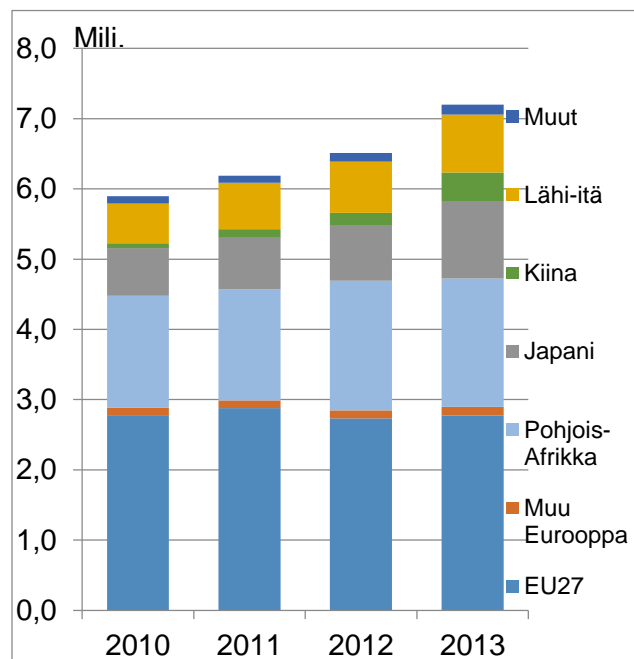
Suomalaista saha- ja höylätavaraa viedään ympäri maailman (kuva 25). Euroopassa tärkein yksittäinen vientimaa on viime vuosina ollut Englanti. Muita vientimaita Euroopassa ovat muun muassa Italia ja Espanja. Aasiassa merkittävin vientimaa on Japani, mutta viime vuosina Kiinan osuus on hiljalleen ollut nousussa. Myös muihin Aasian maihin viedään pieniä määriä sahatavaraa, mutta vientimäärät eivät ainakaan vielä toistaiseksi ole merkittäviä. Pohjois-Afrikan alue on merkittävin alue sahatavaraviennissä. Egyptiin suuntautuvan viennin osuus on suuri jo yksinään, ja kun Algeriaan ja Egyptiin suuntautuvat vientimäärät lasketaan yhteen, osuus kohoaa entisestään. Vientiä on jossain määrin myös Marokkoon ja Tunisiaan. Lähi-Idän levoton tilanne on omalta osaltaan vaikeuttanut sahateollisuuden tilannetta, mutta Lähi-Itään suuntautuvan viennin osuus on kuitenkin viime vuosina hiljalleen kasvanut. Vientiosuudet ja -määrät vaihtelevat tietenkin vuosittain jonkin verran sen mukaan, mikä kohdemaan markkina- ja hintatilanne on (kuva 26). Samoin vaikuttaa kohdemaan oma taloustilanne. Esimerkiksi Japanin kohdalla maan taloustilanne on vaikuttanut viime vuosina selvästi. Pohjois-Afrikassa viime vuosina olleet vallanvaihdokset ja levottomuudet vaikuttavat markkinoihin, sillä kaupankäynti yleensä pysähtyy ja tavarankäynnin menekki heikkenee, mikä puolestaan aiheuttaa hintapaineita. Tällaisesta tilanteesta hyvänä esimerkkinä ovat Egypti ja Algeria.



Päävientimarkkinat 2013

	1000 m ³	Muutos
Japani	1 106	39 %
Egypti	1 001	-2 %
UK	693	4 %
Ranska	553	-3 %
Saksa	503	7 %
<hr/>		
7. Kiina	404	134 %
<hr/>		
Yhteensä	7 197	11 %

Kuva 25. Havupuusta Suomessa tuotetun saha- ja höylätavaran vientimaat vuonna 2013 (Metsäteollisuus ry 2015).



Vienti 2013 ja muutos ed. vuoteen

	1000 m ³	Muutos
EU27	2 777	2 %
Muu Eurooppa	120	3 %
Pohjois-Afrikka	1 826	-1 %
Japani	1 106	39 %
Kiina	404	134 %
Lähi-itä	823	13 %
Muut	141	16 %
Yhteensä	7 197	11 %

ml. Havusaha- ja höylätavara

Kuva 26. Suomen sahatavaraviennin kehitys viime vuosina (Metsäteollisuus ry 2015).

Yhteenvedon Suomen sahatavaruudesta voi todeta, että se toimii erittäin kilpailuilla markkinoilla ja viime vuosien vaikea tilanne Euroopassa ja maailmantaloudessa on asettanut sen haastavaan tilanteeseen, kun ajatellaan kannattavuutta ja taloudellisesti järkevän toiminnan saavuttamista. Kuten jo aiemmin mainittiin, Suomi on erittäin riippuvainen merikuljetuksista, minkä voi havaita myös edellä olevia vientitilastoja

tarkastelemalla. Tästä syystä rikkidirektiivin voimaantulo vuoden 2015 alussa on aiheuttanut huolta alan toimijoiden keskuudessa. Vuoden alussa kävi kuitenkin niin, että raaka-öljyn hinnanlaskun seurauksena laskivat myös laivapolttoaineiden hinnat. Tämän seurauksena rikkidirektiivin vaikutus ei näkynytkään rahtihinnoissa, koska polttoaineen hinnannousu ei aiheuttanutkaan korotuspaineita rahtihintoihin. Laivapolttoaineiden laatujen välillä on kuitenkin edelleen sama hintaero kuin aikaisemminkin, joten on odotettavissa rahtihintojen nousua, kun raaka-öljyn markkinahinta palautuu entiselle tasolle. Silloin rikkidirektiivin seuraukset realisoituvat nopeasti.

5.2 Sahatavaran kuljettamisen yleispiirteitä Pohjois-Suomen sahoilla

Sahatavara lastataan laivoihin siten, että sahalaitoksella valmistetut sahatavaraniput joko kontitetaan 40 jalan kontteihin tai ne nostetaan irtolastina sellaisenaan laivan ruumaan tai kannelle. Kolmas tapa sahatavaran laivaukselle on rekka-auton puoliperävaunu eli traileri, joka yleensä viehän johonkin Etelä-Suomen satamaan laivattavaksi. Traileri lastataan sahalla, josta se kuljetetaan satamaan ja meritse määräsatamaan. Kontitus puolestaan tehdään yleensä satamassa siihen tarkoitettulla erikoislaitteistolla. Tässä työssä on keskitytty tutkimaan edellä mainituista keskimmäistä laivaustapaa, jossa sahatavaraniput kuljetetaan irtolastina.

Pohjois-Suomen sahojen sahatavara laivataan suurelta osin Kemistä, Oulusta, Kalajoelta, Raahesta ja Pietarsaaresta. Kontitusta tehdään Oulun satamassa. Tavarakaupassa kuljetuksiin liittyvät vastuut ja velvollisuudet määritellään kansainvälisen kauppakamarin ICC:n määrittelemillä Incoterms 2010-toimituslausekkeilla. Näillä lausekkeilla määritetään myyjän ja ostajan välillä vastuun siirtyminen tavarasta, toimenpideveloitteet, kustannusten jako ja riskien siirtyminen. Toimituslauseke ei kuitenkaan määrittele tavarantoimistusoikeuden siirtymistä (ICC 2015). Sahatavaran merikuljetuksessa käytetään yleisesti ainakin seuraavia toimituslausekkeitä:

- FAS, Free Alongside Ship (vapaasti aluksen sivulla)
- FOB, Free On Board (vapaasti aluksessa)
- CFR, Cost and Freight (kulut ja rahti maksettuina)
- CIF, Cost, Insurance and Freight (kulut, vakuutus ja rahti maksettuina)

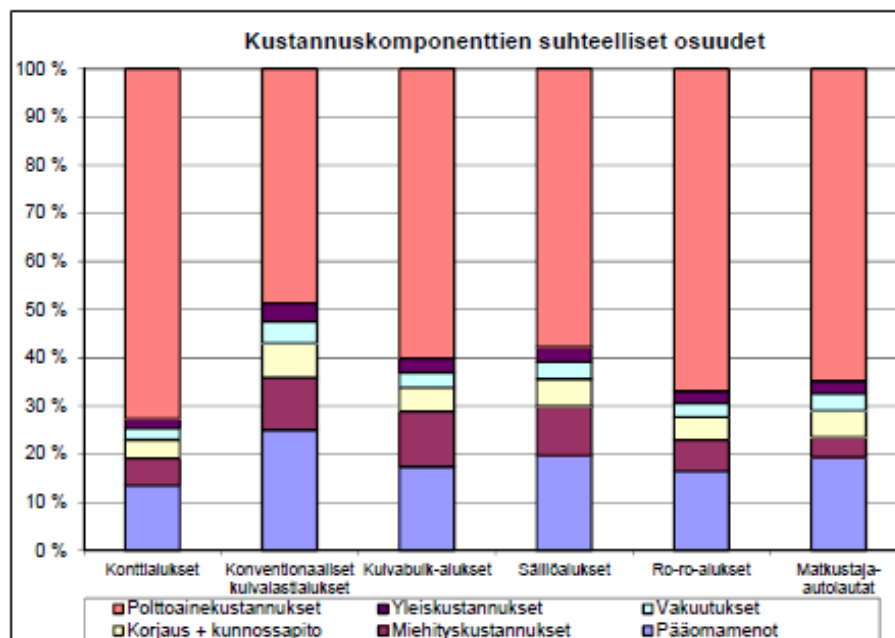
Toimituslausekkeiden nimet kuvaavat varsin hyvin sen, mitä kuuluu myyjän ja mitä ostajan velvollisuuksiin ja kustannuksiin. Esimerkiksi FAS tarkoittaa käytännössä sitä, että myyjä toimittaa kustannuksellaan tavarat satamaan laivan läheisyyteen. FOB puolestaan tarkoittaa sitä, että myyjä toimittaa kustannuksellaan tavarat satamaan ja maksaa laivaan lastaamisen kulut, jonka jälkeen ostaja vastaa kuluista matkalla määräsatamaan ja sieltä eteenpäin asiakkaalle. Toimituslausekkeiden toisena ääripäänä on se, että ostaja noutaa tavarat myyjän pihasta ja toisena se, että myyjä huolehtii ja kustantaa kuljetuksen asiakkaan pihaan.

