

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Logistiikan koulutusohjelma / Kansainväliset kuljetukset

Mika Leppänen

RIKKIDIREKTIIVIN VAIKUTUS POLTTOAINEIDEN HINTOIHIN

Opinnäytetyö 2014

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Logistiikka

LEPPÄNEN, MIKA

Opinnäytetyö

Työn ohjaaja

Toimeksiantaja

Toukokuu 2014

Avainsanat

Rikkidirektiivin vaikutus polttoaineiden hintoihin

29 sivua

Lehtori Juhani Heikkinen

Kymenlaakson ammattikorkeakoulu

rikkipitoisuudet, polttoaineet, rikkipesurit, hinnat

EU:n rikkidirektiivi asettaa meriliikenteelle entistä tiukemmat päästörajoitukset. Rikkipäästöjen valvonta-alueella, johon kuuluu Itämeri, Pohjanmeri ja Englannin kanaali, rajoitukset tiukentuvat vuonna 2015 ja globaalisti vuonna 2020.

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia onko mahdollista muodostaa arviota rikkidirektiivin vaikutuksista polttoaineiden saatavuuteen ja hintoihin, ja arvioida miten polttoaineiden hintakehitys tulee vaikuttamaan eri alojen yrityssektoreihin. Lähteinä on käytetty EU:n dokumentteja, muita rikkidirektiiviä koskevia tutkimuksia sekä internet-artikkeleita.

Työn tuloksena todettiin, että vielä vuonna 2015 ei todennäköisesti ilmene polttoaineiden saatavuusongelmia, mutta kevyiden polttoaineiden hinta tulee nousemaan. Vuoden 2020 tilannetta on mahdotonta arvioida. Työssä todettiin myös, että kohoavat polttoainekustannukset nostavat rahtihintoja, mikä aiheuttaa kuljetusmuotosiirtymää ja teollisuuden siirtymistä kilpailukykyisimmille alueille.

Polttoaineiden hintojen arviointi on hankalaa, koska muuttujia on todella paljon. Näistä lähtökohdista opinnäytetyön tavoite täyttyi melko hyvin, sillä opinnäytetyössä esitetään kattava selvitys polttoaineiden hintakehitykseen vaikuttavista tekijöistä.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Logistics

LEPPÄNEN, MIKA

Bachelor's Thesis

Supervisor

Commissioned by

May 2014

Keywords

Sulphur Directive's Impact on the Prices of Ship Fuels

29 pages

Juhani Heikkinen, Senior lecturer

Kymenlaakso University of Applied Sciences

sulphur content, ship fuels, scrubbers, prices

The EU sulphur directive sets new, lower limits to emissions from ships. In sulphur emission control area (SECA), that includes the Baltic Sea, the North Sea and the English Channel, the limits will enter into force in 2015 and globally in 2020.

The aim of the study was to see if it would be possible to make an assessment on the impact the sulphur directive will have on the prices of ship fuels and how the change in fuel costs will effect different industries. The sources used in this study consisted of EU documents, other studies about the sulphur directive and web articles.

The results showed that there probably will not be any problems with the market supply of ship fuels in 2015 but the prices of low sulphur fuels will increase. What will be the case in 2020 is impossible to tell. The results also showed that growing fuel costs will increase the freight charges which will result in modal shifts and in industries moving their operations to more competitive areas.

Estimating the development of fuel prices is extremely difficult since there are numerous uncertainties involved. The objective of this study was more or less reached as it made an extensive analysis on the factors that have an impact on fuel prices.

ALKUSANAT

Tahdon kiittää Kymenlaakson ammattikorkeakoulun henkilökuntaa ja erityisesti Juhani Heikkistä ja Olli Huuskosta.

Kotkassa 13.5.2014

Mika Leppänen

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT 4

TERMIT JA LYHENTEET 7

1 JOHDANTO 8

1.1 Työn esittely 8

1.2 Työmenetelmät 9

2 MERENKULKUA KOSKEVA YMPÄRISTÖLAINSÄÄDÄNTÖ 9

2.1 IMO 10

2.2 MARPOL 73/78-yleissopimus 10

2.3 Annex VI- lisäys 10

2.4 EU 11

3 RIKKIDIREKTIIVI 11

3.1 Rikkidirektiivin tavoitteet 11

3.2 Direktiivin 1999/32/EY muutosehdotus 12

3.3 Päivitetty rikkidirektiivi 2012/33/EU 12

3.4 Erityisvalvonta- alueet 13

4 VAIHTOEHDOT RIKKIDIREKTIIVIN TAVOITTEIDEN SAAVUTTAMISEKSI 15

4.1 Vaihtoehtoiset polttoaineet 16

4.1.1 Kevyet polttoöljyt 16

4.1.2 Nesteytetty maakaasu 17

4.2 Rikkipesurit 18

5 POLTTOAINEIDEN HINNAT 19

5.1 Polttoaineiden saatavuus 20

5.2 Polttoaineiden tämänhetkinen hinta 20

5.3 Kevyiden polttoaineiden hintakehitys 21

6 RIKKIDIREKTIIVIN VAIKUTUKSET	22
7 SUOMEN ASEMA	23
8 JOHTOPÄÄTÖKSET	24
LÄHTEET	27

TERMIT JA LYHENTEET

IMO – International Maritime Organization eli kansainvälinen merenkulkujärjestö

SECA – Sulphur emission control area eli rikkipäästöjen erityisvalvonta-alue

MARPOL 73/78 – Kansainvälinen yleissopimus meriliikenteen saastuttamisen ennaltaehkäisemiseksi

Annex VI – MARPOL 73/78-yleissopimuksen tarkistettu ilmansuojeluliite

EU – Euroopan unioni

YK – Yhdistyneet kansakunnat

Raskaat polttoöljyt – HFO (Heavy fuel oil) ja IFO (Intermediate fuel oil)

Kevyet polttoöljyt – MDO (Marine diesel oil) ja MGO (Marine gas oil)

LNG – Liquefied natural gas eli nesteytetty maakaasu

USD – Yhdysvaltojen dollari

mt – Metric ton eli tonni eli 1000 kg

MEPC – Marine environment protection committee eli meriympäristön suojelukomitea. Kuuluu IMO:iin.

1 JOHDANTO

EU: rikkidirektiivi tulee aiheuttamaan myllerryksen kansainvälisessä meriliikenteessä asettamalla entistä tiukemmat rajoitukset alusliikenteessä käytettävien polttoaineiden rikkipitoisuudelle. Tiukimmat rajoitukset tulevat olemaan tietyillä rikkipäästöjen erityisvalvonta-alueilla. Näillä niin sanotuilla SECA-alueilla polttoaineiden enimmäisrikkipitoisuus laskee 1,0 prosentista 0,1 prosenttiin 1.1.2015. Globaalilla tasolla polttoaineiden enimmäisrikkipitoisuus pysyy 3,5 prosentissa vuoteen 2020, jolloin se laskee 0,5 prosenttiin. Tätä saatetaan lykätä IMO:n päätöksellä vuoteen 2025, jos se katsotaan tarpeelliseksi vuoteen 2018 mennessä tehtävän polttoaineiden saatavuuden tarkkailun perusteella.

Direktiivin asettamat päästörajoitukset vaativat varustamoilta suuria muutoksia lyhyellä aikavälillä, mikä tulee aiheuttamaan paljon ongelmia ja paljon kuluja. Vaihtoehtoja päästörajojen saavuttamiselle on kaksi:

1. käyttää polttoaineita, joissa on pienempi rikkipitoisuus ja
2. pakokaasujen jälkikäsittely.

Suurimpia kysymyksiä herättää kevyiden polttoaineiden saatavuus. Teknologian kehitys ei ole riittävällä tasolla vuoden 2015 alkuun mennessä, joten monet liikennöitsijät joutuvat ottamaan käyttöön vähemmän saastuttavia kevyitä polttoaineita raskaiden polttoaineiden sijaan. Kevyiden polttoaineiden kysyntä tulee kasvamaan todella paljon. Kykenevätkö polttoaineiden valmistajat reagoimaan kasvavaan kysyntään vuonna 2015? Entä vuonna 2020, kun kevyitä polttoaineita aletaan käyttää laivojen pääsääntöisinä polttoaineina maailmanlaajuisesti?