5.3 Laskentaperusteet polttoainekuluille ja niiden vertailulle

Polttoainekulujen laskennassa on hyödynnetty Liikenneviraston vuoden 2014 julkaisua Alusliikenteen kustannukset 2013. Laskentaesimerkkeihin on otettu todellisia käytännön laivausreittejä ja laivauksia Englantiin ja Pohjois-Afrikkaan. Esimerkeissä käytetyt laivatiedot on saatu kyseisiä satamia käyttäviltä ja sahatavaraa kuljettavilta varustamoilta tai satamaoperaattoreilta heille lähetetyn kyselylomakkeen perusteella (liite 1). Riittävän otannan ja laskentatarkkuuden saavuttamiseksi kullekin reitille on laskettu kustannukset useilla eri laivoilla. Polttoaineen vuorokausikulutus on saatu laskentakaavalla, joka on esitetty Liikenneviraston vuoden 2013 selvityksessä (Karvonen et al. 2014). Tässä laskentatavassa laivalle on käytetty ominaiskulutusta 200 g/kWh, joka yhdessä laivan syväyksen ja moottoritehon kanssa antaa teoreettisen vuorokausikulutuksen. Toimituslausekkeilla ei tässä työssä esitetyissä laskelmissa katsottu olevan vaikutusta lopputulokseen, koska lähtöoletuksena on, että polttoaineen hinnasta johtuvat kustannukset siirtyvät täysimääräisinä rahtihintoihin. Globaaleilla markkinoilla hintakilpailu sahatavarassa on tiukkaa, joten hintapaineet näkyvät joko suoraan rahtihinnoissa tai joustoina alaspäin myyntituotteen hinnassa. Toinen lähtöoletus on se, että nousevia rahtikustannuksia ei voi siirtää lopputuotteen hintoihin, joten mahdolliset lisäkustannukset tulevat joka tapauksessa sahalaitosten maksettaviksi tavalla tai toisella. Laskelmissa ei myöskään huomioida rikkidirektiivin mahdollisesti aiheuttamia sahteollisuuden tarvitsemien ulkomailta tuotavien aineiden ja tarvikkeiden hinnannousuja. Tarvikkeiden hinnannousut aiheuttavat luonnollisesti lisäkustannuksia tuotantoon. Tällaisia tarvikkeita ovat ainakin polttoaineet, koneet ja laitteet. Tarvikkeiden

vaikutusta on erittäin vaikea arvioida, mutta todennäköisesti niiden vaikutus ei kuitenkaan ole kovin suuri.

Liikenneviraston selvityksessä on laskettu erityyppisten alusten kustannusten jakautumista kustannuskomponenteittain. Tarkastelun kohteena ovat olleet korjaus-, yleis-, miehitys-, vakuutus-, pääoma- ja polttoainekustannukset. Kuvassa 27 on esitettyä kustannusmuotojen jakautuminen eri alustyypeillä. Prosenttiosuudet on laskettu aluksilta, joilla on eri syväys ja koneteho. Osuudet ovat aina kyseisen alustyyppin keskiarvoja, joten ne eivät käy suoraan polttoaineen kulutuksen laskennan lähtöoletuksiksi. Varsinkin aluksen koneteho ja syväys vaikuttavat polttoaineen kulutukseen.



Kuva 27. Kustannusten keskimääräinen jakautuminen alustyypeittäin (Karvonen et al. 2014).

Sahatavaraniippujen irtorahtauksessa alukset ovat konventionaalisia kuivalastialuksia. Diagrammipylväistä voidaan nähdä, että polttoainekustannusten osuus kokonaiskustannuksista on huomattava kaikilla alustyypeillä. Vaihteluväli on 49–73 %. Kuitenkin sahatavaralaivauksissa käytettävillä konventionaalisilla kuivalastialuksilla osuus on pienin. Täytyy myös huomioida, että sahatavaran kontitus on viime vuosina yleistynyt, joten konttialustenkin kustannuskehityksellä on vaikutuksia sahatavaran kuljetuskustannuksiin. Yleisesti polttoaineen osuus kokonaiskustannuksista on noussut erittäin voimakkaasti. Merenkululaitoksen vuonna 2001 julkaisemassa tutkimuksessa

polttoaineen osuus on huomattavasti pienempi, sillä sen osuus vaihtelee 30 %:n molemmin puolin (Holmberg et al. 2001). Ero vuoden 2013 tilanteeseen on kustannuksia ajatellen merkittävä. Polttoainekustannusten laskennassa on käytetty ominaisarvoa 200 g/kWh, joka on keskiarvoluku eri polttoainelaaduille. Tarkkuudeltaan luku on riittävän tarkka käytettäväksi käytännön laskelmissa. Koneteholle on kaavassa käytetty kerrointa 0,8, joka on asiantuntija-arvioiden mukaan hyvä peruste todellisuudessa käytetylle koneteholle (Karvonen et al. 2014).

Polttoaineen kulutus vuorokautta kohden on laskettu kaavalla:

$$\text{kulutus(t/vrk)} = [0,0002 (200 \text{ g/kWh}) \times 0,8 \times \text{maksimikonetehe(kW)} + 5 \% \text{ voiteluaineet}] \times 24 \text{ h,}$$

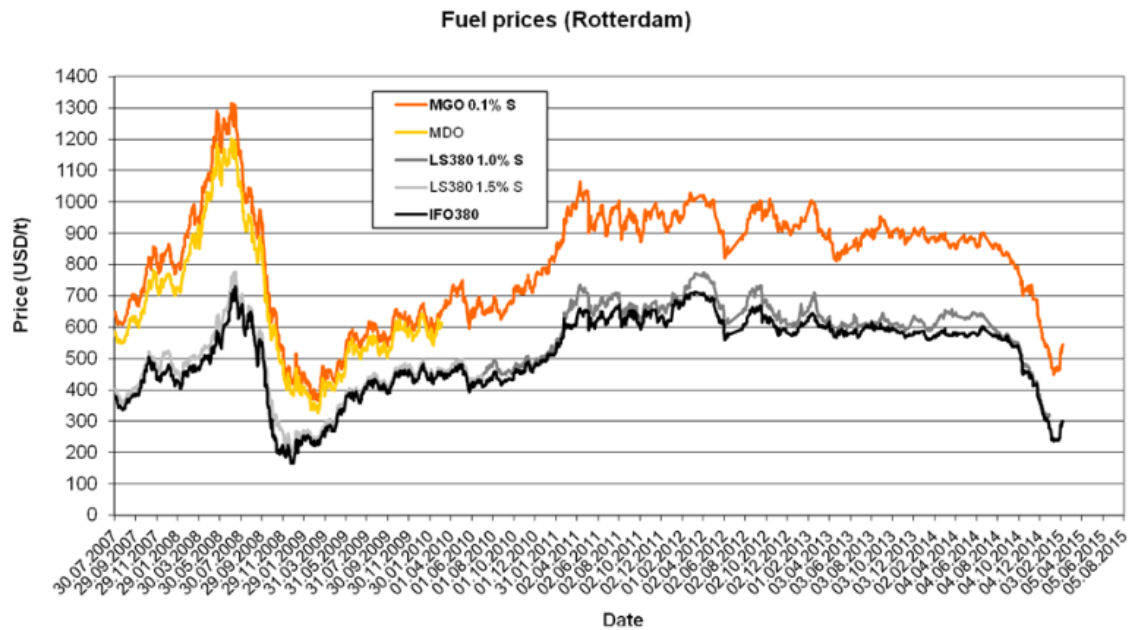
jossa:

200 g/kWh on pääkoneiston keskimääräinen ominaiskulutus

0,8 on kerroin todellisuudessa käytettävälle koneteholle maksimista

voiteluaineille on käytetty 5 % osuutta polttoainekuluista

Polttoainelaatujen hintaero näyttää pysyvän, vaikka hintataso yleisesti vaihtelee. Aikaisemmin kuvassa 20 esitetyssä hintadiagrammissa runsas- ja vähärikkisen polttoainelaatujen hintaero tonnilta on ollut viime vuosina varsin tasaisesti 200–300 USD. Prosentuaalinen hintaero laatujen välillä tietenkin vaihtelee hieman yleisen hintatason muutoksen mukana. Tästä tasaisesta kehityksestä tekee poikkeuksen juuri vuoden 2014 loppu ja vuoden 2015 alku. Raakaöljyn hinnanlaskun myötä myös laivapolttoaineiden hinnat ovat laskeneet nopeassa tahdissa, ja todennäköisesti vuodenvaihteessa on käynyt niin, että laivarahtihinnat ovat laskeneet rikkidirektiivistä huolimatta. Odotettavissa kuitenkin on, että raakaöljyn hinnan noustessa entiselle normaalille tasolle myös laivapolttoaineiden hinnat nousevat kauttaaltaan. Tällöin rikkidirektiivin vaikutus realisoituu. Laivapolttoaineiden hintakehitys vuodesta 2007 vuoden 2015 alkuun on esitettyä kuvassa 28.