1.1 Työn esittely

Opinnäytetyön aiheena on rikkidirektiivin vaikutus polttoaineiden hintoihin. Pohjustuksena työssä käydään läpi Euroopan ja kansainvälisen meriliikenteen lainsäädäntöä niiltä osin, kuin on tarpeellista rikkidirektiivin ja sen täytäntöönpanon ymmärtämisen kannalta. Rikkidirektiivin osalta tarkastellaan sen sisällön lisäksi myös sen historiaa ja tavoitteita.

Opinnäytetyössä tarkastellaan rikkidirektiivin aiheuttamia toimia kuljetusalalla, ja näiden toimien vaikutusta polttoaineiden hintoihin. Lopuksi arvioidaan miten polttoaineiden hintojen muutokset vaikuttavat koko kuljetusalaan ja teollisuuteen, erityisesti Suomen mittapuulla.

Rikkidirektiivin vaikutuksista on tehty viime vuosina useita tutkimuksia, mutta niissä pääpaino on ollut rikkidirektiivistä teollisuudelle aiheutuviissa kokonaiskustannuksissa. Tässä työssä keskitytään pääasiassa arvioimaan rikkidirektiivin vaikutusta polttoaineiden hintoihin.

Opinnäytetyölle ei ole toimeksiantajayritystä. Aihe muotoutui nykyiseen muotoonsa tutkimalla aiempia tutkimuksia. Ilmeni, että rikkidirektiivin vaikutusta juuri polttoaineiden hintoihin oli kyllä sivuttu useita kertoja, mutta että pääpainotus tutkimuksissa oli muualla. Kyseiset tutkimukset olivat myös jo muutaman vuoden vanhoja, joten ajankohtainen katsaus aiheeseen oli paikallaan. Aiheen ajankohtaisuutta korosti myös se, että tiukentuvat päästörajat tulevat voimaan jo niinkin pian kuin 1.1.2015.

Polttoaineiden hintojen arviointi on todella vaikeaa, koska muuttujia on paljon. Kuljetusalalla tällä hetkellä tuntuu vallitsevan yleinen mielipide, että tarkkaa arviota rikkidirektiivin vaikutuksista polttoaineiden hintoihin on mahdoton tehdä. Opinnäytetyön tavoitteena on ottaa huomioon mahdollisimman monta muuttujaa ja näiden pohjalta muodostaa realistinen arvio polttoaineiden tulevasta hintakehityksestä, mikäli arviota on mahdollista ylipäätään tehdä, sekä arvioida polttoaineiden hintakehityksen vaikutuksia eri yrityssektoreihin.

1.2 Työmenetelmät

Rikkidirektiivi on melko uusi ilmiö, eikä sen vaikutusten arviointi ole eksaktia tiedettä. Tästä syystä kirjallisuuslähteitä ei juuri ole. Tässä opinnäytetyössä lähteinä on käytetty aiempia tutkimuksia aiheesta, EU:n dokumentteja sekä internet-artikkeleita.

2 MERENKULKUA KOSKEVA YMPÄRISTÖLAINSÄÄDÄNTÖ

Tässä luvussa tarkastellaan kansainvälisen merenkulun ympäristölainsäädäntöä niiltä osin kuin on tarpeellista rikkidirektiivin sisällön ja täytäntöönpanon ymmärtämisen

kannalta. Meriliikenteen ympäristölainsäädäntö koostuu kunkin maan kansallisesta lainsäädännöstä, IMO:n säädöksistä ja yleissopimuksista sekä EU:n direktiiveistä.

2.1 IMO

IMO(International Maritime Organization), eli kansainvälinen merenkulkujärjestö on YK:n alainen erikoiselin. Sen vastuulla on kansainvälisen merenkulun turvallisuusasioiden hallinnointi ja merten saastumisen estäminen. Sen tärkein tehtävä on luoda kansainväliset säännökset, joita kaikki laivat noudattavat. (IMO 2014a.)

Yksi IMO:n viidestä tärkeimmästä komiteasta on meriympäristön suojelukomitea MEPC(The Marine Environment Protection Committee). Siihen kuuluvat kaikki IMO:n jäsenvaltiot ja sen tehtävänä on ehkäistä ja kontrolloida laivojen saastuttamista. (IMO 2014b.)

2.2 MARPOL 73/78-yleissopimus

MARPOL 73/78 on tärkein meriympäristön saastuttamista ennaltaehkäisevä yleissopimus. Sen piiriin kuuluvat sekä operatiivisesta toiminnasta että onnettomuuksista aiheutuvan saastumisen ehkäisy. Yleissopimus hyväksyttiin alun perin vuonna 1973, mutta sitä päivitettiin vuoden 1978 pöytäkirjalla ennen kuin se ehti edes astua voimaan. Tästä tulee nimitys MARPOL 73/78(MARPOL tulee sanoista maritime pollution). Vuoden 1978 lisäykset olivat seurausta useista vuosina 1976- 1977 tapahtuneista öljytankkerionnettomuuksista. (IMO 2014c.)

2.3 Annex VI- lisäys

MARPOL-yleissopimuksen uudistettu ilmansuojeluliite (Annex VI) rajoittaa alusliikenteen typenoksidi- ja rikkidioksidipäästöjä. Vähärikkisen polttoaineen käyttö vähentää käytännössä myös hiukkaspäästöjä. IMO:n meriympäristön suojelukomitea hyväksyi liitteen vuonna 2008. (Kalli, Karvonen & Makkonen 2009,3.)

Uudistettu ilmansuojeluliite astui voimaan 1.7.2010, jolloin polttoaineiden enimmäisrikkipitoisuus laski Euroopan erityisvalvonta-alueilla 1,5 prosentista 1,0 prosenttiin. Euroopan rikkipäästöjen erityisvalvonta-alue(SECA eli Sulphur Emission Control Area) sisältää Itämeren, Pohjanmeren ja Englannin kanaalin.

2.4 EU

IMO:n yleissopimusten ja kunkin maan kansallisen lainsäädännön lisäksi EU osallistuu myös merenkulun ympäristölainsäädäntöön. EU:n lainsäädäntö saattaa sisältää myös IMO:n sopimusten säännöksiä, kuten rikkidirektiivissä, joilta osin toimivalta siirtyy EU:lle (Routa & Kämäräinen 2011,4).

3 RIKKIDIREKTIIVI

Direktiivi on EU:n asettama säädös, jossa määritettyihin tavoitteisiin on EU:n jokaisen jäsenvaltion päästävä direktiivissä annettuun määräaikaan mennessä. Jäsenvaltiot itse säätävät lait, joilla tavoitteisiin päästään. (Europa 2014.)

3.1 Rikkidirektiivin tavoitteet

Rikkidirektiivin tavoitteena on vähentää kansainvälisen merenkulun päästöjä. Erityisesti pyritään rajoittamaan rikkioksidi- typenoksidi- ja hiukkaspäästöjä. Tämä on tarpeellista, koska meriliikenteen alati kasvaessa, sen päästöt olisivat pian ylittäneet kaikkien mantereella sijaitsevien lähteiden päästöt. (Euroopan unionin virallinen lehti L237,1.)

Päästörajoituksilla pyritään vähentämään typenoksidi- ja rikkioksidipäästöjä ilmakehään ja niiden laskeumia mereen. Samalla alenevat myös hiukkaspäästöt. Näillä toimenpiteillä vähennetään päästöjen haittavaikutuksia ihmisen terveydelle. (Kalli, Karvonen & Makkonen 2009,6.)

On tutkittu, että merenkulun hiukkaspäästöistä johtuvia kuolemia sattuu vuosittain tuhansia. Vuonna 2007 arvioitiin, että jopa 60 000 ihmistä kuolee vuosittain merenkulun hiukkaspäästöjen seurauksena, joista suurin osa Euroopan sekä Itä- ja Etelä-Aasian rannikoilla. Merikuljetusten nopean kasvun myötä arvioitiin hiukkaspäästöjen aiheuttaman kuolleisuuden lisääntyvän 40 % vuoteen 2012 mennessä. (Corbett, Winebrake, Green, Kasibhatla, Eyring & Lauer 2007.)

Rikkidirektiivin tavoitteena on siis päästöjä vähentämällä parantaa ihmisten terveyttä ja vähentää kuolleisuutta. Tämä aiheuttaisi arvioiden mukaan EU:lle paljon suurem-

man taloudellisen hyödyn, kuin päästöjen vähentämisestä aiheutuu kuluja. (EUR-Lex 2011,3.)

3.2 Direktiivin 1999/32/EY muutosehdotus

Muutosehdotuksen tarkoituksena oli tarkistaa direktiiviä 1999/32/EY ja saattaa se yhdenmukaiseksi IMO:n polttoainevaatimuksia sekä päästönvähentämismenetelmiä koskevien sääntöjen kanssa sekä vahvistaa EU:n seuranta- ja täytäntöönpanon valvontajärjestelmää. (EUR-Lex 2011,4.)

3.3 Päivitetty rikkidirektiivi 2012/33/EU

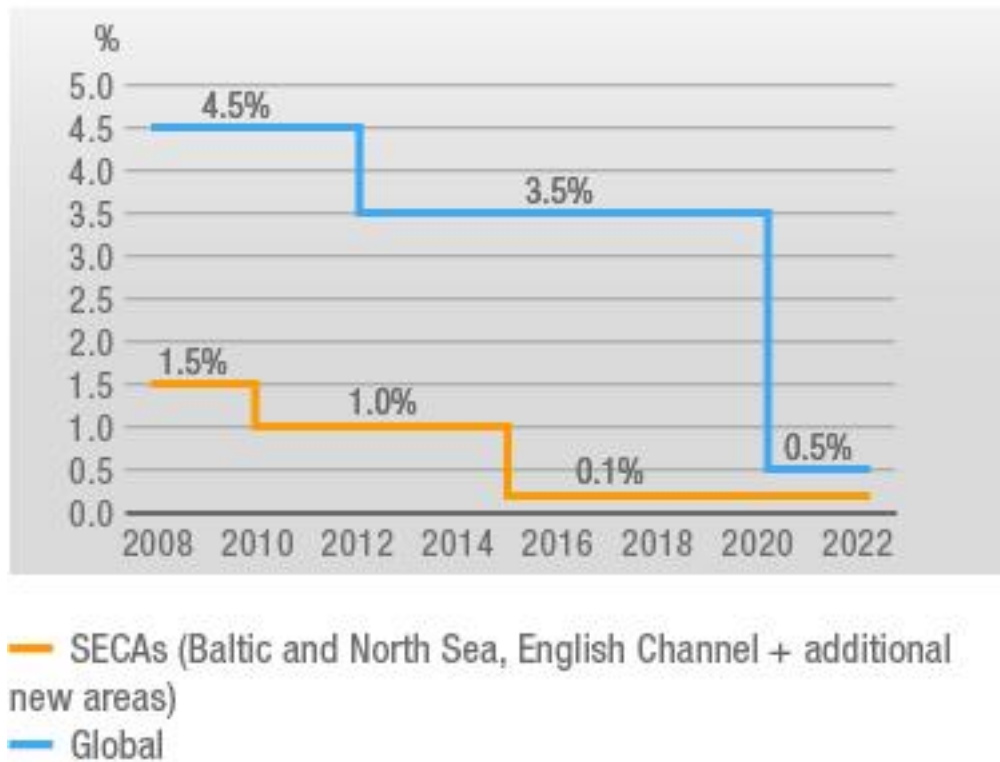
Rikkidirektiivi sääntelee meriliikenteessä käytettävien polttoaineiden rikkipitoisuutta. Näiltä osin se sisällyttää IMO:n säädöksiä EU:n lainsäädäntöön, jolloin toimivalta on EU:lla. Meriliikenteen kannalta rikkidirektiivin oleellisin sisältö ovat tiukentuneet rajoitukset polttoaineiden sallittuun rikkipitoisuuteen sekä direktiivissä listatut päästöjenvähentämismenetelmät.

IMO:n meriympäristön suojelukomitea hyväksyi 1.9.2008 MARPOL 73/78-yleissopimuksen uudistetun ilmansuojeluliitteen (Annex VI), jossa on määritetty uudet rikkipitoisuusrajat polttoaineille. Liite astui voimaan 1.7.2010, jolloin Euroopan SECA-alueella polttoaineiden enimmäisrikkipitoisuus laski 1,5 prosentista 1,0 prosenttiin. Vuonna 2015 raja tippuu 0,1 prosenttiin. Globaalilla tasolla raja laski 1.1.2012 alkaen 4,5 prosentista 3,5 prosenttiin ja laskee 0,5 prosenttiin vuonna 2020. Rikkidirektiivi sisällyttää nämä rajoitukset EU:n lainsäädäntöön sekä velvoittaa jäsenvaltiot valvomaan direktiivin täytäntöönpanoa. Rikkidirektiivissä on myös määritetty sallitut päästönvähentämismenetelmät.

Polttoaineiden rikkirajoitusten kehitys näkyy kuvassa 1. Pohjois-Amerikassa sijaitsee toinen SECA-alue, jota ei ole huomioitu kuvassa. Siellä polttoaineiden enimmäisrikkipitoisuus laski 1.8.2012 alkaen 1,0 prosenttiin ja laskee samaan tapaan Euroopan SECA-alueen kanssa 1.1.2015 alkaen 0,1 prosenttiin.

Emission legislation – IMO fuel Sulphur cap

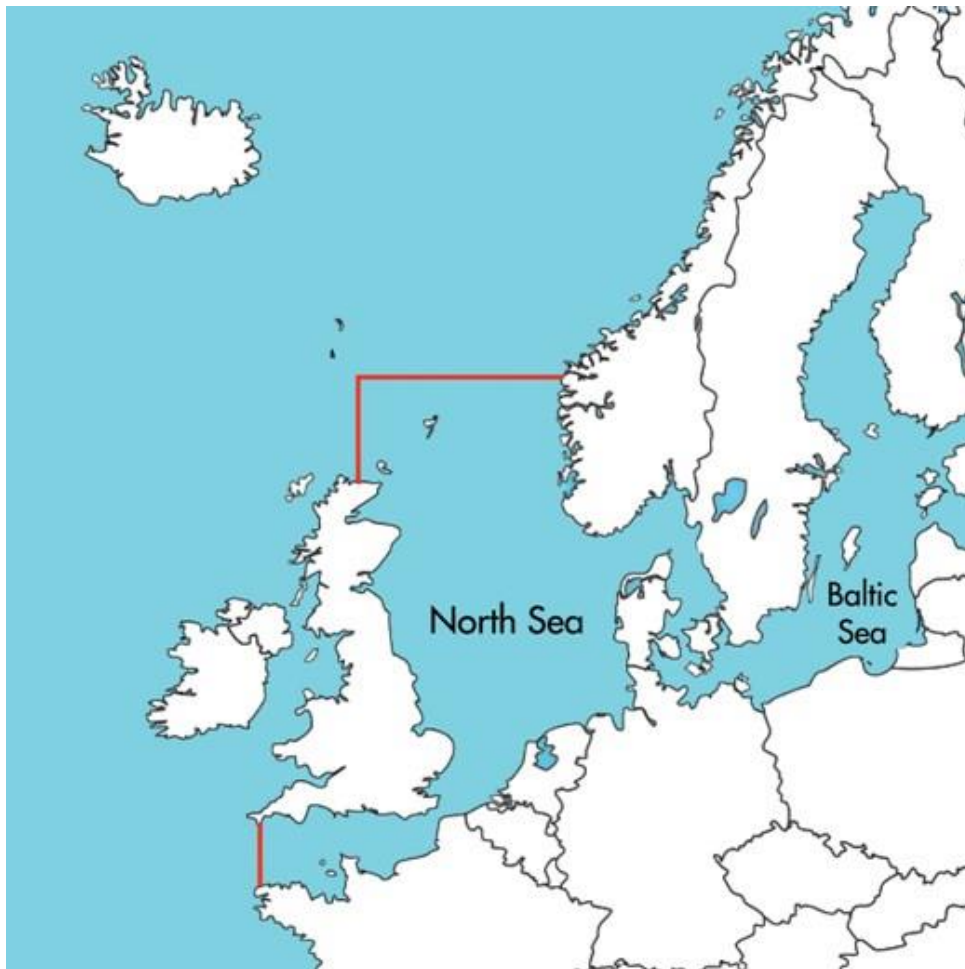
Fuel sulphur content



Kuva 1. Rikkipäästörajoitusten voimaantulo (Wärtsilä 2014)

3.4 Erityisvalvonta- alueet

IMO:n rikkipäästöjen erityisvalvonta-alueita eli SECA-alueita on toistaiseksi kaksi. Kuvassa 2 nähtävä Euroopassa sijaitseva SECA-alue kattaa Itämeren, Pohjanmeren sekä Englannin kanaalin. Pohjanmerellä SECA-alueen rajat ovat 62° pohjoista leveyttä ja 4° läntistä pituutta.