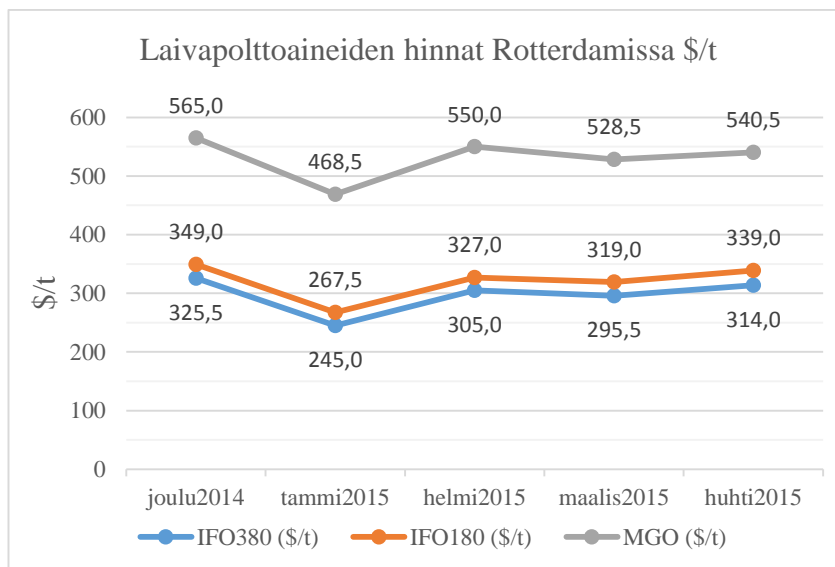
Kuva 28. Laivapolttoaineiden tonninhinnat dollareissa Rotterdamin satamassa (Wärtsilä 2015).

Loppuvuoden 2014 hintakehitys näkyy kuvassa selvästi. Hintataso näyttää muutenkin selvästi myötäilevän maailmantalouden yleistä tilannetta. Nousu- ja korkeasuhdanteessa hintataso kohoaa nopeasti, ja laskusuhdanteessa lasku saattaa olla yhtä nopeaa. Kehitys on helppo ymmärtää markkinatalouden lainalaisuuksien valossa, sillä kysynnän ja tarjonnan suhde määrää tuotteen hinnan. Toisaalta ei voida unohtaa myöskään erilaisten spekulatioiden vaikutusta.

Tähän työhön polttoainelaatujen hinnat poimittiin Rotterdamin sataman hinnoista, jotka ovat saatavilla yleisesti verkosta (Bunkerworld 2015). Tällä verkosta löytyvällä sivustolla noteerataan päivittäin muutamien keskeisten satamien hinnat ja kerrallaan on näkyvissä noin viiden peräkkäisen vuorokauden hinta. Näistä päivittäisistä hintanoteerauksista on laskettu kuukauden keskiarvo, joka julkaistaan sivustolla siten, että nähtävillä on viiden viimeisen kuukauden hinta. Tämän työn hinta-aineisto otettiin näistä kuukausittaisista keskiarvoista viiden kuukauden ajalta joulukuusta huhtikuuhun. Sivustosta on ilmeisesti saatavana maksullinenkin versio, jonka avulla saa hintatietoa pitkältä ajalta, ja vertailua voi tehdä siten laajemmin. Laskelmissa käytetyt kuukausittaiset hintakeskiarvot on esitetty taulukossa 5 lukuina ja kuvassa 29 kuvaajana.

Taulukko 5. Rotterdamin sataman polttoaineiden kuukausittaiset hinnat (Bunkerworld 2015).

	IFO380 (\$/t)	IFO180 (\$/t)	MGO (\$/t)	LSMGO (\$/t)
joulu2014	325,5	349,0	565,0	565,0
tammi2015	245,0	267,5	468,5	468,5
helmi2015	305,0	327,0	550,0	550,0
maalis2015	295,5	319,0	528,5	528,5
huhti2015	314,0	339,0	540,5	540,5



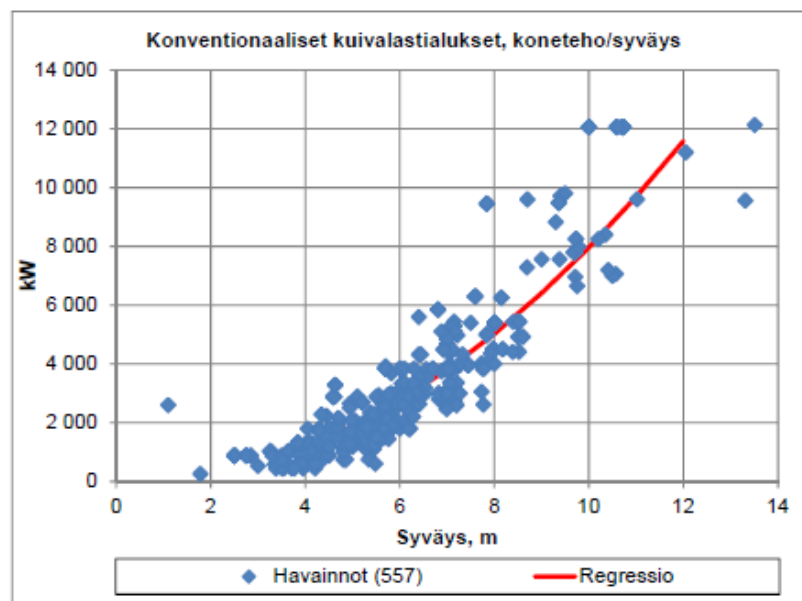
Kuva 29. Rotterdamin sataman polttoaineiden kuukausittaiset hinnat.

Kustannuslaskelmissa käytettiin IFO380:n ja MGO:n hintoja. IFO380:n ja IFO180:n välillä ero on ainoastaan viskositeetissä, ei rikkiipitoisuudessa. Rikkiipitoisuus näillä kahdella on pienempi kuin 3,5 %. Rotterdamissa MGO ja LSMGO ovat samanhintaisia, koska molempien rikkiipitoisuus on alle 0,1 %. Hintaero laatuojen välillä näyttää olevan pysyvä, vaikka hintataso yleisesti heilahtelee. Tämän seurauksena myös polttoainelaadusta johtuva rahtikustannusero on pysyvä. Tästä johtuen vähäriikkinen polttoaine aiheuttaa aina lisäkustannuksia jossain määrin sen käyttäjälle.

Liikenneviraston vuonna 2014 julkaistussa selvityksessä on tutkittu kustannusten jakautumista alustyypeittäin. Tämän tutkimuksen kohteena olleiden konventionaalisten kuivalastialusten kustannusjakauma on esitetty taulukossa 6. Tutkimuksessa on havaittu konetehon ja syväyksen välillä selvä regressio (kuva 30).

Taulukko 6. Alusten kulut syvyysluokittain, kun IFO 380 LS:n hinta on 485 €/t (Karvonen et al. 2014).

syväys (m)	miehityskustannus (€/vrk)	korjaus ja kunnossapito (€/vrk)	vakuutukset (€/vrk)	yleiskustannus (€/vrk)	polttoainekustannus (€/ajovrk)	polttoainekustannus (€/satamavrk)
4	1444	989	618	522	2278	1016
5	1695	1079	674	579	3668	1194
6	1945	1196	747	647	5388	1414
7	2196	1339	837	726	7439	1676
8	2446	1510	944	816	9819	1981
9	2697	1707	1067	917	12528	2327
10	2947	1931	1207	1029	15568	2716
11	3198	2182	1364	1153	18938	3147
12	3448	2460	1538	1287	22637	3620



Kuva 30. Konventionaalisten kuivalastialusten konetehon ja syväyksen välinen regressio (Karvonen et al. 2014).

Polttoaineena taulukon 6 laskelmissa on käytetty IFO 380 LS:ää, jonka hinnaksi on oletettu 485 €/t. Tämän tutkimuksen laskelmissa käytettiin sivun 53 laskentakaavaa, koska kaikkien laivojen pääkoneen teho saatiin selville. Jos konetehoa ei olisi saatu selvitettyä, taulukon 6 arvot olisivat olleet käyttökelpoisia. Tällaisessa tapauksessa olisi taulukon ajovuorokautista polttoainekustannusta pitänyt suhteuttaa polttoainehintojen suhteessa.

5.4 Oulun laivaukset

Oulun sataman sahatavaralaivauksista laskelmiin otettiin kolme Pohjois-Afrikkaan suuntautunutta laivausta kolmella eri aluksella. Tyypillisesti nämä laivaukset ovat kuutiometrimääriltään suuria, ja varsinkin Egyptin laivaukset ovat määriltään suurimpia. Tämä näkyy myös laivojen syväyksissä ja konetehoissa, eli laivat ovat kookkaita. Tutkimuksen laivauksista yksi suuntautui Marokkoon ja kaksi suurinta Egyptiin. Laivojen reitti kulkee Tanskan salmien kautta, josta Egyptiin menevä laiva jatkaa Gibraltarin salmen kautta Välimerelle (kuva 31). Sen mukaan, mikä laivan syväys on, laiva voi Tanskan kohdalla joko käyttää Kielin kanavaa ja ”oikaista” Itämereltä Pohjanmerelle tai se voi joutua kiertämään Tanskan pohjoispuolelta. Kielin kanavan syvyys on 11 metriä, ja suurin sallittu laivojen syväys on 9,5 metriä. SECA-alueelta laivat poistuvat Englannin kanaalin jälkeen, jolloin rikkihaittoisen ja halvemmän polttoaineen käyttö on sallittua.



Kuva 31. Laivojen reitti Oulusta Pohjois-Afrikan satamiin

Oulun laivausten laiva- ja matkatiedot on koottu taulukkoon 7. Taulukossa 8 on esimerkinomaisesti laskettuna yhden laivauksen polttoainekulu, sen kohdistuminen sahatavarakuutiometrille ja ero kuutiometrikohtaisessa kustannuksessa joulukuun 2014 polttoaineiden hinnoilla. Laivojen tiedoista on jätetty pois nimi, varustamo ja IMO-numero. IMO-numero on laivalle annettava tunnus, joka säilyy, vaikka laivan omistaja tai laivan nimi muuttuisi tai tapahtuisi jotain muita vastaavia muutoksia. Numeron perusteella laiva on aina tunnistettavissa elinkaarensa aikana.

Taulukko 7. Oulun laivausten laiva- ja matkatiedot (Rantamäki 20.4.2015).

mistä	mihin	laivan nimi	varustamo	IMO numero	aika SECA alueella (h)	aika muulla alueella (h)	syväys (m)	pääkoneen teho (kW)	sahatavara lasti (m ³)
Oulu	Alexandria	laiva1	-	-	132	228	9,9	8 250	25 000
Oulu	Casablanca	laiva2	-	-	149	89	8,0	3 840	10 988
Oulu	Alexandria	laiva3	-	-	140	210	10,0	6 965	20 447

Taulukko 8. Esimerkilaskelma yhden Oulun laivauksen polttoainekustannuksesta joulukuun hinnoilla.

Oulu-Aleksandria laiva1	pääkoneiden teho (kW)	polttoaineen hinta (\$/t)	kulutus (t/vrk)	pa kust (\$/vrk)	matka-aika (vrk)	kokonaispa. kustannus (\$)	sahatavara lasti (m ³)
SECA	8250	565,0	33,3	18794	5,5	103368	25000
Ei SECAa	8250	325,5	33,3	10827	9,5	102861	
						206228	
						rahtikustannus \$/m ³	8,25
Oulu-Aleksandria laiva1	pääkoneiden teho (kW)	polttoaineen hinta (\$/t)	kulutus (t/vrk)	pa kust (\$/vrk)	matka-aika (vrk)	kokonaispa. kustannus (\$)	sahatavara lasti (m ³)
Ei SECAa	8250	325,5	33,3	10827	15,0	162411	25000
						162411	
						rahtikustannus (\$/m ³)	6,50
						ero (\$/m ³)	1,75

Samalla menetelmällä kuin taulukossa 8 laskettiin kaikkien kolmen laivauksen polttoainekulun muodostuminen ja sen suuruus jaettuna sahatavarakuutiometrille

joulukuusta 2014 huhtikuuhun 2015 kyseisen kuukauden polttoainehinnoilla. Egyptin reitillä purjehtineiden laivojen 1 ja 3 laskelmat ja tulokset on esitettyinä taulukoissa 9 ja 10. Näissä taulukoissa polttoainekustannus on laskettu sekä kalliimmalla MGO-polttoaineella että halvemmalla IFO380-polttoaineella siten, että laiva vaihtaa SECA-alueelta poistumisen jälkeen halvemmalle polttoaineelle tai siten, että SECA-aluetta ei olisi ja käytettäisiin koko matkan ajan halvempaa polttoainetta. Näiden laskutoimitusten erotuksella on saatu polttoainekustannuksen ero sahatavarakuutiometriä kohden.

Taulukko 9. Laiva1:n polttoainekulut välillä Oulu-Alexandria.

laiva1	SECA kokonais pa kustannus (\$)	SECA pa kustannus (\$/m ³)	ei SECA kokonais pa kustannus (\$)	ei SECA pa kustannus (\$/m ³)	ero (\$/m ³)
joulu2014	206 228	8,25	162 411	6,50	1,75
tammi2015	163 145	6,53	122 245	4,89	1,64
helmi2015	197 006	7,88	152 183	6,09	1,79
maalisk2015	190 070	7,60	147 443	5,90	1,70
huhti2015	198 112	7,92	156 673	6,27	1,65
				ka=	1,71

Taulukko 10. Laiva3:n polttoainekulut välillä Oulu-Alexandria.

laiva3	SECA kokonais pa kustannus (\$)	SECA pa kustannus (\$/m ³)	ei SECA kokonais pa kustannus (\$)	ei SECA pa kustannus (\$/m ³)	ero (\$/m ³)
joulu2014	172 011	8,41	133 001	6,50	1,91
tammi2015	136 512	6,68	100 108	4,90	1,78
helmi2015	164 531	8,05	124 625	6,10	1,95
maalisk2015	158 694	7,76	120 743	5,91	1,85
huhti2015	165 195	8,08	128 302	6,27	1,81
				ka=	1,86

Laskelmien perusteella molemmissa Egyptin laivauksissa on polttoainekustannuksissa hieman **alle 2 USD:n** ero sahatavarakuutiota kohden. Laiva1:n kustannus on hiukan pienempi kuin laiva3:n, mikä voisi johtua laiva1:n suuremmasta lastimäärästä.

Oulusta lähtenyt kolmas laivaus suuntautui Marokon Casablancaan. Matka-aika on siten hieman lyhempi kuin Egyptin laivauksissa. Polttoaineista johtuva ero rahtikustannuksissa on laskelmien mukaan hieman **yli 2 USD/m³**, joka on jonkin verran korkeampi kuin Egyptin laivauksissa (taulukko 11).

Taulukko 11. Laiva2:n polttoainekulut välillä Oulu-Casablanca.

laiva2	SECA kokonais pa kustannus (\$)	SECA pa kustannus (\$/m ³)	ei SECA kokonais pa kustannus (\$)	ei SECA pa kustannus (\$/m ³)	ero (\$/m ³)
joulu2014	72 883	6,63	49 893	4,54	2,09
tammi2015	58 008	5,37	37 554	3,42	1,95
helmi2015	70 269	6,40	46 751	4,25	2,15
maalis2015	67 661	6,16	45 294	4,12	2,04
huhti2015	69 873	6,36	48 130	4,38	1,98
				ka=	2,04

Mietittäessä, mistä ero voisi johtua, voidaan huomata, että laivan syväys ja samalla lastimäärä on ollut selvästi pienempi kuin Egyptin laivauksissa. Näyttäisi siltä, että suuremman lastin vieminen tulee ainakin polttoainekulujen eron osalta edullisemmaksi.

Laskelmista on lisäksi huomattava, että kustannus (\$/m³) nousee kauttaaltaan kaikilla Egyptin laivauksilla vähintään 26 % ja enimmillään yli 36 %. Taulukon 6 tietojen perusteella Egyptin linjoilla purjehtineiden laivojen (syväys 10 m) polttoaineen osuus vuorokausikustannuksista on 61 %. Näin laskettuna vuorokautisen kokonaisrahtikustannuksen ero vähä- ja runsasrikkisen polttoaineen välillä on nykyisillä polttoainehinnoilla suuruusluokaltaan **16–22 %**. Vastaavasti Marokon laivoilla (syväys 8,0 m) polttoaineen osuus vuorokausikustannuksista on taulukon 6 perusteella 56 %. Laskelmien mukaan kustannus (\$/m³) nousee vähintään 35 % ja enimmillään 57 %, joten polttoainelaatujen välinen ero vuorokautisessa kokonaisrahtikustannuksessa on nykyisillä polttoainehinnoilla **20–32 %**. Kokonaisrahtikustannuksen ero polttoainelaatujen välillä on molemmilla reiteillä prosentuaalisesti huomattava ja käytännön kannalta merkittävä. Marokon linjan suurempi nousu johtuu pääosin siitä, että matka-ajasta suurempi osuus on SECA-alueella.

5.5 Raahen laivaukset

Raahen sataman laivauksista laskelmiin otettiin viisi Hulliin suuntautunutta laivausta neljällä eri aluksella. Kuutiometrimääriltään nämä laivaukset eivät olleet yhtä suuria kuin Pohjois-Afrikkaan suuntautuneet, joten tuloksista saa käsityksen pienemmällä laivalla tehtyjen laivausten kustannuksista. Raahen laivaukset eivät olleet pelkkää sahatavaraa, vaan laivoissa oli lastina muun muassa terästä. Varustamolta saatujen arvioiden perusteella laskelmissa käytetty sahatavaramäärä arvioitiin siten, että laivan oletettiin olevan täynnä sahatavaraa, eikä lastina olisi ollut muuta. Tämä arvio tuonee tuloksiin pienen epävarmuuden, mutta ei todennäköisesti muuta tulosten suuruusluokkaa. Laivojen reitti kulkee Kielin kanavan kautta Pohjanmerelle ja Hulliin, joten laiva on koko ajan SECA-alueella. Laivatiedot on esitetty taulukossa 12, ja reitti kuvassa 32. On huomioitava, että laiva5 on tehnyt kaksi matkaa, joten sen tiedot on esitetty taulukossa kaksi kertaa.