Kuva 2. Euroopan SECA-alue (Portnews 2013)

Kuvan 3 SECA-alue sijaitsee Pohjois-Amerikassa, eikä näin ollen sisälly varsinaisesti EU:n lainsäädäntöön, mutta vaikuttaa merkittävästi polttoaineiden saatavuuteen, ja sitä kautta hintaan. Alue kattaa rannikkoalueet 200 merimailia USA:n ja Kanadan rannikosta.



Kuva 3. Pohjois-Amerikan SECA-alue (Ombros Consulting)

4 VAIHTOEHDOT RIKKIDIREKTIIVIN TAVOITTEIDEN SAAVUTTAMISEKSI

Rikkidirektiivin asettamat päästöraajat luovat paineita yrityksille. Päästöjä on vähennettävä nopeassa aikataulussa, eikä vaihtoehtoisia tapoja tähän ongelmaan ole montaa tarjolla. Vaihtoehdot voidaan jakaa karkeasti kahteen kategoriaan. Laivat voivat joko ottaa käyttöön raskaiden polttoöljyjen sijasta kevyitä polttoöljyjä tai investoida uusiin teknologisiin ratkaisuihin, jotka mahdollistavat raskaiden polttoöljyn käytön jatkossakin.

Kevyisiin polttoöljyihin siirtymisen suurin ongelma on niiden hinta. Valmistustavasta johtuen kevyet polttoöljyt ovat paljon raskaita polttoöljyjä kalliimpia. Kevyiden polttoöljyjen kysyntä tulee myös kasvamaan rajusti rikkidirektiivin myötä, mikä todennäköisesti nostaa hintoja entisestään. Polttoöljyjen valmistajien onkin kyettävä vastaamaan kasvavaan kysyntään, jotta polttoainetta on riittävästi saatavilla.

Teknologiaan investoimisessa on useita haasteita. Jotta voitaisiin käyttää jatkossa raskaita polttoöljyjä, joissa rikkipitoisuus on päästörajoja korkeampi, pitäisi laivoissa käyttää teknologiaa, joka mahdollistaa pakokaasun jälkikäsitteilyn. Tällä hetkellä tämä yleisesti tarkoittaa savukaasupesureita eli niin sanottuja rikkipesureita.

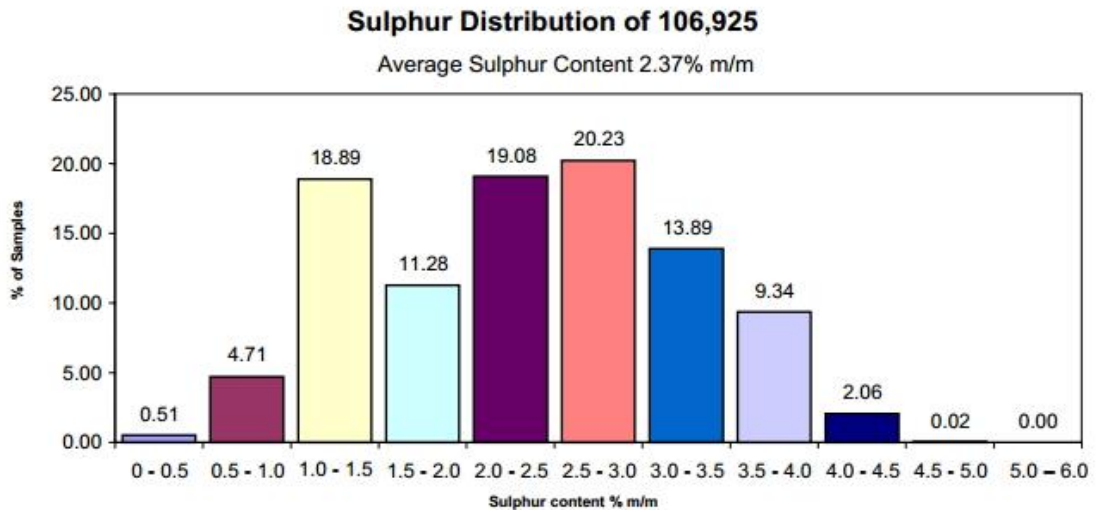
4.1 Vaihtoehtoiset polttoaineet

Vuoden 2015 alussa SECA-alueilla polttoaineiden enimmäisrikkipitoisuuden raja laskee 0,1 prosenttiin. Tämä estää raskaiden polttoöljyjen käytön niiltä laivoilta, joihin ei ole asennettu pesureita. Vaihtoehtoisia polttoaineita ovat kevyet polttoöljyt, maakaasu sekä biopolttoaineet. Näistä tällä hetkellä realistisin vaihtoehto ovat kevyet polttoöljyt.

4.1.1 Kevyet polttoöljyt

Kevyisiin polttoainesiin luetaan yleisesti meridiesel MDO ja meriliikenteen kaasuöljy MGO, jotka ovat tislattuja polttoaineita ja joiden rikkipitoisuus on matala. Kevyet polttoaineet ovat valmistustavasta johtuen kalliimpia kuin raskaat polttoöljyt. Kevyet polttoaineet tislataan raakaöljystä ja raskaat polttoöljyt ovat tästä syntyviä tislausjännösöljyjä. (Kalli, Karvonen & Makkonen 2009,10.)

Raskaaseen polttoaineeseen jää suurin osa raakaöljyn rikistä, joten vähärikkiset raskaat polttoaineet ovat harvinaisia, koska niiden valmistuksessa pitäisi olla todella vähärikkistä raakaöljyä. Raakaöljyjä, joissa rikkiä on todella vähän, ei ole markkinoilla kovinkaan paljon. Kuvasta 4 on havaittavissa, että rikkidirektiivin päästörajoitusten tullessa voimaan, ei juuri raskaita polttoaineita voi käyttää ilman pakokaasun jälkikäsitteilyä. Kuvassa on tilastoitu IMO:n suorittamaa raskaiden polttoaineiden rikkipitoisuuden tarkkailua vuodelta 2008. Näytteitä oli yhteensä 106 925 kappaletta ja pylväät kuvaavat eri rikkipitoisuuksien prosentiosuuksia kaikista näytteistä. Kuva 4 havainnollistaa sitä, että uusien päästörajojen tullessa voimaan laivat ovat käytännössä pakotettuja käyttämään pääosin kevyitä polttoöljyjä tai vaihtoehtoisesti rikkipesureita.



Kuva 4. Laivojen käyttämien raskaiden polttoaineiden rikkiptoisuuden jakautuminen (IMO 2009)

SECA-alueella voimaan tuleva laivojen käyttämän polttoaineen 0,1 prosentin enimmäisrikkipitoisuus tarkoittaa sitä, että suurin osa laivoista siirtyy käyttämään MGO:ta. Maailmanlaajuisen rikkirajan laskiessa 0,5 prosenttiin, kasvaa puolestaan MDO:n kysyntä räjähdysmäisesti.

4.1.2 Nesteytetty maakaasu

Nesteytetty maakaasu eli LNG (Liquefied natural gas) olisi hyvä ja turvallinen vaihtoehto laivoissa käytettäväksi polttoaineeksi. Se on täysin rikitön, eikä sen käyttö aiheuta pienhiukkaspäästöjä. Se on myös vesistöille turvallinen, koska sen lämpötila on nesteytettynä noin -162 °C. Näin ollen mahdollisten vuotojen sattuessa neste höyrystyy ja häviää ilmaan. (Gasum 2014.)