Kuva 32. Laivojen reitti Raahesta Hulliin.

Taulukko 12. Raahen laivausten laiva- ja matkatiedot (Mantila 23.4.2015; Tirkkonen 4.5.2015).

mistä	mihin	laivan nimi	varustamo	IMO numero	aika SECA alueella (h)	aika muulla alueella (h)	syväys (m)	pääkoneen teho (kW)	sahatavara lasti (m ³)
Raahe	Hull	laiva4	-	-	118	0	6,10	1 880	5 050
Raahe	Hull	laiva5	-	-	117	0	7,75	2 960	6 300
Raahe	Hull	laiva5	-	-	120	0	7,75	2 960	6 300
Raahe	Hull	laiva6	-	-	110	0	8,45	3 840	8 450
Raahe	Hull	laiva7	-	-	114	0	6,30	2 880	5 300

Näiden tietojen perusteella laskettiin reitillä muodostuneet polttoainekulut siten, että hintoina käytettiin sekä MGO:n että IFO380:n hintaa. Tulosten erotuksena saatiin polttoaineen hinnan vaikutus rahtikustannuksiin. Laskelmista on esimerkki taulukossa 13, jossa on laskettuna Raahen laiva4:n tulokset joulukuun 2014 polttoainehinnoilla.

Taulukko 13. Esimerkkilaskelma joulukuun polttoainehinnoilla reitillä Raahe-Hull.

Raahe-Hull laiva4	pääkoneiden teho (kW)	polttoaineen hinta (\$/t)	kulutus (t/vrk)	pa kust (\$/vrk)	matka-aika (vrk)	kokonaispa. kustannus (\$)	sahatavara lasti (m ³)
SECA	1 880	565,0	7,6	4 283	4,9	20 986	5 050
						20 986	
						rahtikustannus (\$/m ³)	4,16
Raahe-Hull laiva4	pääkoneiden teho (kW)	polttoaineen hinta (\$/t)	kulutus (t/vrk)	pa kust (\$/vrk)	matka-aika (vrk)	kokonaispa. kustannus (\$)	sahatavara lasti (m ³)
Ei SECAa	1 880	325,5	7,6	2 467	4,9	12 090	5 050
						12 090	
						rahtikustannus (\$/m ³)	2,39
						ero (\$/m ³)	1,77

Vastaavalla tavalla laskettiin taulukoiden 14, 15, 16 ja 17 kustannukset kuukausittain Raahen ja Hullin välisellä reitillä laivoilla 4, 5, 6 ja 7 kyseisen kuukauden polttoainehinnoilla.

Taulukko 14. Laiva4:n polttoainekulut välillä Raahe-Hull

laiva4	SECA kokonais pa kustannus (\$)	SECA pa kustannus (\$/m ³)	ei SECA kokonais pa kustannus (\$)	ei SECA pa kustannus (\$/m ³)	ero (\$/m ³)
joulu2014	20 986	4,16	12 090	2,39	1,77
tammi2015	17 401	3,45	9 100	1,80	1,65
helmi2015	20 429	4,05	11 329	2,24	1,81
maalis2015	19 630	3,89	10 976	2,17	1,72
huhti2015	20 076	3,98	11 663	2,31	1,67
ka=					1,72

Laivalla 4 polttoainekustannus (\$/m³) nousee 72–92 %. Taulukon 6 tietojen perusteella polttoaineen osuus kokonaisvuorokausikustannuksista on 48 % (syväys noin 6 m). Näin laskettuna vähärikkisen polttoaineen vaikutus kokonaisrahtikustannuksiin on nykyisillä polttoainehinnoilla **35–44 %**.

Taulukko 15. Laiva5:n kahden laivauksen polttoainekulut välillä Raahe-Hull

laiva5	SECA kokonais pa kustannus (\$)	SECA pa kustannus (\$/m ³)	ei SECA kokonais pa kustannus (\$)	ei SECA pa kustannus (\$/m ³)	ero (\$/m ³)
joulu2014	33 041	5,24	19 035	3,02	2,22
tammi2015	27 398	4,35	14 328	2,27	2,08
helmi2015	32 164	5,11	17 836	2,83	2,28
maalis2015	30 907	4,91	17 281	2,74	2,17
huhti2015	31 609	5,02	18 363	2,91	2,11
ka=					2,17

laiva5	SECA kokonais pa kustannus (\$)	SECA pa kustannus (\$/m ³)	ei SECA kokonais pa kustannus (\$)	ei SECA pa kustannus (\$/m ³)	ero (\$/m ³)
joulu2014	33 716	5,35	19 424	3,08	2,27
tammi2015	27 957	4,44	14 620	2,32	2,12
helmi2015	32 820	5,21	18 200	2,89	2,32
maalis2015	31 537	5,01	17 634	2,80	2,21
huhti2015	32 254	5,12	18 738	2,97	2,15
ka=					2,21

Laivalla 5 polttoainekustannus ($\$/\text{m}^3$) nousee 72–92 %. Taulukon 6 tietojen perusteella iteroimalla saatu polttoaineen osuus kokonaisvuorokausikustannuksista on 55 % (syväys 7,75 m). Näin laskettuna vähärikkisen polttoaineen vaikutus kokonaisrahtikustannuksiin nykyisillä polttoainehinnoilla on **40–51 %**.

Taulukko 16. Laiva6:n laivauksen polttoainekulut välillä Raahe-Hull.

laiva6	SECA kokonais pa kustannus (\$)	SECA pa kustannus ($\$/\text{m}^3$)	ei SECA kokonais pa kustannus (\$)	ei SECA pa kustannus ($\$/\text{m}^3$)	ero ($\$/\text{m}^3$)
joulu2014	40 240	4,76	23 183	2,74	2,02
tammi2015	33 367	3,95	17 449	2,06	1,89
helmi2015	39 172	4,64	21 722	2,57	2,07
maalis2015	37 640	4,45	21 046	2,49	1,96
huhti2015	38 495	4,56	22 363	2,65	1,91
					1,97

Laivalla 6 polttoainekustannus ($\$/\text{m}^3$) nousee 72–92 %. Taulukon 6 tietojen perusteella iteroimalla saatu polttoaineen osuus kokonaisvuorokausikustannuksista on 57 % (syväys 8,45 m). Näin laskettuna vähärikkisen polttoaineen vaikutus kokonaisrahtikustannuksiin nykyisillä polttoainehinnoilla on **41–52 %**.

Taulukko 17. Laiva7:n laivauksen polttoainekulut välillä Raahe-Hull.

laiva7	SECA kokonais pa kustannus (\$)	SECA pa kustannus ($\$/\text{m}^3$)	ei SECA kokonais pa kustannus (\$)	ei SECA pa kustannus ($\$/\text{m}^3$)	ero ($\$/\text{m}^3$)
joulu2014	31 492	6,04	18 143	3,48	2,56
tammi2015	26 113	5,01	13 656	2,62	2,39
helmi2015	30 656	5,88	17 000	3,26	2,62
maalis2015	29 458	5,65	16 471	3,16	2,49
huhti2015	30 127	5,78	17 502	3,36	2,42
					2,50

Laivalla 7 polttoainekustannus ($\$/\text{m}^3$) nousee 72–91 %. Taulukon 6 tietojen perusteella iteroimalla saatu polttoaineen osuus kokonaisvuorokausikustannuksista on 49 % (syväys 6,3 m). Näin laskettuna vähärikkisen polttoaineen vaikutus kokonaisrahtikustannuksiin nykyisillä polttoainehinnoilla on **35–45 %**.

Raahen linjalla ero polttoainelaatujen välillä on yleisesti hieman suurempi kuin Oulusta lähteneiden Egyptin laivausten. Näyttää kuitenkin siltä, että laiva6:lla, jolla sahatavaralasti oli hieman suurempi kuin muilla Raahen laivauksilla, on kustannusero pienin ja samaa luokkaa Egyptin laivausten kanssa. Myöskin laiva4:n kustannusero on samaa luokkaa, vaikka sen lastimäärä on pienin. Etuna sillä muihin laivoihin nähden on pieneen moottoritehoon suhteutettuna suurin lasti.

Polttoainelaatujen hintaerosta johtuva kokonaisrahtikustannusten prosentuaalinen nousu on Raahen linjoilla huomattavasti suurempi kuin Oulun linjoilla. Tämä johtuu pääosin siitä, että Hullin reitti on kokonaan rikkirajoitusalueella. Aikaisemmin esitetystä taulukossa 1 sivulla 38 on ennakkolaskelmissa saatuja vastaavan suuruisia nousuja. Raahen ja Hullin välisellä linjalla prosentuaaliset nousut kokonaiskustannuksissa ovat huomattavia ja käytännön kannalta erittäin merkittäviä. Näyttää myös siltä, että Egyptin suurempien sahatavaralastimäärien ansiosta euromääräinen nousu sahatavarakuutiota kohden jää Egyptin linjoilla alhaisemmaksi kuin muilla laivausreiteillä.

5.6 Polttoainekustannusten nousun kompensointi muilla kuljetustavoilla tai -reiteillä

Tämän työn toisena tavoitteena oli kartoittaa mahdollisuuksia kompensoida polttoaineesta johtuvaa kustannusnousua kuljetusten uusilla toimintatavoilla tai mahdollisilla uusilla reiteillä. Jo tämän työn alkuvaiheessa mahdollisena tutkittavana vaihtoehtona pidettiin rautatiekuljetuksia Ruotsin kautta Norjan rannikolle, esimerkiksi Narvikiin. Kuitenkin laskelmien perusteella polttoaineesta aiheutuva kustannusnousu on niin pieni, ettei se juurikaan anna mahdollisuuksia toteuttaa reittiä kannattavasti, sillä se vaatisi huomattavasti pidempiä maantiekuljetuksia kuin nykyisin. Edellisten laskelmien tuloksena saadut lisäkustannukset olivat 1,71–2,50 $\$/\text{m}^3$, mikä merkitsee nykyisillä

maantiekuljetusten rahtihinnoilla arviolta noin 50–100 km:n matkaa. Kun ajatellaan rautatiekuljetuksia esimerkiksi Ruotsin kautta, matka ei ole riittävä (kuva 33). Ainakin Oulun etelä- ja itäpuolisille sahalaitoksille maantiekuljetuskustannusten lisäksi tulisivat vielä maksettaviksi mahdolliset rautatiekuljetuksista aiheutuvat kustannukset. Joka tapauksessa lisäkustannuksina tulisivat rautatiekuljetusten kustannukset sahalaitoksen sijainnista huolimatta.



Kuva 33. Maantiekuljetuksien matkat Oulusta Pohjoiseen (Maanmittauslaitos 2015).

Polttoaineen hinnannoususta sahalaitoksille aiheutuvaa kokonaisvuosikustannusta on arvioitua taulukossa 18. Hintaerona näissä laskelmissa on käytetty arvoa 2,00 \$/m³, joka on saatujen ääriarvojen välissä. Taulukon ensimmäisessä sarakkeessa on sahalaitoksen vuosituotanto ja ensimmäisellä vaakarivillä viennin prosentuaalinen osuus tuotannosta. Vuosikustannus kohoaa varsin huomattavaksi sen mukaan, mikä viennin osuus on. Oletuksena tässä laskelmassa on, että lisäkustannus kohdistuu kaikentyypiseen sahatavaralaivaukseen, eikä pelkästään tämän tutkimuksen kohteena olleeseen nippurahtaukseen. Toinen oletus on, että kaikki vienti tapahtuu laivoilla. Tulokset antanevat kuitenkin kustannusten suuruusluokan. Käsitelmän suuruusluokasta saa, kun lukuja vertaa yhden henkilötyövuoden hintaan, joka on noin 40 000 €.

Taulukko 18. Polttoaineen hinnannoususta sahalaitokselle aiheutuvat vuosikustannukset (\$).

vuosituotanto (m ³)	viennin osuus tuotannosta (%)						
	20	30	40	50	60	70	80
100 000	40 000	60 000	80 000	100 000	120 000	140 000	160 000
150 000	60 000	90 000	120 000	150 000	180 000	210 000	240 000
200 000	80 000	120 000	160 000	200 000	240 000	280 000	320 000
250 000	100 000	150 000	200 000	250 000	300 000	350 000	400 000
300 000	120 000	180 000	240 000	300 000	360 000	420 000	480 000
350 000	140 000	210 000	280 000	350 000	420 000	490 000	560 000
400 000	160 000	240 000	320 000	400 000	480 000	560 000	640 000

6 LOPPUPÄÄTELMÄT

6.1 Yhteenveto

Suomalainen sahateollisuus toimii maailmanlaajuisilla markkinoilla tiukan kilpailun alaisena. Tätä tilannetta on korostanut huono taloustilanne lähes kaikilla merkityksellisillä lopputuotteiden markkina-alueilla. Lisääntyneen ympäristötietoisuuden ansiosta merenkulun ympäristövaikutuksiin on puututtu viimeisten vuosikymmenten aikana voimakkaasti. Kansainvälinen merenkulkujärjestö IMO pyrkii toimillaan suojelemaan erityisesti herkkiä merialueita, joihin myös Itämeri ja Pohjanmeri kuuluvat. Merenkulun säännökset ohjaavat nykyisellään varsin tarkasti toimintaa kaikilla merialueilla, mutta tiukimpia säännökset ja rajoitukset ovat erityistä suojelua tarvitsevilla alueilla. Viimeisin ja todennäköisesti tunnetuin muutos aiheutui rikkidirektiivistä, joka astui voimaan vuoden 2015 alussa. Direktiivin voimaantulo vuoden 2015 alussa asetti suomalaiselle sahateollisuudelle lisähaasteita, ja sen on pelätty asettavan Suomen epäedulliseen kilpailuasemaan kilpailijamaihin nähden jo ennestään vaikeassa tilanteessa. Valtaosa Suomen teollisuuden viennistä kulkee meritse, joten sen hyväksyminen on saanut osakseen kritiikkiä myös muilta vientiteollisuuden aloilta. Tässä tutkimuksessa keskityttiin tutkimaan rikkidirektiivin vaikutuksia Pohjois-Suomen sahateollisuuteen.

Tutkimuksen alkuosassa selvitettiin rikkidirektiivin taustoja kirjallisuusselvityksenä, jonka avulla rikkidirektiivin syntyhistoria ja taustat tulivat selviksi. Itämeren kuuluminen erityisen arkoihin suojelua vaativiin merialueisiin on helppo ymmärtää sen erityislaatuisuuden takia. Itämeren mataluus, pieni vesitilavuus, laaja valuma-alue ja varsin ankarat luonnonolot tekevät siitä poikkeuksellisen alueen, jota rasittaa lisäksi vilkas laivaliikenne. Rikkidirektiiviä säädettäessä on ajateltu suojeltavan sekä itse merialueita että ihmisiä niiden rannikkoalueilla. Toinen tämän työn alkuosassa selvitetty asia on rikkidirektiivin vaikutuksista vientiteollisuudelle tehdyt ennakoarvioinnit ja laskelmat. Aiheesta löytyi varsin runsaasti ennakkotutkimuksia, joissa direktiivin aiheuttamia lisäkustannuksia ja vaikutuksia Suomen teollisuuden kilpailukykyyn on yritetty arvioida erilaisten skenaarioiden avulla niiden parametreja muuttelemalla. Tärkein muuttuja vaikutusten arvioinnissa on vähärikkisen polttoaineen hinta verrattuna

runsasrikkisen hintaan. Yleisesti näissä selvityksissä on päädytty useiden satojen miljoonien lisäkustannuksiin. Lisäkustannukset kohdistuvat koko Suomen teollisuudelle. Ennakoarvioinneissa on lisäksi huomioitu se, että koituvia lisäkustannuksia on todennäköisesti erittäin vaikeaa siirtää tuotteiden hintoihin ja periä ne siten asiakkailta. Sahateollisuuden osalta tämä on odotettavissa oleva tilanne.

Tutkimuksen loppuosan empiirinen osuus toteutettiin todellisten ja tapahtuneiden sahatavaralaivausten laiva- ja laivaustietojen avulla. Tiedot saatiin tekemällä kyselyjä varustamoille ja satamaoperaattoreille. Kuten jo aikaisemmin todettiin, vuodenvaihteeseen ajoittuneen raakaöljyn hinnanlaskun vuoksi tapahtui yleinen laivapolttoaineiden hintatason lasku, jonka seurauksena merirahtien hinnat olivat vuodenvaihteen jälkeen todennäköisesti alhaisempia kuin ennen vuodenvaihdetta. Polttoainelaatujen välinen hintaero on kuitenkin edelleen olemassa, kuten tutkimuksen hintatilastoista voi todeta. Tämän tilanteen voidaan olettaa jatkuvan myös tulevaisuudessa, koska vähärikkisen polttoaineen valmistaminen on teknisesti vaativampaa kuin runsasrikkisen. Kun polttoaineiden hinnat palautuvat normaalille tasolle raaka-öljyn hinnan noustessa, odotettavissa on merirahtien yleinen nousu. Vuoden 2020 alussa laivapolttoaineiden sallittu rikkipitoisuus on maailmanlaajuisesti 0,5 %, jolloin kilpailuolosuhteet tasoittunevat eri merialueiden välillä.

Tutkimuksen kohteeksi valituilla Englannin ja Pohjois-Afrikan reiteillä polttoaineesta johtuvaksi merirahteihin kohdistuvaksi kustannuspaineeksi saatiin keskimäärin noin kaksi dollaria sahatavarakuutiometriä kohden. Pohjois-Afrikan reiteillä ero oli selvästi pienempi kuin Englannin reiteillä, mikä johtuu suuremmista laivoista ja kertalasteista. Saatu tulos (noin 2 \$/m³) saattaa tuntua pieneltä, mutta se kuitenkin aiheuttaa sahalaitokselle jopa useiden satojen tuhansien eurojen lisärasitteen riippuen tuotantomäärästä ja viennin osuudesta. Toinen merkittävä tulos oli laivakuljetusten polttoaineiden hintaerosta johtuva kokonaisrahtikustannusten nousun arviointi. Prosentuaalisesti nousut ovat suuria, sillä ne ovat jopa 50 %:n luokkaa joillakin Englantiin suuntautuneilla laivauksilla. Tämä kertoo siitä, että polttoainekustannukset muodostavat erittäin merkittävän osan laivaliikenteen kustannuksista. Tulos on samaa suuruusluokkaa kuin ennakkoselvityksissä sahatateollisuudelle arvioidut kokonaiskustannusten nousut.