Pitkällä aikavälillä tarkasteltuna LNG tulee olemaan kilpailukykyinen vaihtoehto muihin polttoaineisiin nähden. Lyhyellä aikavälillä LNG:n suhteen ongelmaksi muodostuu kunnollisen jakeluinfrastruktuurin puuttuminen. Jakeluinfrastruktuurin kehittäminen vaatii todella suuria investointeja, ja sen suhteen ollaan oltu varovaisia, koska laivoja, jotka voivat käyttää LNG:tä polttoaineena ei ole paljon. LNG:tä polttoaineena käytäviin laivoihin taas ei olla valmiita investoimaan, koska ei ole kunnollista jakeluinfrastruktuuria. Viime aikoina on herätty siihen, että LNG:n käyttö tulee kasvamaan suuresti ja maailman suurimpiin satamiin on suunnitteilla tai tekeillä LNG-

terminaaleja. Kilpailukyvyn ylläpitämiseksi myös Itämerellä on alettu panostaa enemmän ja enemmän LNG-investointeihin. LNG:n suhteen edistysaskeleet ovat kuitenkin hitaampia, kuin esimerkiksi rikkipesurien suhteen, koska LNG:n vaatiman teknologian asentaminen vanhoihin laivoihin on liian kallista, eikä uusien laivojen valmistus tapahdu hetkessä.

Suomen ensimmäinen Nesteytetyn maakaasun tuontiterminaali on suunniteltu valmistuvaksi Poriin vuonna 2016 kaasuyhtiö Gasum OY:n toimesta. Gasum on suunnitellut tuontiterminaalia myös Turun Pansioon. (Satakunnan Kansa 2014.)

Suomen lisäksi Gasum on tehnyt investointeja myös muissa Pohjoismaissa. Helmikuussa 2014 uutisoitiin Gasumin ostaneen 51 prosenttia norjalaisen Skangassin LNG-jakelutoiminnasta. Yrityskaupan myötä Gasumista tuli Pohjoismaiden suurin LNG-toimija. (Maaseudun Tulevaisuus 2014.)

4.2 Rikkipesurit

Pakokaasujen jälkikäsitteily on vaihtoehto kevyiden polttoaineiden käytölle. Tämä tarkoittaa käytännössä laivoihin asennettavia pakokaasupesureita eli niin sanottuja rikkipesureita. Rikkipesurin laivaan asentamisen taloudellinen kannattavuus riippuu kahdesta asiasta:

1. Raskaan polttoaineen(3,5 % rikkiä) ja kevyen polttoaineen(0,1 % rikkiä) hintaerosta ja
2. polttoaineen kulutuksesta SECA-alueella

Rikkipesurin asentaminen vanhoihin laivoihin on osoittautunut haasteelliseksi, koska sopivaa tilaa ei kaikista laivoista tahdo löytyä. Tällaisissa tapauksissa rikkipesurin asentaminen saattaa aiheuttaa kuljetuskapasiteetin pienenemistä tai jopa laivan painopisteen muutoksia. Uusissa laivoissa tätä ongelmaa ei tietenkään ole, kun asia otetaan huomioon jo suunnitteluvaiheessa. Rikkipesurin asennuksen hinta voi olla myös jopa viisi miljoonaa euroa, mikä saattaa olla vanhan laivan arvoon nähden liian suuri investointi.

Rikkipesurin asentamisen mielekkyys riippuu monista seikoista. Laivan ikä ja arvo vaikuttavat, sekä varsinkin se missä laiva liikennöi. Rikkipesurin asentamisesta aiheutuva säästö perustuu kevyiden ja raskaiden polttoaineiden hintareoihin. Jos laiva liikkuu paljon SECA-alueella, suhteellinen säästö on suurempi, koska voidaan käyttää raskaita polttoaineita kevyiden polttoaineiden sijasta.

Rikkipesureiden kehitystä tarkkailtaessa on huomattavissa mitä ongelmia lyhyt siirtymäaika tuo tullessaan. Rikkipesurien kehittämistyö on kovaa vauhtia käynnissä, mutta se on herättänyt suuria epäilyksiä varustamoissa. Joulukuussa 2013 uutisoitiin, että Suomen Varustamot ry palauttaa rikkipesureita varten saamansa 30 miljoonan euron valtion tuen ja hakee uutta tukea tehdäkseen rikkipesureiden sijaan investointeja polttoainejärjestelmiin. Suurin osa varustamoista ei tahdo ottaa investointiriskiä, koska ne kokevat, että rikkipesureiden toiminnasta ei ole riittäviä takeita. (Sinervä 2013.)

Laitevalmistajien mukaan kuitenkin teknisiä esteitä pesurien asennukselle ei ole. Asennuksen tekniset ongelmat, kuten tilan puute, kuitenkin tekevät asennuksista laivakohtaisia ja asennukset vaativat paljon suunnittelua. Tämä saattaa näkyä hinnan kohtamisena, mikä taas saattaa vaikuttaa pesurin asennuksen taloudelliseen kannattavuuteen.

5 POLTTOAINEIDEN HINNAT

Polttoaineiden hintojen ennustaminen on vaikeaa, ellei jopa mahdotonta, silloinkin kun hintakehitys on melko vakaata. Rikkidirektiivi tulee mullistamaan meriliikenteen polttoainemarkkinoita melkoisesti. Hintakehitystä on vaikea ennakoida senkin vuoksi, että osa tulevaisuudessa käytettävistä polttoaineista tulee todennäköisesti olemaan sellaisia polttoaineita, joita ei vielä tällä hetkellä edes tunneta.

Vuonna 2009 suomalaisten varustamoiden laivojen käyttämästä polttoaineesta noin 95 prosenttia oli raskasta polttoöljyä ja vain noin 5 prosenttia MDO:ta tai MGO:ta. Rikkidirektiivin myötä kevyiden polttoaineiden kysyntä tulee kasvamaan todella paljon. Kevyiden polttoaineiden hinta tulee kohoamaan kasvavan kysynnän myötä entistäkin korkeammaksi. (Kalli, Karvonen & Makkonen 2009, 10.)

5.1 Polttoaineiden saatavuus

Polttoaineiden saatavuus tulevaisuudessa on yksi suurimpia kysymyksiä rikkidirektiiviä koskien. Kuitenkaan ei uskota, että vielä vuonna 2015 ilmenisi ongelmia kevyiden polttoaineiden saatavuudessa.

Kevyiden polttoaineiden kysyntää mahdollisesti vähentäviä tekijöitä ovat rikkipesurit sekä vaihtoehtoiset polttoaineet, kuten LNG. Rikkipesuritekniologia on kehittynyt viime vuosina paljon, mutta kaikki eivät silti ole valmiit investoimaan pesureihin. Vuonna 2012 arvioitiin, että suomalaisesta laivueesta noin 35 prosentille olisi taloudellisesti kannattavaa asentaa rikkipesurit (Kalli 2012,12). Tässä on huomionarvoista se, että Suomen sijainnin takia suomalainen laivue liikkuu paljon SECA-alueella ja silti prosentti on noinkin pieni. Muilla mailla se voi olla vieläkin pienempi. Monet varustamot ovat odottaneet pesuritekniologian kehittymistä ja asennukset voivat ruuhkautua ja myöhästyä uusien rikkirajojen voimaantulosta. Monet varustamot odottavat pesuritekniologian kehitystä edelleen. On mahdollista, että tekniologia kehittyy ja rikkipesurien asennus halpenee oleellisesti. Tätä on kuitenkin turha odottaa vielä vuoteen 2015 mennessä.

LNG-infrastruktuurin kehitys voi laskea kevyiden polttoaineiden kysyntää merkittävästi. LNG:n tulevaisuus näyttää valoisalta, mutta tälläkään saralla mitään mullistavaa ei ehdi tapahtua vielä vuoden 2015 tarpeisiin. Vuonna 2020, kun polttoaineiden maailmanlaajuinen enimmäispitoisuus laskee 0,5 prosenttiin, on LNG:tä todennäköisesti jo paljon enemmän saatavilla.