Saadut tulokset ovat sinänsä selkeitä ja yksiselitteisiä ja antavat hyvän pohjan vaihtoehtoisten toimintatapojen arvioimiselle. Aiheutuvia lisäkustannuksia pitää teollisuudessa luonnollisesti yrittää kompensoida, johtuvat ne sitten mistä hyvänsä. Kilpailukyvyyn ylläpitämiseksi kompensointi on välttämätöntä. Tämän tutkimuksen perusteella vaihtoehtoiset kuljetusreitit ja -tavat eivät tule edullisemmaksi ja siten kannattaviksi. Saatu tulos (2 \$/m³) ei mahdollista tavaran kuljettamista junalla laivattavaksi esimerkiksi Norjan kautta. Tällainen vaihtoehto vaatisi pitempiä maantiekuljetuksia, mikä ei ole kannattavaa kuten kohdassa 5.6 aiemmin todettiin. Todennäköistä on, että säilyttääkseen kilpailuasemansa, saha- ja puunjalostusteollisuuden täytyy omaa tuotannollista toimintaansa tehostamalla kompensoida lisääntyvät kustannukset. Tässä auttavat myös valtion toimet, joita käsiteltiin kohdassa 4.2.

6.2 Tutkimuksen tavoitteiden saavuttaminen ja jatkotutkimustarpeet

Tämän diplomityön yhtenä tavoitteena ja ensimmäisenä tutkimuskysymyksenä oli selvittää runsasrikkisen ja vähärikkisen polttoaineen hintaeron aiheuttamaa painetta merirahteihin Itä- ja Pohjanmeren reiteillä. Toisena tavoitteena ja tutkimuskysymyksenä oli selvittää mahdollisuuksia kompensoida mahdollista merirahtien nousua uusilla kuljetusreiteillä tai -tavoilla. Laskelmien tulokset olivat selkeitä ja varsin yksiselitteisiä. Lähtöaineistoa olisi voinut olla enemmän, mutta otanta on riittävän laaja tulosten luotettavuuden ja yleistettävyyden kannalta. Tuloksia voi käyttää muihinkin Pohjois-Suomen sahojen käyttämiin satamiin ja laivausreitteihin. Tutkimustyössä joudutaan normaalistikin tekemään rajauksia lähtöaineiston keräämisessä, mutta riittävällä otannalla turvataan tulosten luotettavuus. Näillä perusteilla tätä tutkimusta voidaan pitää onnistuneena ja tuloksia varsin luotettavina ja yleistettävinä.

Tämän tutkimuksen osalta rajoituttiin selvittämään vain suoraa rahtikustannusten nousua sahatavaralaivausten osalta. On huomioitava, että samat rikkidirektiivistä johtuvat kustannusnousut koskevat myös tuontia Suomeen. Sahateollisuus on siinä mielessä hyvässä asemassa, ettei se juurikaan tarvitse raaka-aineita ulkomailta. Tällöin ei tuonnin nousseet kustannukset oletettavasti vaikuta merkittävästi tuotannon kustannuksiin sahalaitoksilla. Tällä perusteella ne jätettiin pois tämän tutkimuksen piiristä. Jonkinlainen

vaikutus tuontikustannusten nousulla varmasti on, koska esimerkiksi tuotannossa tarvittavia polttoaineita, tarvikkeita, laitteita ja koneita joudutaan tuomaan ulkomailta. Tässä olisi mahdollinen jatkotutkimuksen aihe. Selvää on, että tuontikustannusten nousun vaikutusten selvittäminen on huomattavasti monimutkaisempaa kuin vientikustannusten nousun määrittäminen.

Jatkotutkimuksissa voisi selvittää myös sitä, kuinka paljon rahtihinnat ovat todellisuudessa nousseet rikkidirektiivin takia. Rahtihintojen nousun selvittäminen on käytännössä haastavaa, koska polttoainehinnat romahtivat vuoden vaihteessa. Tästä johtuen rahtihinnat eivät nousseetkaan odotetulla tavalla, ja ne ovat pysyneet entisellä tasollaan. Vaikeutena todennäköisesti olisi selvittää polttoaineen hinnan vaikutus rahtihintaan nyt, kun hintataso on yleisesti laskenut ja vähärikkisen polttoaineen hinta on alempana kuin runsasrikkisen hinta oli puoli vuotta sitten. Toisaalta pitää muistaa, että rahti- ja polttoainehintojen sopiminen on aina ostajan ja myyjän välinen asia, ja tiukasti kilpaillussa markkinassa hinnat eivät välttämättä käyttäydy odotetulla tavalla. Viralliset polttoainetilastot eivät siten kerro koko totuutta. Lisähaasteena olisi neuvoteltujen ja sovittujen hintojen saaminen alan toimijoilta, koska hintatiedot voivat olla liikesalaisuuksia.

Seuraavan kerran asetelmat merikuljetuksissa muuttuvat merkittävästi vuoden 2020 alussa, kun laivapolttoaineiden rikkiraja laskee muilla kuin SECA-alueilla 0,5 %:iin. Tällöin oletettavasti Suomenkin asema helpottuu kansainvälisessä kilpailussa. Nykyinen tilanne jatkuu vielä lähes viisi vuotta, mutta seuraavan vaiheen kestosta ei ole tietoa. Vuoden 2020 alun jälkeinen tilanne saattaa siis jatkua pitkään, joten olisi hyödyllistä selvittää jatkotutkimuksella Suomen teollisuuden kilpailullinen asema uudessa tilanteessa.

LÄHTEET

Ahola, T. 2010. Laivaliikenteestä aiheutuvat ilmansaasteet ja niiden puhdistaminen. Opinnäytetyö. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. [WWW]. [viitattu 22.1.2015].

Saatavissa:

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/21602/Tuomas_Ahola.pdf?sequence=3

Bacher, H., Albrecht, A. 2013. Merenkulun uusien ympäristömääräysten aiheuttamien kustannusten kartoittaminen. Liikenteen turvallisuusvirasto Trafín julkaisuja 24/2013. [WWW]. [viitattu 17.2.2015]. Saatavissa:

http://www.trafi.fi/filebank/a/1384763246/c056f2edd518847970e2117c1e982034/13636-Trafín_julkaisuja_24-2013_-_Merenkulun_uusien_ymparistomaarausten_kustannukset.pdf

Bunkerworld. 2015. Fuel Prices Rotterdam. [WWW]. [viitattu 4.5.2015].

Saatavissa: <http://www.bunkerworld.com/prices/port/nl/rtm/>

DNV. 2015. Kansainvälinen merenkulkujärjestö IMO. [WWW]. [viitattu 25.1.2015].

Saatavissa: http://www.dnv.fi/toimialat/meritekniikka/saannot_asetukset/imo/

Hengitysliitto. 2015. Rikkidioksidi. [WWW]. [viitattu 18.1.2015].

Saatavissa: <http://www.hengitysliitto.fi/fi/sisailma/ulkoilma/ilmansaasteet/rikkidioksidi>

Hernesniemi, H. 2012. Merenkulun toimintaedellytykset, kilpailukyky ja julkisen talouden sopeuttamistoimet. Taustaselvitys valtiovarainministeriölle. Elinkeinoelämän keskusliitto ETLA. [WWW]. [viitattu 22.2.2015]. Saatavissa: <http://www.etla.fi/wp-content/uploads/2012/09/dp1270.pdf>

Hirsso, J. 2010. MARPOL 73/78-yleissopimuksen vuosien 2010 ja 2015 muutoksien vaikutus rahtikustannuksiin. Opinnäytetyö. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. [WWW]. [viitattu 1.2.2015]. Saatavissa:

http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/16809/Hirsso_Jenni.pdf?sequence=1

Hirva, A. 2013. Neste Shipping Oy:n merikuljetusten ympäristövaikutukset. Opinnäytetyö. Haaga-Helia ammattikorkeakoulu. [WWW]. [viitattu 25.1.2015].

Saatavissa:

http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/61810/Hirva_Anni.pdf?sequence=1

Holmberg, S., Kokkinen, J., Siitonen, A. 2001. Merenkululaitos. Aluskustannukset 2001. Merenkululaitoksen julkaisuja 4/2001. [WWW]. [viitattu 22.3.2015].

Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf5/mkl_2001-4_aluskustannukset.pdf

ICC. 2015. International Chamber of Commerce. [WWW]. [viitattu 11.3.2015].

Saatavissa: <http://www.icc.fi/toimitusten-hallinta-icc-incoterms-2010>

Ilmatieteen laitos. 2015. Itämeri. [WWW]. [viitattu 11.2.2015].

Saatavissa: <http://ilmatieteenlaitos.fi/itameri>

IMO. 2015. Brief history on IMO. [WWW]. [viitattu 25.1.2015].
 Saatavissa: <http://www.imo.org/About/HistoryOfIMO/Pages/Default.aspx>

Kalli, J., Karvonen, T., Makkonen, T. 2009. Laivapolttoaineen rikkipitoisuus vuonna 2015. Selvitys IMO:n uusien määräysten vaikutuksesta kuljetuskustannuksiin. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 20/2009. [WWW]. [viitattu 18.1.2015].