Rikkipesurit ja vaihtoehtoiset polttoaineet tulevat vaikuttamaan jonkin verran kevyiden polttoaineiden saatavuuteen. Vaikutuksen suuruutta on kuitenkin mahdoton arvioida, koska ei tiedetä kuinka paljon rikkipesureita asennetaan tai kuinka nopeasti LNG:n käyttö laivojen polttoaineena lisääntyy.

5.2 Polttoaineiden tämänhetkinen hinta

Toukokuussa 2014 kevyt polttoaine MGO, jonka rikkipitoisuus on alle 0,1 prosenttia on Rotterdamin sataman hintojen mukaan 251 USA:n dollaria kalliimpaa tonnia kohden (9.5.2014) kuin raskas polttoöljy, jossa rikkiä on 3,5 prosenttia. Prosenteissa mitattuna se on siis 53,2 prosenttia kalliimpaa. (Bunkerworld 2014.)

Tällä hetkellä SECA-alueella käytössä oleva raskas polttoaine, jonka rikkipitoisuus on 1,0 prosenttia on 251 dollaria halvempaa kuin MGO(9.5.2014) eli MGO on sitäkin 39,8 prosenttia kalliimpaa. (Bunkerworld 2014.)

5.3 Kevyiden polttoaineiden hintakehitys

Polttoaineiden hintojen ennustaminen on monimutkaista. Oikeastaan ainut varma asia on, että kevyet polttoaineet ovat, ja tulevat olemaan, merkittävästi raskaita polttoaineita kalliimpia. Ainoa polttoainelaatu tällä hetkellä, jonka hintaa on mahdollista arvioida edes hieman, on kevyt polttoöljy, jonka rikkipitoisuus on 0,1 prosenttia. Toinen arvioitava polttoainelaatu olisi 0,5 prosenttia rikkiä sisältävä kevyt polttoöljy, mutta se on merenkulkualalla vielä toistaiseksi melko vieras. Kyseisen polttoöljyn kysynnän kasvu tulee myös olemaan niin raju vuonna 2020, että sen vaikutusta polttoaineen hintaan on mahdoton ennakoita.

Vuonna 2009 Öljy- ja Kaasualan keskusliiton jäsenyritykset arvioivat eri polttoainelaatujen tulevia hintoja. Arvioiden mukaan kevyt polttoöljy, jonka rikkipitoisuus on 0,1 prosenttia, tulisi olemaan 62- 72 prosenttia kalliimpaa kuin tällä hetkellä käytössä oleva raskas polttoaine, jonka rikkipitoisuus on 1,0 prosenttia. (Kalli, Karvonen & Makkonen 2009,11–12.)

Kyseisten polttoaineiden hinnat olivat 9.5.2014 seuraavat:

MGO(0,1 %) = 881 USD/mt

raskas polttoöljy(1,0 %) = 630 USD/mt

Jos MGO olisi 62- 72 prosenttia kalliimpaa, tarkoittaisi se sitä, että MGO:n hinta tulisi olemaan tämän hetken hintatasolla:

$1,62 \times 630 \text{ USD/mt} = 1\,020,60 \text{ USD/mt}$

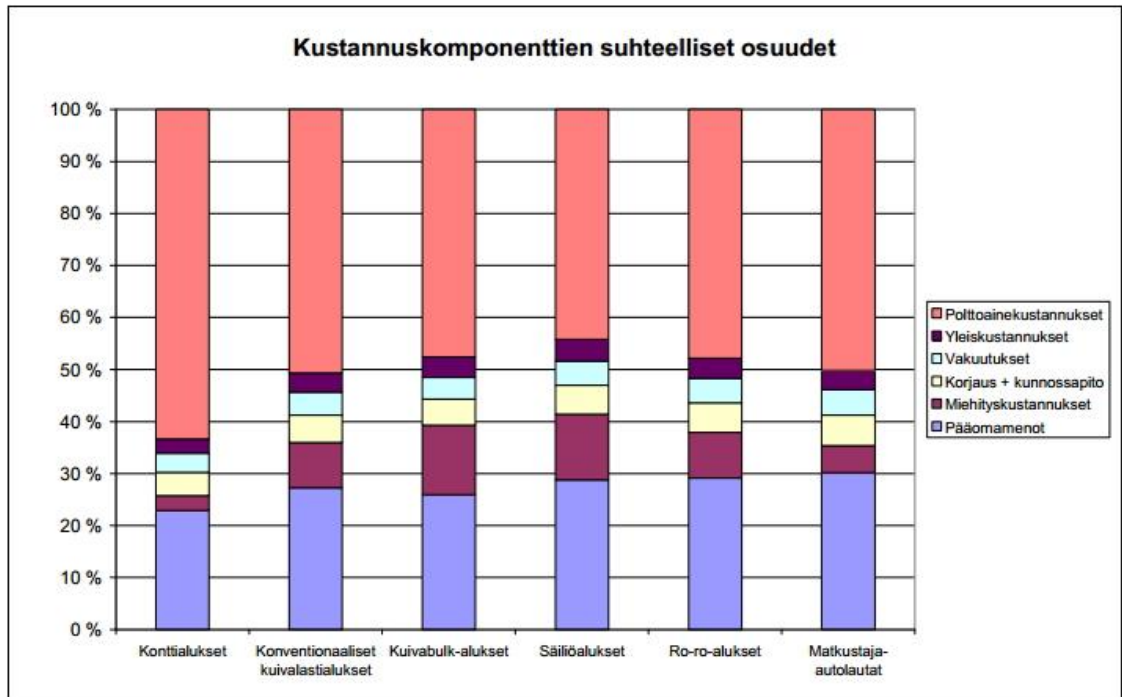
$1,72 \times 630 \text{ USD/mt} = 1\,083,60 \text{ USD/mt}$

Näin ollen MGO:n hinta olisi välillä 1 020,60- 1 083,60 USD/mt. Tämän hetkiseen MGO:n hintaan nähden tämä tarkoittaisi 15,8- 30,0 prosentin nousua. Tämän perus-

teella voidaan päätellä, että jos Öljy- ja Kaasualojen Keskusliittojen jäsenyritysten vuonna 2009 tekemät arviot ovat oikeita, voidaan 0,1 prosenttia rikkiä sisältävän MGO:n hinnan odottaa nousevan uusien päästörajojen myötä noin 16- 30 prosenttia.

6 RIKKIDIREKTIIVIN VAIKUTUKSET

Rikkidirektiivin päästörajojen aiheuttama polttoaineiden hintojen nousu tuo liikennöitsijöille paljon lisäkustannuksia. Polttoaineiden suhteellinen osuus laivojen päiväkustannusrakenteesta on ollut suuri jo ennen rikkidirektiiviä. Kuvassa 5 on esitetty Suomen ja ulkomaiden välisen liikenteen laivojen kustannusrakennetta. Kuvasta on nähtävissä, että polttoainekustannukset ovat laivakustannusten selvästi suurin yksittäinen kustannuskomponentti. Polttoaineiden hinnannousu nostaa polttoainekustannuksia ja laivakustannuksia, sekä polttoainekustannusten suhteellinen osuus laivan päiväkustannuksista kasvaa.



Kuva 5. Suomen ja ulkomaiden välisen liikenteen laivojen kustannusrakenne (Karvonen & Makkonen 2009)

Polttoainekustannusten kasvu siis kohottaa myös laivojen päiväkustannuksia. Vuonna 2009 arvioitiin varustamojen ja Elinkeinoelämän keskusliiton toimialaliittojen asiantuntijankemysten perusteella, että kohoavat kustannukset siirtyisivät ainakin aluksi

kokonaisuudessaan rahtihintoihin. Tämä tarkoittaisi sitä, että alustyyppistä riippuen rahtihinnat nousisivat jopa 30 - 50 prosenttia. (Kalli, Karvonen & Makkonen 2009,29.)

Kevyiden polttoaineiden hinnannousun vuoksi polttoainekustannusten nousu on niin suuri, että liikennöitsijöiden on jollakin konstilla saatava kuluja alas. Ainoa ratkaisu ei voi olla siirtää kasvaneita kustannuksia rahtihintoihin; ainakaan pitkäksi aikaa. Rikkipesurin asentaminen on joillekin laivoille hyvä ratkaisu, mutta kaikille laivoille se ei ole taloudellisesti kannattavaa. Myöskään LNG ei ole ratkaisu, koska sille ei ole sopivaa kalustoa, eikä jakeluverkostoa. Todennäköisesti tulee tapahtumaan melko paljon kuljetusmuotosiirtymää merikuljetuksista maantiekuljetuksiin.

Tutkimukset osoittavat, että rikkidirektiivistä kuolleisuuden vähentämisellä ja terveyden edistämällä saatava hyöty on suurempi kuin siitä aiheutuvat kulut. Ongelma on siinä, että suuria kuluja aiheutuu myös logistiikka-alan toimijoille ja teollisuudelle. Polttoaineiden hintojennousun myötä kohoavat rahtihinnat aiheuttavat teollisuudelle päänvaivaa. SECA-alueen maiden teollisuus tulee todennäköisesti siirtämään toimintaansa entistä enemmän SECA-alueen ulkopuolelle.

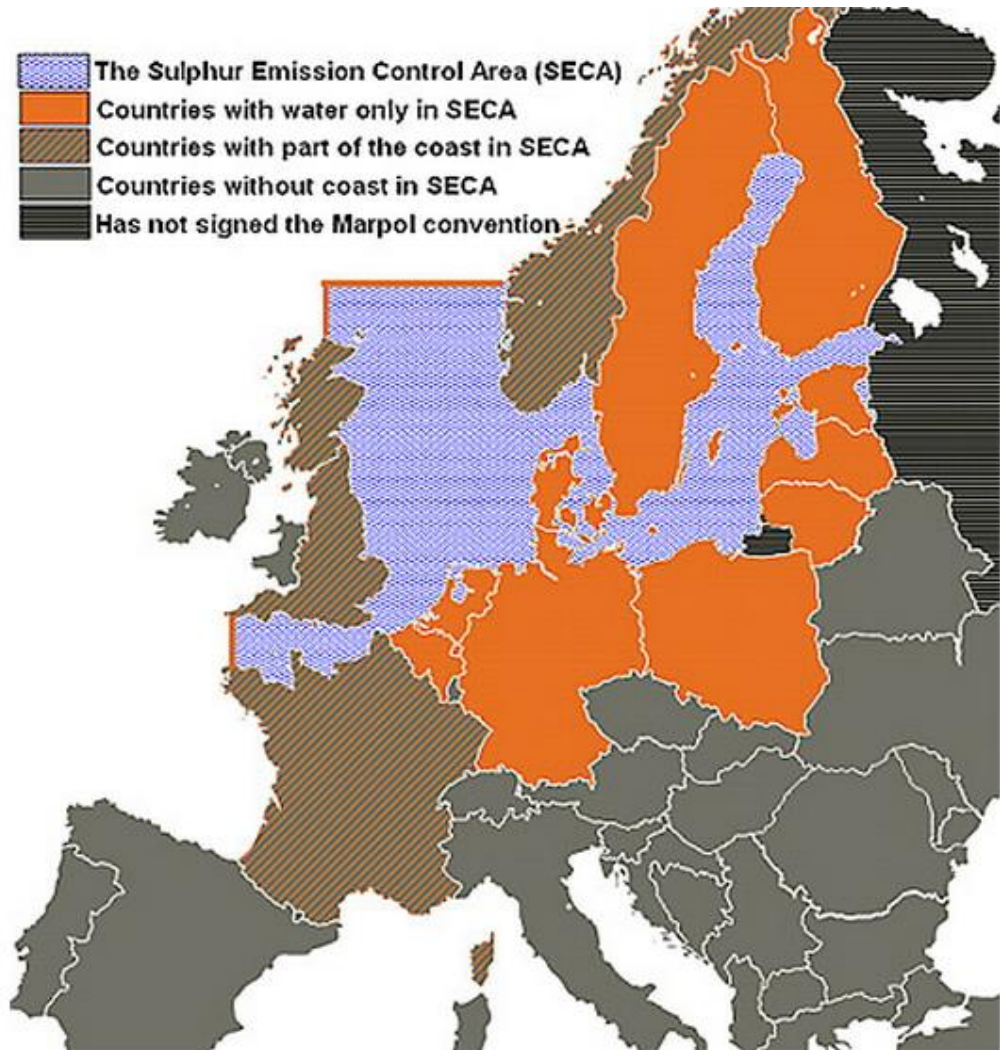
7 SUOMEN ASEMA

Yksi suurimmista kritiikin aiheista rikkidirektiiviin liittyen on kohdistunut sen aika-tilaan. Yleisesti pelätään kilpailun vääristymistä. Ihmetystä on aiheuttanut se, että SECA-alueen rajoitukset tulevat voimaan niin nopeasti. Etelä-Euroopan maat saavat näin selkeän kilpailuedun Pohjois-Euroopan maihin nähden, kun ne voivat käyttää laivoissaan raskasta polttoainetta, joka on paljon halvempaa.

Rikkidirektiivi iskee Suomeen taloudellisesti ehkä pahemmin kuin yhteenkään toiseen maahan. Suomi on maantieteellisen sijaintinsa puolesta surkeassa asemassa. Kuvassa 6 on nähtävissä, että niistä maista, joilla on rantaviivaa ainoastaan Euroopan SECA-alueella, on Suomella kaikkein pisin matka manner-Eurooppaan. Tämä korostaa Suomen ulkomaankaupalle rikkidirektiivistä aiheutuvia lisäkustannuksia.

Suomen ulkomaankaupasta tapahtuu meriteitse noin 80 prosenttia. Kohoavat rahtikustannukset ovat myrkyä Suomen teollisuudelle; varsinkin vientiin ja tuontiin paljon toiminnassaan nojaaville toimialoille, kuten metalli- ja metsäteollisuudelle. Todennä-

köistä onkin, että mainitut toimialat joutuvat vähentämään henkilöstöä Suomessa ja siirtämään toimintaa SECA-alueen ulkopuolelle.



Kuva 6. Euroopan vääristynyt kilpailu (Jernkontoret 2009)

Suomi tarvitsisi kipeästi lisää aikaa ennen rikkidirektiivin voimaantuloa. Jos rikkidirektiivi tulisi voimaan samaan aikaan kaikkialla maailmassa, mukaan lukien SECA-alueet, ei syntyisi kilpailuetua esimerkiksi Välimeren ja Itämeren maiden välille. Samalla jäisi aikaa viedä teknologisia innovaatioita eteenpäin ja valmistella LNG-kalustoa ja –jakeluverkostoa.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön perusteella voimme todeta, että SECA-alueen tiukentuneiden päästörajojen tullessa voimaan vuoden 2015 alussa, suurin osa alueella liikennöivistä laivoista alkaa käyttää polttoaineena kevyttä polttoöljyä. Pieneen osaan laivoista on jo asennet-

tu rikkipesurit pakokaasujen jälkikäsitteilyä varten ja lisää asennetaan koko ajan. Kaikkiin laivoihin ei ole kuitenkaan taloudellisesti kannattavaa asentaa rikkipesuria, joten suurin osa laivoista turvautuu kevyiden polttoöljyjen käyttöön.

Polttoaineiden saatavuuden arviointi osoittautui odotetun hankalaksi. Todennäköisesti vuonna 2015 ei ilmene polttoaineiden saatavuusongelmaa, koska kasvava kysyntä synnyttää tarjontaa ja SECA-alueita, joilla kysyntä kasvaa, ei ole vasta kuin kaksi. Kun kevyitä polttoaineita aletaan käyttää maailmanlaajuisesti vuonna 2020, on luultavaa, että niiden kysyntä kasvaa räjähdysmäisesti. On kuitenkin hyvin mahdollista, että vuoteen 2020 mennessä rikkipesuriteknologia on kehittynyt niin paljon, että suurimpaan osaan laivoista on asennettu rikkipesurit. Myös LNG:n käyttö laivojen polttoaineena saattaa omalla tahollaan pienentää kevyiden polttoaineiden kysyntää.