Saatavissa:

[http://www.lvm.fi/c/document_library/get_file?folderId=339549&name=DLFE-7317.pdf&title=Julkaisuja 20-2009](http://www.lvm.fi/c/document_library/get_file?folderId=339549&name=DLFE-7317.pdf&title=Julkaisuja+20-2009)

Kalli, J. 2012. Päivitys: Laivapolttoaineen rikkipitoisuus vuonna 2015. Selvitys IMO:n uusien määräysten vaikutuksista kuljetuskustannuksiin. Merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskus. [WWW]. [viitattu 10.2.2015].

Saatavissa: http://www.lvm.fi/docs/fi/1986559_DLFE-18565.pdf

Karvonen, T., Kalli J., Holma, E. 2010. Laivojen typenoksidien rajoittaminen. Selvitys MARPOL-yleissopimuksen VI-liitteen Tier III-määräysten aiheuttamista kustannusvaikutuksista Suomen kauppamerenkululle. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 42/2010. [WWW]. [viitattu 23.1.2015].

Saatavissa: https://www.lvm.fi/docs/fi/964900_DLFE-11731.pdf

Karvonen, T. Lappalainen, A. 2014. Alusliikenteen yksikkökustannukset 2013. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 41/2014. [WWW]. [viitattu 4.3.2015].

Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lts_2014-41_alusliikenteen_yksikkokustannukset_web.pdf

Katila J., Repka S. 2015. Rikkisääntelyn kustannusvaikutukset. Selvitys alkuvuoden 2015 toteutuneista rikkisääntelyn kustannusvaikutuksista Suomen merenkululle ja siitä riippuvaiselle teollisuudelle. Turun yliopisto. Merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskus. [WWW]. [viitattu 30.5.2015].

Saatavissa:

http://www.utu.fi/fi/yksikot/mkk/hankkeet/Documents/MKKRikkiselvitys_JK_SR.pdf

Kuotola, T. 2014. Laivojen päästömittauksen ja raportoinnin kehittäminen. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. [WWW]. [viitattu 6.2.2015].

Saatavissa:

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/74084/Kuotola_Taru.pdf?sequence=1

Kämäräinen, J. 2012. Merenkulun ilmansuojelumääräykset. MARPOL-koulutusta päästövalvontaviranomaisille. Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi.

[WWW]. [viitattu 31.1.2015]. Saatavissa:

http://www.trafi.fi/filebank/a/1355837278/135dfb76f87ab9adb9cf2b8e36d9e46d/10925-MARPOL_-koulutusta_paastovalvontaviranomaisille_-_ilmansuojelu_10-12-2012.pdf

Kämäräinen J., johtava asiantuntija, Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi. Sähköpostikysely 4.2.2015.

- Liikenne- ja viestintäministeriö. Liikennepolitiikan osasto. 2014. Suomen meriliikennestrategia 2014 - 2022. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 9/2014. [WWW]. [viitattu 18.2.2015]. Saatavissa: [http://www.lvm.fi/c/document_library/get_file?folderId=3082174&name=DLFE-23071.pdf&title=Julkaisuja 9-2014](http://www.lvm.fi/c/document_library/get_file?folderId=3082174&name=DLFE-23071.pdf&title=Julkaisuja+9-2014)
- Liikennevirasto. 2014. Ulkomaan meriliikennetilasto 2013. Liikenneviraston tilastoja 5/2014. [WWW]. [viitattu 28.1.2015]. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lti_2014-05_ulkomaan_meriliikennetilasto_web.pdf
- Lipasto. 2015. Suomen liikenteen päästöt ja energiankulutus 2012. [WWW]. [viitattu 27.1.2015]. Saatavissa: <http://lipasto.vtt.fi/lipstot.png>
- Lipasto. 2015. Suomen liikenteen päästöt ja energiankulutus 1980-2032 kuvina. [WWW]. [viitattu 27.1.2015]. Saatavissa: <http://lipasto.vtt.fi/kuvat.htm>
- Maanmittauslaitos. 2015. Karttapaikka. [WWW]. [viitattu 23.5.2015]. Saatavissa: <http://www.maanmittauslaitos.fi/kartat>
- Mantila, H., AtoB@C Shipping AB, sähköpostikysely 23.4.2015.
- Merenkululaitos. 2015. Meriympäristö. [WWW]. [viitattu 1.2.2015]. Saatavissa: <http://www.trafi.fi/merenkulku/ymparistoasiat>
- Metsäteollisuus ry. 2015. Sahateollisuus.[WWW]. [viitattu 6.3.2015]. Saatavissa: <http://www.metsateollisuus.fi/tilastot/20-Sahateollisuus/>
- Neilimo, K., Näsi, J. 1980. Nomoteettinen tutkimusote ja suomalainen yrityksen taloustiede. Tutkimus positivismiin soveltamisesta. Yrityksen taloustieteen ja yksityisoikeuden laitoksen julkaisuja. Tampereen yliopisto. Tampere. [viitattu 13.5.2015]
- Olkkonen, T. 1993. Johdatus teollisuustalouden tutkimustyöhön. Teknillinen korkeakoulu. Otaniemi. [viitattu 13.5.2015].
- Paavola, J., Vehviläinen, A., Ojala, L., Antikainen, T., Iikkanen, P. 2012. Suomen ulkomaankaupan logistinen kilpailukyky ja kehittämistarpeet. Selvitysmiesryhmän loppuraportti. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 6/2012. [WWW]. [viitattu 24.1.2015]. Saatavissa: http://www.lvm.fi/docs/fi/1986562_DLFE-14202.pdf
- Pöllänen, M., Säily, S., Kalenoja, H., Mäntynen J. 2005. Merenkulku ja satamatoiminnot. Opetusmoniste 39. Tampereen teknillinen yliopisto. [viitattu 27.1.2015].
- Rantamaula, J., toimitusjohtaja, Herman Andersson Oy, sähköpostikysely 20.4.2015.
- Similä, L. 2012. Energiahyödykkeiden merikuljetukset. VTT Technology 22. [WWW]. [viitattu 28.1.2015]. Saatavissa: <http://www2.vtt.fi/inf/pdf/technology/2012/T22.pdf>

Suomen varustamot. 2015. Merenkulun typpipäästöt. [WWW]. [viitattu 25.1.2015].
Saataavissa:
<http://www.shipowners.fi/fi/ymparisto/ilmansuojelu+ja+ilmastonmuutos/merenkulun+typpipaastot/>

Suomen varustamot. 2015. Muut merenkulun vaikutukset mereen ja vesiekosysteemiin. [WWW]. [viitattu 25.1.2015]. Saataavissa:
<http://www.shipowners.fi/fi/ymparisto/vesiensuojelu/muut+merenkulun+vaikutukset+mereen+ja+vesiekosysteemiin/>

Suomen varustamot. 2015. Painolastivedet. [WWW]. [viitattu 25.1.2015].
Saataavissa:
<http://www.shipowners.fi/fi/ymparisto/vesiensuojelu/alusten+painolastivedet/>

Suomen ympäristökeskus. 2015. Itämeri. Ympäristö ja ekologia. [WWW]. [viitattu 12.2.2015]. Saataavissa: <http://www.syke.fi/download/noname/%7BC0E3E83E-6BEB-489E-939E-06C4B82E1501%7D/97989>

Tapaninen, U. 2013. Merenkulun logistiikka. Otatieto. [viitattu 29.1.2015].

Tirkkonen, P., AtoB@C Shipping AB, sähköpostikysely 4.5.2015.

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2013. Suomalaisen saha- ja puutuoteteollisuuden toimiympäristön vertailu keskeisimpiin kilpailijamaihin nähden. Loppuraportti. [WWW]. [viitattu 10.3.2015]. Saataavissa:
http://www.tem.fi/files/37395/52X161005_Loppuraporttifinal_28082013.pdf

Utriainen, M. 2013. Meriliikenteen trendikatsaus. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 2/2013. [WWW]. [viitattu 28.1.2015]. Saataavissa:
http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lts_2013-02_meriliikenteen_trendikatsaus_web.pdf

Virtanen, E., Kivimäki, M., Arvonon, J., Majanen, J., Peltonen, P., Varis, T., Eiro, L., Hurme, T., Hyvärinen, O., Kallinen, M., Känkänen, J., Peltola, J. 2013. Rikkisääntelyyn sopeutuminen – työryhmän mietintö. TEM raportteja 14/2013. [WWW]. [viitattu 22.2.2015]. Saataavissa: http://www.tem.fi/files/36067/TEMrap_14_2013.pdf

Ympäristöministeriö. 2002. Suomen Itämeren suojeluohjelma. Valtioneuvoston periaatepäätös. Suomen ympäristö 569. [WWW]. [viitattu 15.2.2015].
Saataavissa: <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B92D8F208-A11B-473E-AA1F-FAB6EAD66809%7D/31240>

Ympäristöministeriö. 2007. Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015. Valtioneuvoston periaatepäätös. Suomen ympäristö 10/2007. [WWW]. [viitattu 15.2.2015].
Saataavissa: <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B60A89D2C-7293-4104-831C-8A3E99A15E5E%7D/30440>

Ympäristöministeriö. 2010. HELCOMin Itämeren suojelun toimenpideohjelma BSAP:n toimeenpano Suomessa. Tilannekatsaus 17.5.2010. [WWW]. [viitattu 15.2.2015].
Saatavissa: <http://www.ym.fi/download/noname/%7B843BC212-8C0B-400F-83A8-1BB8854AF0AF%7D/30427>

Wärtsilä. 2015. Courtesy of Wärtsilä. [viitattu 1.5.2015].