Polttoaineiden hintojen arviointi osoittautui lähestulkoon mahdottomaksi, kuten etukäteen saattoi pelätä. Ainoa asia minkä voi varmuudella sanoa on, että kevyet polttoaineet ovat, ja tulevat jatkossakin olemaan, kalliimpia kuin raskaat polttoaineet. Kevyiden polttoaineiden hinta tulee todennäköisesti nousemaan tiukentuneiden päästörajoiden voimaantulon myötä, mutta tarkkaa arviota on hankala tehdä, koska muuttujia on paljon. Asiantuntija-arvioiden ja tämänhetkisten polttoaineiden hintojen perusteella opinnäytetyössä laskettiin todennäköinen hinnannousun vaihteluväli sellaiselle kevyelle polttoaineelle, jonka rikkipitoisuus on enintään 0,1 prosenttia. Laskelmien perusteella voidaan olettaa tällaisen polttoaineen hinnan nousevan noin 16- 30 prosenttia tämänhetkiseen hintaan nähden, kun uudet päästörajat tulevat voimaan. Muiden polttoaineiden hintojen arviointi osoittautui ylivoimaiseksi tehtäväksi.

Opinnäytetyön perusteella voidaan todeta, että polttoainekustannusten nousu tulee nostamaan rahtikustannuksia, pahimmillaan jopa 30–50 prosenttia. Kohonneet rahtikustannukset saattavat pahimmassa tapauksessa johtaa siihen, että vientiin ja tuontiin erikoistuneilla toimialoilla, kuten metalli- ja metsäteollisuudessa, siirretään toimintaa SECA-alueen ulkopuolelle, mikä taas lisää työttömyyttä. Logistiikka-yrityksille kohonneet polttoainekustannukset lisäävät houkutusta vaihtaa kuljetusmuotoa ja siirtyä maantiekuljetuksiin. Varmasti moni yritys näin tekeekin.

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia onko mahdollista muodostaa arviota rikkidirektiivin vaikutuksesta polttoaineiden saatavuuteen ja hintoihin, ja arvioida polttoaineiden hintakehityksen vaikutusta eri yrityssektoreihin. Tavoite täyttyi melko hyvin. Polttoai-

neiden saatavuuteen ja hintoihin vaikuttavia tekijöitä punnittiin ja niiden pohjalta todettiin onko mahdollista muodostaa järjestelmällistä arviota. Yhden polttoaineen tulevasta hinnannoususta saatiin aikaan jopa laskelma. Myös polttoaineiden hintojen nousun vaikutuksia eri yrityssektoreille pohdittiin ja saatiin arvioita siitä, mitä todennäköisesti tulee käymään.

LÄHTEET

Bunkerworld. 2014. Rotterdam. Saatavissa:

<http://www.bunkerworld.com/prices/port/nl/rtm/> [Viitattu 12.5.2014]

Corbett, J. J., Winebrake, J. J., Green, E. H., Kasibhatla, P., Eyring, V. & Lauer, A. 2007. Mortality from Ship Emissions: A Global Assessment. Saatavissa:

<http://www.sehn.org/tccpdf/pollution-shipping,%20deaths.pdf> [Viitattu 9.5.2104]

EUR-Lex. 2011. Ehdotus EUROOPAN PARLAMENTIN JA NEUVOSTON DIREKTIIVI direktiivin 1999/32/EY muuttamisesta meriliikenteessä käytettävien polttoaineiden rikkipitoisuuden osalta. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011PC0439&from=FI> [Viitattu 10.5.2014]

EUR-Lex. 2012. Direktiivit. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012L0033&qid=1399493683005&from=FI> [Viitattu 7.5.2014]

Euroopan unionin virallinen lehti L237. 2012. Direktiivit. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012L0033&qid=1399493683005&from=FI> [Viitattu 7.5.2014]

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012L0033&qid=1399493683005&from=FI>

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012L0033&qid=1399493683005&from=FI>

[Viitattu 7.5.2014]

Europa. 2014. EU:n oikeus. Saatavissa: http://europa.eu/eu-law/decision-making/legal-acts/index_fi.htm [Viitattu 1.5.2014]

http://europa.eu/eu-law/decision-making/legal-acts/index_fi.htm [Viitattu 1.5.2014]

Gasum. 2014. Nesteytetty maakaasu LNG. Saatavissa:

<http://www.gasum.fi/Kaasutietoutta/Nesteytetty-maakaasu-LNG/> [Viitattu 5.5.2014]

IMO. 2009. PREVENTION OF AIR POLLUTION FROM SHIPS Sulphur monitoring for 2008. Saatavissa: http://www.rina.org.uk/hres/mepc%2059_4_1.pdf [Viitattu 12.5.2014.]

IMO 2014a. Introduction to IMO. Saatavissa:

<http://www.imo.org/About/Pages/Default.aspx> [Viitattu 1.5.2014]

IMO 2014b. Structure of IMO. Saatavissa:

<http://www.imo.org/About/Pages/Structure.aspx> [Viitattu 1.5.2014]

IMO 2014c. International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL). Saatavissa:

[http://www.imo.org/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-\(MARPOL\).aspx](http://www.imo.org/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx) [Viitattu 3.5.2014]

Jernkontoret. 2014. Transporter. Saatavissa:

http://jernkontoret.net/energi_och_miljo/transporter/index.php [Viitattu 12.5.2014]

Kalli, J., Karvonen, T. & Makkonen, T. 2009. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu 20/2009. Laivapolttoaineen rikkipitoisuus vuonna 2015. Selvitys IMO:n uusien määräysten vaikutuksesta kuljetuskustannuksiin. Saatavissa:

http://www.lvm.fi/docs/fi/339549_DLFE-7317.pdf [Viitattu 12.5.2012]

Kalli, J. 2012. PÄIVITYS: LAIVAPOLTTOAINEEN RIKKIPITOISUUS VUONNA 2015. SELVITYS IMO:N UUSIEN MÄÄRÄYSTEN VAIKUTUKSESTA KULJETUSKUSTANNUKSIIN. Saatavissa:

http://www.lvm.fi/docs/fi/1986559_DLFE-18565.pdf [Viitattu 12.5.2014]

Karvonen, T. & Makkonen, T. 2009. Aluskustannukset 2009. Saatavissa:

http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf5/mkl_2009-3_aluskustannukset_2009.pdf [Viitattu 12.5.2014]

Sinervä, I. 2013. Varustamot hylkäävät rikkipesurit. Kauppalehti. Verkkojulkaisu 18.12.2013. Saatavissa:

<http://www.kauppalehti.fi/etusivu/varustamot+hylkaavat+rikkipesurit/201312588971> [Viitattu 11.5.2014]

Maaseudun Tulevaisuus. 2014. Gasum ostaa norjalaisen LNG-jakelijan. Verkkojulkaisu 24.2.2014. Saatavissa: <http://www.maaseuduntulevaisuus.fi/gasum-ostaa-norjalaisen-lng-jakelijan-1.57304> [Viitattu 11.5.2014]

Ombros Consulting. 2012. North American Emission Control Area (ECA) Under MARPOL Annex VI. Saatavissa: <http://www.ombros-consulting.com/?p=957> [Viitattu 13.5.2014]

Portnews. 2013. Высокие цели «низкой» серы. Saatavissa:

<http://portnews.ru/comments/1572/> [Viitattu 10.5.2014]

Routa, T. & Kämäräinen, J. 2011. Vienti- ja tuontilogistiikan haasteet. Saatavissa:

http://www.logistiikkamessut.fi/liitetiedostot/editori_materiaali/1789.pdf [Viitattu 1.5.2014]

Satakunnan Kansa. 2014. Kaasuterminaali Poriin – Hannus poksauttaa samppanjapullon auki. Verkkojulkaisu 4.3.2014. Saatavissa:

<http://www.satakunnankansa.fi/Talous/1194880862683/artikkeli/kaasuterminaali+pori+in+hannus+poksauttaa+samppanjapullon+auki.html> [Viitattu 6.5.2014]

Wärtsilä. 2014. Reducing sulphur dioxide emissions. Saatavissa:

<http://www.annualreport2010.wartsila.com/en/sustainability/environmental-performance/towards-more-sustainable-solutions/reducing-sulphur-dioxide-emissions>
[Viitattu 10.5.2014]